



LUCAS MALLADA

6

REVISTA DE CIENCIAS

LUCAS MALLADA

REVISTA DE CIENCIAS

6

HUESCA, 1994

LUCAS MALLADA

REVISTA DE CIENCIAS

INSTITUTO DE ESTUDIOS ALTOARAGONESES
(DIPUTACIÓN DE HUESCA)

Director: César PEDROCCHI RENAULT

Consejo de Redacción: Juan Blas PÉREZ LORENZ, Carlos MARTÍ,
Enrique BALCELLS ROCAMORA, Pedro MONTSERRAT RECODER, Francisco COMÍN,
Rosario FANLO DOMÍNGUEZ, Ana CASTELLÓ PUIG, José M.^a GARCÍA-RUIZ, Caridad
SÁNCHEZ ACEDO, José Ramón LÓPEZ PARDO, Federico FILLAT ESTAQUÉ, José M.^a
PALACÍN LATORRE, Juan HERRERO ISERN, Alfonso ASCASO LIRIA, Ricardo PASCUAL,
Víctor M.^a REDONDO VEINTEMILLAS, Ángel VILLACAMPA MÉNDEZ, Luis VILLAR PÉREZ,
Domingo GONZÁLEZ ÁLVAREZ, Eladio LIÑÁN GUIJARRO, M.^a Teresa LÓPEZ GIMÉNEZ

Secretaria: Pilar ALCALDE ARÁNTEGUI

Correctora: Teresa SAS BERNAD

Diseño de la portada: Vicente BADENES

Redacción y Administración:

Instituto de Estudios Altoaragoneses

Avda. del Parque, 10

22002 HUESCA

Apartado de Correos, 53

Tel. 974 - 24 01 80

I.S.S.N.: 0214-8315

Depósito Legal: HU - 204/95

Impreme: Gráfico RM Color. C/ Comercio, parcela I, nave 3 - HUESCA

ÍNDICE

ARTÍCULOS

Primeros datos sobre la estructura y dinámica del hayedo del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, por Ramón J. ANTOR y María B. GARCÍA	9
Mejora del valor pastoral y medio-ambiental de zonas semiáridas degradadas mediante técnicas de revegetación, remicorrización y acolchado: I. Aplicación en suelos yesosos (<i>Gypsic Regosol</i>), por David BADIA VILLAS y Clara MARTÍ DALMAU	17
Mejora del valor pastoral y medio-ambiental de zonas semiáridas degradadas mediante técnicas de revegetación, remicorrización y acolchado: II. Aplicación en suelos margosos (<i>Calcaric Regosol</i>), por David BADIA VILLAS y Clara MARTÍ DALMAU.....	37
La importancia de <i>Lolium rigidum</i> Gaudin como infestante de los cereales de invierno en la provincia de Huesca, por Á. BELLOSTAS y J. AIBAR	55
Datos para la conservación de plantas endémicas: reproducción y estructura poblacional de <i>Vicia argentea</i> Lapeyr. (Fabaceae), por María B. GARCÍA y Ramón J. ANTOR.....	77
La variabilidad pluviométrica interanual en un ambiente semiárido, por José Carlos GONZÁLEZ HIDALGO.....	87

Estudio de los <i>Phlebotomus</i> ssp. (Diptera: Phlebotomidae) como vector de Leishmaniosis en el Somontano Oriental de la provincia de Huesca, por César Francisco GONZÁLEZ PEÑA	101
Diversidad de Curculionioidea y Chrysomelidae (Coleoptera) en prados del Pirineo Central (Huesca), por P. GURREA SANZ y F. PÉREZ BERROETA	131
Diagnóstico del deterioro de edificios del Patrimonio Histórico-Artístico del sureste de la provincia de Huesca, por Cristina MARÍN CHAVES <i>et al.</i>	143
Disponibilidades térmicas para los cultivos en el fondo de la depresión de Sariñena, por Alberto MARTÍ EZPELETA.....	171
Insectos lapidícolas y depredadores en pastos altoaragoneses (Pirineo de Huesca), por Antonio PALANCA SOLER y Cristina CASTÁN LANASPA	191
El género <i>Morchella</i> en bosques de coníferas del Altoaragón, por Fernando PALAZÓN LOZANO.....	207
La importancia de los carrizales en la conservación de la diversidad: el género <i>Circus</i> en la Jacetania, por César PEDROCCHI RENAULT y José Antonio GARCÉS ARBEA.....	227
Esquema de la vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, más su zona periférica, por Luis VILLAR PÉREZ y José Luis BENITO ALONSO	235

NOTAS

Comentarios sobre las especies de artrópodos, protegidas mediante convenios internacionales, en el Altoaragón, por César PEDROCCHI RENAULT.....	277
Primera observación de barnacla cariblanca (<i>Branta leucopsis</i>) en Aragón, por César PEDROCCHI RENAULT.....	281
Trashumancia invernal en gorrión alpino (<i>Montifringilla nivalis</i>) en el Pirineo centro-occidental, por César PEDROCCHI RENAULT.....	283

ARTÍCULOS

PRIMEROS DATOS SOBRE LA ESTRUCTURA Y DINÁMICA DEL HAYEDO DEL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO

Ramón J. ANTOR*

María B. GARCÍA*

RESUMEN.—El valle de Ordesa pertenece a uno de los Parques Nacionales más antiguos de Europa y alberga importantes masas forestales de pino silvestre, pino negro, haya y abeto. En el presente trabajo se ha estudiado la estructura y biomasa de un hayedo situado en el fondo del valle y que lleva al menos 75 años sin ser explotado por el hombre. Los parámetros obtenidos indican que se trata de un hayedo de gran madurez, con una biomasa aérea muy importante, superior incluso a la de algunos de los mejores bosques de hayas europeos. Sin embargo, el análisis de su estructura muestra claramente que no es temporalmente estable, ni en su composición ni en sus características demográficas. La ausencia de individuos jóvenes en el interior del bosque y su abundancia en los claros y los bordes muestran que el haya tiene un comportamiento más bien oportunista en este lugar. Por otro lado, la estructura poblacional del abeto en la parcela de estudio sugiere que, en ausencia de perturbaciones importantes, las hayas serán reemplazadas en buena parte por abetos.

ABSTRACT.—The Ordesa valley belongs to one of the oldest National Parks of Europe, and shelter important forests of *Pinus silvestris*, *Pinus uncinata*, *Fagus sylvatica* and *Abies alba*. In this paper we studied the biomass and structure of a

* Instituto Pirenaico de Ecología (C.S.I.C.). Apdo. 64. E-22700 JACA.

beechwood located inside the Ordesa valley, which has been unexploited for at least 75 years. The results show that this old-growth *Fagus* forest has an important aerial biomass, even higher to some of the best beechwoods of Europe. Nevertheless, its demographic structure shows that it is not in a steady-state condition. The lack of young individuals of *F. sylvatica* inside the forest and its abundance in the gaps and the edges suggest that this species is rather opportunistic in this location. On the other hand, the abundance of saplings of *Abies alba* inside the forest suggest that, in the absence of disturbances, this species could replace many beech individuals.

KEY WORDS.—*Fagus sylvatica*, *Abies alba*, structure and population dynamic, aerial biomass, Ordesa and Monte Perdido National Park.

INTRODUCCIÓN

Numerosos modelos clásicos de sucesión en la vegetación terrestre proponen un cambio progresivo hacia un punto final estable (ODUM, 1969; MARGALEF, 1974). La reconstrucción de la historia de algunos bosques ha sido responsable en buena parte de que actualmente se cuestione la utilidad del concepto «vegetación climácica» (OGDEN, 1985). Para que la composición de un bosque sea estable en el tiempo es necesario que el reclutamiento compense la mortalidad. Aunque los bosques vírgenes y los muy maduros se suelen considerar estables, aparecen muchas excepciones cuando se estudia su estructura poblacional (JONES, 1945; OGDEN, 1985).

En este trabajo presentamos los primeros datos sobre la estructura del hayedo aparentemente más maduro del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, con la finalidad de esbozar una primera aproximación sobre su dinámica poblacional.

ÁREA DE ESTUDIO Y MÉTODOS

El valle de Ordesa fue declarado Parque Nacional en 1918, por lo que se trata de uno de los Parques más antiguos de Europa. Este valle alberga una buena representación de los bosques montanos y subalpinos típicos de la Cordillera Pirenaica (VILLAR *et al.*, 1993). En la vertiente solana del valle predomina el pinar de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.); también se encuentran rodales de abetos (*Abies alba* Miller) en los lugares con mayor humedad freática, como el barranco de Cotatuero. La vertiente umbría está cubierta por densas e higrófilas masas forestales cuya composición específica varía con la altitud. En el fondo del valle hay hayedos, que se transforman gradualmente en abetales conforme se asciende altitudinalmente.

El hayedo estudiado se encuentra en el corazón del valle de Ordesa, en el fondo llano del valle del río Arazas (vertiente izquierda), a 1350 m s.n.m. En el sotobosque destacan numerosos bojés arborescentes de hasta 4 m de altura (*Buxus sempervirens*), así como plantones de abeto y pino silvestre.

La parcela de estudio se situó en una zona representativa del hayedo, dominada por árboles de gran porte y con una extensión de 1600 m². Se tomaron los siguientes datos en todos los árboles que quedaron en el interior del recinto delimitado: diámetro del fuste a una altura de 1,30 m (DBH) y altura total (H_{total}). Posteriormente se calcularon los siguientes parámetros: densidad de árboles (número de pies / ha), área basal (suma de las secciones de los troncos de todos los árboles a 1,30 m de altura) y biomasa de los troncos (la fracción cuantitativamente más importante de la biomasa aérea). Para el cálculo de la biomasa de los troncos se han utilizado las densidades de la madera y de la corteza que da ÁLVAREZ (1981). El volumen del tronco entre el tocón y la sección, con un diámetro de 7,5 cm, se ha hallado con la ecuación de cubicación que proporciona el ICONA (1980) para la provincia de Huesca: $V = 118,49 + 0,02516 d^2 h$ (V = volumen maderable en dm³, d = DBH en cm y h = altura total en m).

Los porcentajes volumétricos de la corteza y de la madera son valores medios, pues varían a lo largo del tronco (densidad de la madera: $\rho_m = 0,697$; densidad de la corteza: $\rho_c = 0,810$; $V_m = 92,9\%$ de V del fuste; $V_c = 7,1\%$ de V del fuste; biomasa fuste = $B_{\text{madera}} + B_{\text{corteza}} = \rho_m V_m + \rho_c V_c$).

RESULTADOS

En la tabla I se recogen los parámetros calculados en este hayedo (área basal, densidad y biomasa de los troncos) y los publicados para otros hayedos de Europa. La densidad de hayas en Ordesa es baja: 275 pies/ha (teniendo en cuenta todos los diámetros), lo que está en consonancia con un hayedo maduro. La biomasa de los fustes es la mayor de los siete hayedos europeos que aparecen en la tabla I. Puesto que tal biomasa oscila entre el 60-87% (media: 72%) de la biomasa aérea en los hayedos citados, se puede considerar que la biomasa aérea de este hayedo de Ordesa es tan importante que supera incluso la de los típicos hayedos europeos.

La distribución de frecuencias de clases diamétricas de las hayas es multimodal: corresponden las primeras modas a vástagos de tamaño medio y las segundas a fustes de gran porte (Fig. 1). La forma acampanada del histograma de la figura 1 indica claramente que se trata de un hayedo en el que apenas hay rege-

	Edad	Área basal (m ² /ha)	Densidad (pies/ha)	Biomasa de troncos (t/ha)
Ordesa	-	50,6	275	313,5
Montseny (1)	44	27	1400	104
Asturias (2)	54	24,1	828	155,5
Francia (3)	-	30-35	350	232
Bélgica (4)	144	31	156	225
Suecia (5)	45-130	31,4	240	221
Suecia (6)	80-100	31,1	180	245
Alemania (7)	122	28,3	243	239

Tabla I. Comparación de los parámetros obtenidos en el hayedo de Ordesa con los de otros hayedos europeos. 1: TERRADAS *et al.*, 1984; 2: ÁLVAREZ, 1981; 3: LEMÉE, 1978; 4: DUVIGNEAUD, 1971; 5: NIHLGARD, 1970; 6: NIHLGARD *et al.*, 1977; 7: ULRICH *et al.*, 1974 (citado en TERRADAS *et al.*, 1984).

neración, ya que no son los individuos de menor tamaño los más abundantes. En lo que respecta a los plantones (DBH < 5 cm), no se encontró ninguno de haya, aunque sí de abeto (96,5%) y pino silvestre (Fig. 1). Sin embargo, los plantones de haya crecen en gran número en los bordes y claros del hayedo.

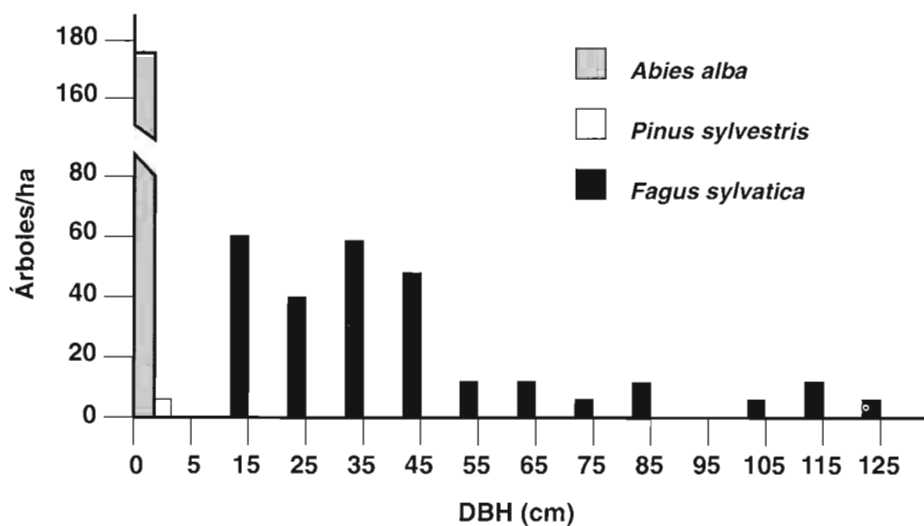


Fig. 1. Distribución de frecuencias de las clases diamétricas de un hayedo en el valle de Ordesa.

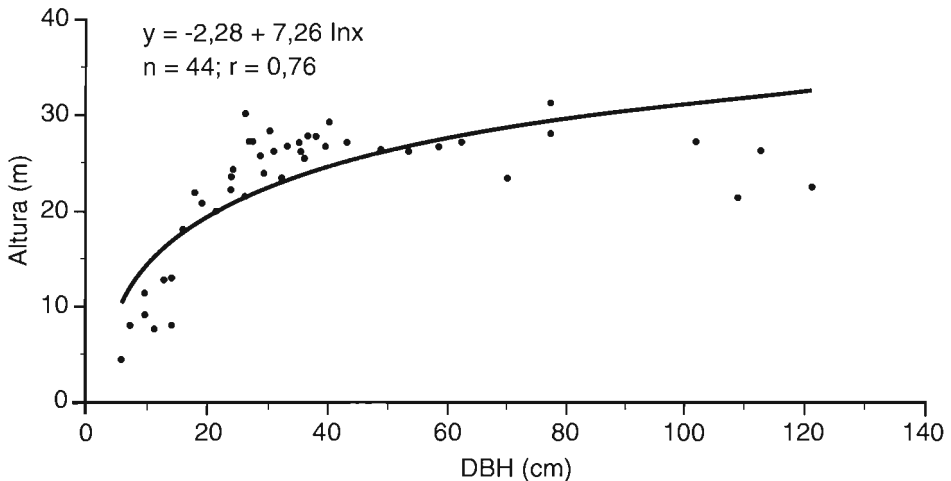


Fig. 2. Relación entre la altura y el diámetro del haya en el valle de Ordesa.

La relación diámetro-altura se muestra lineal al principio y se vuelve asintótica a partir de un determinado diámetro, de forma que no aumenta la longitud del árbol aunque este incremente su grosor (Fig. 2). La altura máxima es de 31,3 m, tamaño semejante al publicado por ÁLVAREZ (1981) en un hayedo asturiano, donde los árboles tampoco sobrepasan los 30 m. En los valores diamétricos que superan los 100 cm se aprecia un descenso notable de la altura: todos estos árboles tienen una altura inferior a 25 m. El descenso de altura se debe a que estas hayas han perdido la parte periférica de su copa y nos indica que se encuentran en un avanzado estado de senescencia.

DISCUSIÓN

Las características estudiadas muestran que se trata de un hayedo muy maduro con una importante biomasa aérea, superior incluso a la de algunos de los mejores representantes europeos. El análisis de la estructura de este hayedo maduro indica que su estado actual no es estable en el tiempo, ni en su composición, ni en sus características demográficas. La ausencia de plántones de haya y la escasez de individuos de pequeño diámetro muestra claramente que el hayedo no se regenera en estas poblaciones maduras en ausencia de perturbaciones. Sin embargo, la existencia de una regeneración importante se ha comprobado en algunos hayedos vírgenes pirenaicos (GIL PELEGRÍN *et al.*, 1989). Por otro lado, los plántones de haya crecen en gran número en los claros, lo que demuestra la estrategia más bien oportunista de la especie en este lugar. La importancia de los

claros en la regeneración de algunas especies se ha puesto de manifiesto en numerosos lugares (VEBLEN *et al.*, 1980; RUNKLE, 1981; OGDEN, 1985). Por el contrario, el abeto parece más tolerante a la sombra y sí que está bien representado en la clase diamétrica menor, por lo que podría llegar a reemplazar al haya en estos lugares.

Probablemente, la mayoría de los hayedos del fondo del valle de Ordesa no son temporalmente estables. Según nuestras observaciones personales, existen manchas con distinto grado de madurez pero con una relativa homogeneidad en las edades y escasez de individuos en las clases más jóvenes. Por lo tanto, estas manchas se corresponderían más bien con diversas etapas de recuperación de perturbaciones pasadas. Es posible que la senescencia más o menos sincrónica de las hayas de un rodal abra un claro suficiente para que el haya recolonice el lugar, pero la abundante regeneración del abeto hace pensar que este las reemplazará en el futuro. No obstante, serían necesarios más estudios para comprobar la consistencia de estas predicciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, M. I. (1981). Estructura y producción primaria neta epigea de un hayedo asturiano. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo.
- DUVIGNEAUD, P. (ed.) (1971). Productivité des écosystèmes forestiers. *Actes Coll. Bruxelles*, UNESCO.
- GIL PELEGRÍN, E.; VILLAR PÉREZ, L. & LÓPEZ UNZU, F. (1989). Sobre la estructura de un hayedo-abetal virgen en el Pirineo Occidental: La Selva de Aztaparreta (Alto Roncal-Navarra). *Acta biol. mont.*, IX: 225-236.
- ICONA (1980). Las frondosas en el primer inventario forestal nacional. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- JONES, E. W. (1945). The structure and reproduction of the virgin forest of the north temperate zone. *New Phytologist*, 44: 130-148.
- LEMÉE, G. (1978). La hêtraie naturelle de Fontainebleau. In: *Problèmes d'écologie: Écosystèmes terrestres*. Masson. Paris.
- MARGALEF, R. (1974). *Ecología*. Omega. Barcelona.
- NIHLGARD, B. (1970). Precipitation: its chemical composition and effect on soil water in a beech and spruce forest in South Sweden. *Oikos*, 21: 208-217.
- NIHLGARD, B. & LINDGREN, L. (1977). Plant biomass, primary production and bioelements of three mature beech forests in South Sweden. *Oikos*, 28: 95-104.
- ODUM, E. P. (1969). The strategy of ecosystem development. *Science*, 164: 262-270.

- OGDEN, J. (1985). Past, present and future: studies on the population dynamics of some long-lived trees. In: J. WHITE (editor): *Studies on plant demography*, pp. 3-16. Academic Press. London.
- RUNKLE, J. R. (1981). Gap regeneration in some old-growth forest of the eastern United States. *Ecology*, 62: 1041-1051.
- TERRADAS, J. (ed.) (1984). *Introducció a l'ecologia del faig al Montseny*. Diputació de Barcelona. Barcelona.
- VEBLEN, T. T.; SCHLEGEL, F. M. y ESCOBAR, R. B. (1980). Structure and dynamics of old-growth *Nothofagus* forests in the Valdivian Andes, Chile. *Journal of Ecology*, 68: 1-31.
- VILLAR, L.; PÉREZ, R.; GARCÍA, B. & GÓMEZ, D. (1993). Ojeada esquemática a los bosques del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, más su zona periférica de protección. *Congreso forestal español* (Lourizán), t. I: 467-473.

**MEJORA DEL VALOR PASTORAL Y MEDIO-AMBIENTAL DE ZONAS
SEMIÁRIDAS DEGRADADAS MEDIANTE TÉCNICAS DE
REVEGETACIÓN, REMICORRIZACIÓN Y ACOLCHADO:
I. APLICACIÓN EN SUELOS YESOSOS (*Gypsic Regosol*)**

David BADIA VILLAS*

Clara MARTÍ DALMAU*

RESUMEN.—Se ponen en práctica diferentes técnicas de rehabilitación de suelos yesosos degradados: siembra de herbáceas, remicorrización y acolchado. Se analiza cómo estas técnicas, aplicadas en cuatro parcelas de 120 m² de superficie, influyen la erosión edáfica (medida con trampas *Gerlach*) y la cantidad y calidad vegetal (recubrimiento, valor pastoral, materia fresca y seca, análisis bromatológico y contenido mineral). La siembra de herbáceas incrementó la cobertura vegetal total de los suelos yesosos degradados y redujo su tasa de erosión. La materia vegetal fresca y seca, así como los productos no nitrogenados, aumentaron con este tratamiento mientras el contenido de proteínas, ceras y fibras apenas se modificó. La remicorrización no afectó significativamente ni a la cantidad ni a la calidad del conjunto de la vegetación. El acolchado de paja fue el tratamiento más efectivo contra la erosión e indujo a algunas mejoras tanto de la cantidad como de la calidad (mayor digestibilidad de las proteínas, menor contenido en lignina) del material vegetal.

ABSTRACT.—Gypiferous soils rehabilitation in semiarid degraded lands were studied. Sowing, remycorrhization and mulching techniques were applied on four

* Departamento de Agricultura. Escuela Universitaria Politécnica. Ctra. Zaragoza, km. 67. E-22071 HUESCA.

experimental plots of 120 m² in surface. These techniques of revegetation were prepared in order to asses its influence on soil erosion (measured with *Gerlach* boxes) and plant quantity and quality (vegetal recovery, fresh and dry matter, pastoral value, mineral content). Sowing increased total plant recovery in gypsiferous soils and reduced soil erosion. Dry and fresh plant matter and non structural carbohydrates increased with sowing but little variations were reflected on its proteins, fats or fibres content. Remycorrhization neither affected these parameters nor mineral content of harvested plants. Straw mulching was effective for erosion control on slopes and it increased significantly plant dry matter in reference at sowing treatment.

KEY WORDS.—Environmental rehabilitation techniques, pastoral value, gypsiferous soils, Bajo Cinca.

INTRODUCCIÓN

Las tierras áridas y semiáridas mantienen una productividad marginal e incierta y, a pesar de ello, son ocupadas por más de 700 millones de habitantes, con la consiguiente presión antrópica que sobre su medio físico se genera (PARR *et al.*, 1989). El sobrepastoreo, las talas indiscriminadas o los incendios, acciones combinadas con las precipitaciones erráticas pero intensas, pueden provocar importantes pérdidas de suelo y nutrientes. Esto es especialmente cierto en las primeras etapas que suceden a dichas perturbaciones (KUTIEL y KUTIEL, 1989; GIOVANNINI *et al.*, 1989; SOTO *et al.*, 1990; FERRAN *et al.*, 1991). En tanto en cuanto una cubierta vegetal o de hojarasca no ocupa una parte importante del suelo la erosión puede afectarlo gravemente, de ahí que un acolchado del mismo, aplicado de forma inmediata tras una perturbación, pueda constituirse en una técnica alternativa en zonas degradadas (BOODT *et al.*, 1977; VALLEJO *et al.*, 1993). Por otro lado, la recuperación vegetal puede verse limitada, junto a la falta de agua, por la escasez de semillas o la pobreza biológica de los suelos degradados (BAREA y HONRUBIA, 1993; JARSTFER y SYLVIA, 1993; MOLINA *et al.*, 1994). En este último aspecto, las micorrizas arbusculares (MA) desempeñan un importante papel en ecología y nutrición vegetal. Los hongos micorrízicos forman asociaciones mutualistas con más del 90% de las especies vegetales de zonas semiáridas (TRAPPE, 1981) y está aceptada su capacidad de estimular la captación de algunos nutrientes, en especial fósforo, y de incrementar la biomasa vegetal (COOPER, 1984; SMITH y GIANINAZZI-PEARSON, 1988). Por ello, puede ser fundamental en la rehabilitación de suelos degradados tanto la implantación de especies vegetales, con la adecuada capacidad germinativa (MARTÍ y BADIA, 1994), como la introducción de las micorrizas que puedan facilitar su reinstauración (ALLEN, 1989; BAREA y REQUENA, 1994; WHIPPS y LUMSDEN, 1989).

El objetivo general de este trabajo consiste en aplicar técnicas que permitan mantener el binomio productividad-sostenibilidad en agro-ecosistemas semiáridos (ARROYO, 1989; JAQUENOD, 1993). En concreto, se trata de compatibilizar el uso del territorio, a través del aprovechamiento puntual de la vegetación, con la conservación de los recursos suelo y agua. Se entiende que la recuperación de la cubierta protectora del suelo es un objetivo fundamental para reducir la desertización de estas zonas semiáridas. Las técnicas que deben ensayarse son: la introducción de inóculo esporal de micorrizas arbusculares y la aplicación de un acolchado de residuos vegetales, junto a la siembra de una mezcla de herbáceas de rápido crecimiento. Estas experiencias se llevan a cabo en suelos desarrollados sobre yesos (*Gypsic Regosol*), suelos ampliamente representados tanto en la comarca del Bajo Cinca (BADIA, 1989a) como en el conjunto de la Depresión Central del Ebro Medio (ALBERTO *et al.*, 1984; NIEVES y GÓMEZ, 1992).

METODOLOGÍA

El área de estudio

El área de estudio se localiza en la comarca del Bajo Cinca (sur de la provincia de Huesca), en lãs vertientes que parten de las plataformas estructurales encostradas, de morfología monegrina, hasta las terrazas cuaternarias del río Cinca (BADIA, 1989a; SANCHO MARCÉN, 1988). La zona recibe una pluviometría media de 318 mm (P) y una evapotranspiración de 832 mm (ETP); así, la relación P/ETP es característica de zonas semiáridas (UNESCO, 1977), como sucede con la mayor parte de la Depresión Central del Ebro Medio.

Para reflejar la variabilidad espacial de la zona de estudio se escogieron cuatro parcelas diferentes de manera que todas las técnicas de rehabilitación (tratamientos) se contrastaron por cuatuplicado. El conjunto de las parcelas experimentales fue localizado entre las coordenadas 41° 30'-31' long E y 0° 17'-18' lat N, todas ellas en pendientes de unos 20°, con orientación norte y a unos 200 m de altitud (s.n.m.). El dominio de vegetación en éstas corresponde a la asociación *Ononidetum tridentatae* Br.-Bl. et Bolòs, 1957, matorral bajo, gipsícola, en un avanzado estado de degradación por incendios y pastoreo, representada por el arnallo (*Ononis tridentata* L.). Más información sobre la vegetación de esta zona ha sido publicada previamente (BADIA, 1989b; BADIA *et al.*, 1993).

Los suelos presentan un perfil tipo A/C desarrollado sobre yesos; taxonómicamente pertenecen al subgrupo *Gypsic Regosol* de la leyenda FAO (1989), equivalente al *Xeric Torriorthent* de la clasificación americana (SSS, 1990). Los

suelos de cada una de las parcelas experimentales han sido exhaustivamente analizados (Tabla I), según la metodología oficial (MAPA, 1994), con las modificaciones pertinentes para suelos yesosos (PORTA, 1986).

Como podemos observar todos los suelos estudiados (muestra compuesta de cuatro submuestras para cada parcela experimental) son altamente yesosos, de reacción básica y, en general, pobres en materia orgánica y nitrógeno total, incluso en su fracción más superficial. Los iones alcalino-térreos, especialmente el calcio soluble, son abundantes, al contrario de lo que sucede con el fósforo. Los carbonatos y la caliza activa, relativamente bajos si se comparan con el resto de suelos de la zona, se correlacionan negativamente con el contenido en yeso. La humedad a saturación puede considerarse alta para este tipo de suelos (BADIA, 1989a; PORTA, 1986). Más información sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de estos suelos, así como las características de sus factores formadores, ha sido previamente publicada (BADIA, 1989a; BADIA y ALCANIZ, 1994).

Diseño experimental

Se dispone de cuatro parcelas (de 120 m²), bloques o repeticiones, lo que nos permite integrar la variabilidad espacial de la zona estudiada. El diseño experimental ha englobado el tratamiento de siembra de herbáceas, la introducción de micorrizas comerciales (remicorrización) y la de un acolchado de paja. En cada una de las parcelas (se indican con las referencias 1, 2, 3 y 4 por situarse en otras tantas laderas), convenientemente valladas para evitar la depredación de herbívoros, se dispusieron los indicados tratamientos (entre paréntesis se indican las abreviaturas que se utilizarán en el resto del texto):

- control o testigo (YC),
- siembra de herbáceas (YS),
- siembra con micorrizas (YSM) y
- siembra con micorrizas y acolchado (YSMA).

Las especies introducidas en la siembra fueron: *Medicago sativa* L., *Medicago truncatula* Gaertn., *Onobrychis viciifolia* Scop., *Vicia villosa* Roth, *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn., *Dactylis glomerata* L., *Lolium rigidum* Gaud. y *Phalaris canariensis* (L.). La densidad de siembra, efectuada a finales de octubre, fue de 30 g m⁻² total, con pesos equivalentes por especie. La siembra de la mezcla de herbáceas se realizó en línea, siguiendo la perpendicular a la máxima pendiente. El inóculo esporal introducido se compuso de dos espe-

Parcela	Y1		Y2		Y3		Y4		Media	
	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30
Color Munsell (seco)	10YR8/2	10YR8/2	10YR7/3	10YR8/3	10YR7/4	10YR8/4	10YR8/3	10YR8/3	10YR7/3	10YR8/3
Color Munsell (húm.)	10YR6/3	10YR7/4	10YR6/6	10YR6/3	10YR5/6	10YR6/6	10YR6/4	10YR6/4	10YR6/5	10YR6/4
Humedad a sat. (%)	54,46	48,68	50,76	52,15	50,84	51,04	51,84	49,21	51,97	50,27
Agua útil (%)	9,4	11,1	27,5	25,3	14,7	15,1	16,4	21,9	17,0	18,3
Densid. ap. (Mg m ⁻³)	1,00	1,13	1,09	1,14	1,07	1,11	1,15	1,21	1,08	1,14
Element. gruesos (%)	16,4	18,1	24,4	17,7	22,1	40,5	33,1	38,5	24,0	28,7
pH (1:2,5) en agua	7,94	8,08	7,92	8,03	7,87	8,02	7,96	8,02	7,92	8,04
pH (1:2,5) en CLK	7,77	7,91	7,61	7,80	7,59	7,79	7,64	7,86	7,65	7,84
ΔpH	0,17	0,17	0,31	0,23	0,28	0,23	0,32	0,16	0,27	0,20
Carbonatos (%)	9,26	4,70	19,26	16,86	10,66	7,37	11,04	8,83	12,55	9,44
Caliza activa (%)	2,31	0,78	4,40	2,48	2,65	1,64	2,68	1,83	3,01	1,68
C orgánico (%)	1,288	0,530	1,242	0,641	1,256	0,648	1,201	0,641	1,247	0,615
Materia orgánica (%)	2,22	0,91	2,14	1,11	2,17	1,12	2,07	1,11	2,15	1,06
Nitrógeno total (%)	0,135	0,065	0,124	0,069	0,127	0,067	0,118	0,081	0,126	0,070
Relación C/N	9,54	8,15	10,01	9,30	9,89	9,67	10,18	7,92	9,90	8,76
P (Olsen, ppm)	1,4	0,3	1,5	0,3	0,7	0,3	0,7	0,6	1,07	0,37
Ca ⁺⁺ sol. (meq l ⁻¹)	16,00	14,50	17,39	16,55	16,43	14,59	17,31	16,10	16,78	15,43
Mg ⁺⁺ sol. (meq l ⁻¹)	2,30	2,06	2,51	2,35	2,36	2,01	2,49	2,30	2,41	2,18
Na ⁺ sol. (meq l ⁻¹)	0,58	0,57	0,83	1,15	0,80	0,59	0,69	0,61	0,72	0,73
CEc (25°C) (dS m ⁻¹)	3,14	2,74	3,30	3,24	3,14	2,71	3,01	2,81	3,15	2,87
RAS (meq l ⁻¹) ^{1/2}	0,19	0,20	0,26	0,37	0,26	0,20	0,22	0,20	0,23	0,24
Yeso (%)	63,3	76,3	50,8	66,6	68,5	74,2	60,9	77,2	60,9	73,6

Tabla I. Características físico-químicas de los suelos de las parcelas experimentales, a dos profundidades.

cies de micorrizas arbusculares (*Glomus* sp.) y material inerte de soporte, en una dosis de 120 mg/semilla. Las micorrizas se aplicaron superficialmente tras la siembra otoñal de la mezcla de herbáceas indicada. Con respecto al acolchado, se aportó una dosis elevada de paja de cebada (10 Mg ha⁻¹), cubriendo tanto el material fúngico como las semillas. Es remarcable que las especies introducidas no actuaron como invasoras en los alrededores de las parcelas experimentales.

Análisis de la vegetación

En cada una de las cuatro subparcelas experimentales se obtuvo la cobertura vegetal mediante la proyección de una malla cuadrículada (con luz de 5 cm y 1 m² de tamaño) sobre la superficie del suelo (*point quadrat method*). Se tomaron, en cada subparcela, dos medidas de 100 puntos cada una; se ofrece en este trabajo el valor medio de ambas (en porcentaje). Se diferenció entre suelo sin cobertura, pedregosidad superficial, hojarasca y recubrimiento de cada especie vegetal. Estas medidas se efectuaron siete meses después de la siembra, en la fase final del periodo vegetativo de las especies herbáceas (mayo de 1993). La denominación de las especies vegetales se establece siguiendo la clave de Bolòs *et al.* (1990).

Inmediatamente después de las medidas de cobertura se realizó la siega del conjunto de material vegetal (especies sembradas y autóctonas). La hierba se segó manualmente, con tijeras, a 1 cm de altura respecto al suelo. La hierba recogida se pesó en verde y se secó (24 h a 105°C) para así conseguir una medida de la producción. Además de la producción, se obtuvieron las características químico-bromatológicas de la hierba, tales como el contenido en proteína, grasa, fibra y carbohidratos, así como el calcio, fósforo y potasio. Estos análisis fueron realizados en el laboratorio del departamento de Agricultura y Economía Agraria de la Universidad de Zaragoza, según la metodología estándar:

- Proteína bruta, por digestión Kjeldahl.
- Proteína digestible, proteína soluble en pepsina-ácido clorhídrico.
- Digestibilidad de la proteína: proteína digestible respecto a la bruta (%).
- Fibra bruta, residuo insoluble en ácido sulfúrico 1,25% e hidróxido sódico 1,25% (método Weende).
- Extractivos no nitrogenados, obtenidos por la expresión (%)
ENN=100-(Humedad+Cenizas+Proteína+Grasa+Fibra brutas)
- Fibra y lignina detergentes, por el método de Van Soest.
- Grasa bruta, por extracción Soxhlet con éter etílico.

- Cenizas, por incineración a 550°C.
- Elementos minerales, por disolución de las cenizas en ácido nítrico-clorhídrico-agua (1-3-12) y medición en la solución del fósforo por colorimetría con vanato-molibdato, calcio por complexometría y potasio por espectrofotometría de absorción atómica.

Más información sobre la metodología utilizada en el análisis químico-bromatológico se ofrece, en detalle, en trabajos previos (AMELLA y FERRER, 1990).

Se evaluó el valor que el material cosechado podía tener como forraje, según el método del Valor Pastoral (DAGET y POISSONET, 1972), consistente en el cálculo del siguiente índice:

$$VP=0,2\sum[C_s \cdot I_s]$$

donde C_s es la contribución específica o abundancia de cada una de las especies vegetales, en porcentaje, e I_s , un índice de la calidad forrajera de cada una de estas especies. El valor de C_s fue obtenido a partir de la cobertura vegetal y el de I_s a partir de la bibliografía (ASCASO, 1990; ASCASO y FERRER, 1993). Las especies a las que se atribuyó un I_s superior a cero fueron: *Agropyron cristatum* (1), *Argyrolobium zanonii* (2), *Astragalus turolensis* (1), *Brachypodium retusum* (1), *Bromus sterilis* (1), *Dactylis glomerata* (4), *Hedysarum confertum* (1), *Hordeum vulgare* (5), *Hippocrepis multisiliquosa* (1), *Lolium rigidum* (1), *Medicago minima* (2), *Medicago sativa* (3), *Medicago truncatula* (2), *Onobrychis viciifolia* (3), *Phalaris canariensis* (1), *Stipa offneri* (1), *Vicia villosa* (2).

Análisis de la erosión del suelo

Para contrastar el efecto del incendio sobre la erosividad de los suelos se utilizaron trampas de sedimentos o *Gerlachs*, que ofrecen una medida continua de la erosión del suelo. Se instaló un *Gerlach* (de dimensiones de 50 x 16 x 16 cm) para cada subparcela y tratamiento. La superficie de recogida potencial de sedimentos (de 4 m²) se limitó con una lámina metálica de 1 m de longitud. Los sedimentos se recogieron cada 30 días aproximadamente, si bien en este trabajo se ofrece únicamente el total recogido durante el período de estudio (noviembre de 1993 a mayo de 1994, inclusive).

Tanto los datos de erosión como los de la vegetación son evaluados, estadísticamente, con el programa StatView 512 (versión 1.1), de Abacus Concepts, Inc. Se utiliza el análisis de varianza de las diferencias mínimas cuadráticas (con una $p < 0,05$) para contrastar la significatividad de las diferencias entre medias de los

distintos tratamientos. Se ofrece también la matriz de correlación entre los parámetros obtenidos del análisis químico-bromatológico de las plantas (con $p < 0,05$ y $p < 0,01$).

RESULTADOS

En las parcelas yesosas las especies autóctonas que tienen mayor importancia cuantitativa en el recubrimiento de la superficie edáfica son *Helianthemum syriacum* y *Brachypodium retusum*, aunque con una gran heterogeneidad espacial, como se refleja en la comparación de réplicas (Tabla II).

El recubrimiento vegetal total, tras casi dos años de la última perturbación del ecosistema (incendio), es de $15,9 \pm 7,1\%$ en las parcelas C (control o testigo). Este porcentaje es algo inferior al observado en la Catalunya Central (FERRAN *et al.*, 1991), en Andalucía Oriental (MAY, 1991) o en Israel (KUTIEL y KUTIEL, 1989) y mucho menor al de zonas del litoral catalán (PAPIÓ y TERRADAS, 1984; FONTANILLAS y CANADELL, 1987), litoral valenciano (VALLEJO, 1993) o sur de Francia (TRABAUD y PAPIÓ, 1987). En las parcelas con el tratamiento S (siembra de herbáceas), este mismo recubrimiento alcanzó el $40,0 \pm 8,5\%$, del cual dos terceras partes corresponden a las herbáceas sembradas. La importancia de la introducción de una mezcla de herbáceas, en este ambiente semiárido, con respecto al aumento de la cobertura vegetal es similar a la observada en zonas del Levante español (FERRAN, 1994). En las parcelas YSM y YSMA los resultados no son significativamente diferentes a los de la YS en cuanto a este parámetro. Entre las herbáceas sembradas destaca *Lolium rigidum*, con un recubrimiento medio próximo al 12%; el resto de plantas introducidas tiene una importancia similar, con un aporte de alrededor de un 5% del recubrimiento total para *Onobrychis vicifolia* y entre un 2-4% para cada una de las otras seis especies. En conjunto, con estos tratamientos, resta un 60% de la superficie edáfica sin cobertura vegetal, porcentaje algo superior al encontrado en suelos margosos (BADIA y MARTÍ, 1994; FERRAN, 1994).

En relación con la erosión hídrica, existe una negativa y significativa ($p < 0,01$) correlación entre erosión y cobertura vegetal ($r = -0,70$). La siembra de las herbáceas reduce hasta una cuarta parte las pérdidas de suelo por erosión laminar; con la aplicación de un acolchado de paja esta reducción llega a ser prácticamente siete veces mayor que el control. Este hecho se correlaciona con la contribución que las herbáceas sembradas ejercen en la cobertura del suelo (entre un 23 y un 28%), así como su disposición en el terreno, en líneas que

siguen la perpendicular a la máxima pendiente. En ningún caso, ni siquiera en las parcelas control, la cantidad de sedimentos recogidos puede calificarse como grave (SALA *et al.*, 1991; SALA y RUBIO, 1994). Es bien conocido que la erosión en zonas afectadas por incendios es más importante en los primeros meses después de la acción del fuego y especialmente en aquellos de gran intensidad (KUTIEL y KUTIEL, 1989; GIOVANNINI *et al.*, 1989; FERRAN *et al.*, 1991; TRABAUD, 1991; BENITO *et al.*, 1991; MARQUÉS, 1991). Por otro lado, la variación interanual en zonas semiáridas es tan grande que se requieren largas series de años para obtener resultados significativos (LÓPEZ-BERMÚDEZ *et al.*, 1991; MARQUÉS, 1991).

La introducción de una mezcla de semillas de herbáceas ha supuesto, junto a un mejor control de la erosión laminar, algunas modificaciones en la cantidad y calidad de la vegetación (Tabla III).

En conjunto, el valor pastoral llega a multiplicarse por diez con la introducción de las herbáceas y por veinte con el acolchado, siempre en referencia al testigo. Observamos un incremento del material vegetal fresco y seco al comparar cada tratamiento en cada una de las réplicas. Existe, sin embargo, gran variabilidad entre las parcelas (situadas en laderas distintas) utilizadas como réplicas, lo que limita la significatividad de estas diferencias. En valor absoluto, los datos de producción vegetal aquí obtenidos pueden representar valores del 0,1 al 1% de lo que producen los pastos pirenaicos o pre-pirenaicos (ASCASO, 1990; FERRER *et al.*, 1980). Además, la proporción de proteínas puede considerarse baja, al contrario de lo que sucede con la fibra. El contenido en fósforo y potasio es muy bajo, a diferencia del calcio, reflejo de la disponibilidad de estos nutrientes en el suelo. La siembra de herbáceas ha inducido a un incremento significativo ($p < 0,05$) de los extractivos no nitrogenados, parámetro indicador de la calidad energética de la vegetación, que incluiría hemicelulosas, almidón y otras materias solubles libres de nitrógeno (glúcidos no estructurales). El contenido total de cenizas, del 11,3% en el testigo, disminuye hasta un 9,7% con la introducción de las herbáceas y hasta un 7,9% con la del acolchado.

Es de destacar que, en el tratamiento con acolchado (YSMA), la cobertura vegetal total es ligeramente más elevada que en el resto de tratamientos, si bien las herbáceas han contribuido menos a dicha cobertura. También se observa cómo la vegetación en este tratamiento tiene un porcentaje de humedad más bajo; así, en este caso la humedad es del 21,6% cuando en el resto de tratamientos supera el 26%. Este hecho va acompañado de un cierto incremento de la fibra y la digestibilidad de las proteínas. Así, la fibra neutro detergente pasa al

PLANTA / N.º DE CONTACTO	YC1	YC2	YC3	YC4	YS1	YS2	YS3	YS4	YSM1	YSM2	YSM3	YSM4	YSMA1	YSMA2	YSMA3	YSMA4
Suelo sin cobertura	41,5	77,5	67,5	61	45	37	54	38,5	58	45,5	49	42	2	0	0	0
Pedregosidad superficial	36	11	23	16	25,5	17	5,5	13	13	16	5	12,5	6	2,5	1	1
Hojarasca, ramas	1	1,5	0	0,5	1,5	0,5	0,5	2	1,5	2	1	2	57,5	55,5	59	45
Medicago sativa L.					0,5	2	2,5	1,5	1,5	2	4,5	2	1,5	0,5	1,5	1
Medicago truncatula Gaertn.					3	5	3,5	2,5	1,5	4,5	5	4,5	1,5	0	1	1
Onobrychis viciifolia Scop.					2,5	4,5	8	4	5,5	4,5	7	4	4,5	1,5	1,5	3,5
Vicia villosa Roth					2	5,5	4	1	2	2,5	4,5	2,5	5	0,5	1	2,5
Agropyron cristatum (L.) Gaertn.					2,5	0,5	1	0	2	2	0,5	0	0	0	0	0
Dactylis glomerata L.					1,5	4,5	1,5	1	1,5	0,5	5	2	4	1,5	2	1,5
Lolium rigidum Gaud.					8,5	8,5	15,5	7,5	9	8	10	7,5	9	12	11,5	13
Phalaris canariensis L.					1,5	3,5	2,5	1,5	0,5	5	2,5	1	3,5	0	2,5	3,5
Hordeum vulgare L.													0,5	20,5	15	19,5
Allium sphaerocephalon L.																
Argyrobolium zanonii (Turra) P. W. Ball																
Asterolinon linum-stellatum (L.) Duby											1,5				1	
Astragalus turoloensis Pau			5,5													
Atracylis humilis L.																
Bombycilaena erecta (L.) Smolj.																
Brachypodium retusum (Pers.) Beauv.	4		1	8,5				12,5			1,5	15	2		1	5,5
Bromus sterilis L.															1	0,5
Bupleurum baldense Turra																
Carduus tenuiflorus Curtis																
Centranthus calcitrapae (L.) Dufresne	1															
Cistus clusii Dunal			1							0,5						
Crepis vesicaria (L.)																
Dipcadi serotinum (L.) Medic.								0,5								
Eruca vesicaria (L.) Cav.																
Erucastrum nasturtifolium (Poiret) O. E.				0,5												
Euphorbia exigua L.																
Filago pyramidata L.	0,5							0,5	0,5							
Fumana ericoides (Cav.) Gandg.	1						1									

Tabla II. Porcentaje de cobertura ocupada por suelo, pedregosidad, hojarasca y cada una de las especies sembradas y autóctonas en las subparcelas experimentales.

PLANTA / N.º DE CONTACTO	YC1	YC2	YC3	YC4	YS1	YS2	YS3	YS4	YSM1	YSM2	YSM3	YSM4	YSMA1	YSMA2	YSMA3	YSMA4
<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Spach	1,5					1,5						0,5				
<i>Galium parisiense</i> L.	1															
<i>Genista scorpius</i> (L.) DC.		2	1			0,5	0,5	2	1					1		
<i>Hedysarum confertum</i> Desf.																
<i>Helianthemum hirtum</i> (L.) Mill.				3				4,5					0,5			
<i>Helianthemum marifolium</i> (L.) Mill.				3				1,5								
<i>Helianthemum squamatum</i> (L.) Pers.				0,5												
<i>Helianthemum syciacum</i> (Jacq.) Dum.-Cours.	8,5			5	3,5			5,5	1,5	3		2			1	1,5
<i>Herniaria fruticosa</i> L.		0,5														
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i> L.				0,5						1,5						
<i>Linum strictum</i> L.				0,5												
<i>Lithospermum fruticosum</i> L.		2														
<i>Malva aegyptia</i> L.																
<i>Medicago minima</i> (L.) L.																
<i>Narcissus assoanus</i> Duf.					0,5											
<i>Neostema apulum</i> (L.) I. M. Johnston																
<i>Ononis tridentata</i> L.		1				6,5					3	0,5				0,5
<i>Picris hispanica</i> (Wild.) P. D. Sell												1				
<i>Polygala rupestris</i> Pourr.	0,5								0,5							
<i>Quercus coccifera</i> L.														2,5		
<i>Reseda lutea</i> L.																
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	2,5		0,5	1	2	1		0,5	1,5				1	1		0,5
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	1		0,5										1,5			
<i>Silpha officiner</i> Breistr.		4				2				1,5				1		
<i>Teucrium polium</i> L.																
<i>Thymelaea tinctoria</i> (Pourr.) Endl.		0,5														
<i>Thymus vulgaris</i> L.												0,5				
C OBERTURA TOTAL (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Cobertura vegetación (%)	21,5	10	9,5	22,5	28	45,5	40	46,5	27,5	36,5	45	34,5	42	40	54	54
Vegetación sembrada (%)	0	0	0	0	22	34	38,5	19	23,5	29	39	23,5	29	16	21	26

Tabla II. (Cont.)

Parámetro	SE	RVT	RVS	MVF	MVS	VP	Pb	Pd	(Pd/Pb)100	Gb	Fb	FND	FAD	LAD	ENN	CEN	Ca	P	K
	g m ⁻²	%	%	g m ⁻²	g m ⁻²		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
YC1	344,48	21,5	0	93,28	36,04	0,8	9,21	2,73	29,6	2,94	27,87	43,34	27,22	8,34	43,07	12,92	1,83	0,075	0,930
YC2	95,89	10,0	0	91,23	36,74	0,8	9,26	6,96	75,2	1,52	32,49	70,38	33,66	7,48	48,76	11,46	1,57	0,045	0,738
YC3	482,71	9,5	0	77,49	28,92	1,3	11,58	6,25	54,0	3,81	29,77	48,19	32,49	10,59	44,33	10,52	1,98	0,089	0,618
YC4	66,11	22,5	0	117,80	43,81	1,8	7,64	2,04	26,7	2,40	30,17	55,96	34,53	9,68	49,63	10,16	1,68	0,087	0,570
Media	247,3a	15,9a	0a	94,95a	36,38a	1,2a	9,42a	4,49a	46,4a	2,67a	30,07a	54,47a	31,97a	9,02ab	46,45a	11,26a	1,76a	0,074a	0,714a
YS1	117,73	28,0	22,0	127,45	43,37	7,5	8,76	2,27	25,9	3,16	24,33	41,26	31,40	11,79	52,29	7,97	2,08	0,076	1,092
YS2	51,89	45,5	34,0	92,22	41,64	14,6	9,78	7,00	71,6	1,98	28,68	57,16	31,65	6,26	50,00	9,56	1,93	0,053	0,822
YS3	51,93	40,0	38,5	87,97	38,76	14,4	12,00	8,39	69,9	3,19	23,50	46,75	26,51	12,06	50,35	10,96	1,96	0,078	0,803
YS4	45,16	46,5	19,0	182,80	65,16	9,8	9,75	3,90	40,0	1,910	26,23	52,87	30,41	8,95	51,61	10,50	1,71	0,096	0,709
Media	68,68b	40,0b	28,4b	122,61ab	47,23a	11,6b	10,07a	5,39a	51,8a	2,56a	25,68a	49,51a	29,99a	9,76ab	51,06b	9,75b	1,92a	0,076a	0,857a
YSM1	82,15	27,5	23,5	122,88	42,52	9,1	9,30	4,42	47,5	4,12	26,45	48,76	34,28	17,50	49,75	10,39	1,51	0,078	1,110
YSM2	28,38	36,5	29,0	187,82	63,87	10,4	10,76	4,70	43,7	2,05	23,38	42,15	28,41	22,07	52,35	11,50	2,09	0,072	1,026
YSM3	31,10	45,0	39,0	141,61	50,09	17,9	9,49	4,40	46,4	2,62	23,51	41,42	29,62	21,34	51,98	11,40	2,15	0,073	0,822
YSM4	14,05	43,5	23,5	195,28	78,82	12,7	8,35	5,16	61,8	1,70	33,83	66,45	37,08	5,84	50,29	9,83	1,08	0,082	0,623
Media	38,92b	38,1b	28,7b	161,90b	58,82ab	12,5b	9,47a	4,67a	49,8a	2,62a	26,79a	49,69a	32,35a	16,69b	51,09b	10,78ab	1,71a	0,076a	0,920a
YSMA1	50,41	34,5	29,0	125,11	42,16	12,8	8,47	5,98	70,6	3,01	29,01	55,65	32,92	6,38	50,26	9,25	1,23	0,108	0,942
YSMA2	22,06	42,0	16,0	175,22	81,36	25,7	9,77	7,49	76,7	1,90	29,04	60,44	30,89	5,17	52,44	6,85	1,40	0,098	0,948
YSMA3	53,77	40,0	21,0	128,72	68,37	22,6	6,57	4,54	69,1	2,23	26,56	63,47	30,15	4,45	57,48	7,16	1,22	0,083	0,791
YSMA4	21,83	54,0	26,0	91,86	95,20	29,3	6,55	4,64	70,8	1,74	29,42	67,12	33,51	4,84	54,06	8,24	1,04	0,080	0,948
Media	37,02b	46,6b	23,0b	155,23b	71,77b	22,6c	7,84a	5,66a	71,8b	2,22a	28,51a	61,67a	31,87a	5,21a	53,56b	7,87c	1,22a	0,092a	0,907a

Tabla III. Parámetros medidos en las parcelas experimentales: suelo erosionado (SE), recubrimiento vegetal total (RVT) y de las especies sembradas (RVS), materia vegetal fresca (MVF) y seca (MVS), valor pastoral (VP) y contenido en proteína bruta (Pb), proteína digerible (Pd), digestibilidad proteica [Pd/Pb x 100], grasa bruta (Gb), fibras (Fb, fibra bruta; FND, fibra neutro detergente; FAD, fibra ácido detergente), lignina ácido detergente (LAD), extractivos no nitrogenados (ENN) y minerales (Ca, calcio; P, fósforo; K, potasio). Letras diferentes en cada columna (parámetro) indican que las medias de los distintos tratamientos son significativamente diferentes, según análisis de la varianza ($p < 0,05$).

62% con el tratamiento del acolchado cuando era del 51% (como media de los tratamientos restantes); de igual forma, la digestibilidad de las proteínas pasa de 49% a 72%. Por otro lado, la cantidad de lignina se reduce del 12% al 5%. Esto puede ser debido, junto a la estimulación de la vegetación por mejora de la reserva hídrica del suelo (YUNUSA *et al.*, 1994), a que con la paja se incorporó involuntariamente cebada, que en el momento de su siega se encontraba prácticamente seca, como se deduce del elevado peso seco del material vegetal conjunto. Las semillas de cebada, que se encontraban con la paja que sirvió de acolchado, se desarrollaron con gran vigor dado que proceden de semilla previamente seleccionada para su cultivo en zonas semiáridas.

El tratamiento con micorrizas (YSM) afectó a alguno de los parámetros aquí analizados aunque de forma poco evidente. Así, se ha observado un cierto incremento de la cantidad de la materia vegetal fresca y seca para cada una de las parcelas, si bien la variabilidad entre ellas limita la significatividad del efecto del tratamiento. Estudios previos mostraban un incremento del porcentaje de micorrización de la vegetación de este tipo de suelos con el tratamiento de remicorrización (BARCELÓ *et al.*, 1994). Existe una correlación positiva y significativa ($p < 0,05$) entre el porcentaje de micorrización obtenido en dicho trabajo previo y la materia vegetal fresca ($r = 0,57$) y seca ($r = 0,54$), así como con los glúcidos no estructurales ($r = 0,56$) y el contenido en fósforo ($r = 0,50$) y potasio ($r = 0,58$). Hay que constatar que al inicio de esta experiencia, un año después de producirse el incendio, el *status* de micorrizas arbusculares, aunque algo inferior, se aproximaba al existente antes de dicha perturbación. Así, el número de esporas de estas micorrizas representaba el 67,2% en suelos yesosos con respecto a controles no quemados y en la misma época. Por otro lado, su diversidad equivalía a 3/4 partes de la original (BARCELÓ *et al.*, 1994). Estos datos pondrían en evidencia la resiliencia de las micorrizas arbusculares (PUPPI y TARTAGLINI, 1991; TARTAGLINI y PUPPI, 1992) frente al comportamiento general de los hongos después de un incendio (ARCARA y LULLI, 1972; VÁZQUEZ *et al.*, 1991), remarcando que se trata de un grupo trófico distinto al resto de la biomasa microbiana edáfica. Por ello, los resultados que observamos indicarían que existe una influencia del porcentaje de micorrización con la propia cantidad y calidad de las plantas pero al mismo tiempo la remicorrización apenas ha aportado modificación alguna de estos parámetros.

La obtención de la matriz de correlación entre los parámetros derivados del análisis químico-bromatológico de la vegetación pone en evidencia sus interrelaciones (Tabla IV).

Es de destacar que el valor pastoral se correlaciona, significativa y positivamente ($p < 0,01$), con la cantidad de materia vegetal seca, la digestibilidad de las proteínas y el porcentaje de extractivos no nitrogenados (glúcidos de tipo no estructural) y, negativamente, con el porcentaje de cenizas. Esto implica que, para este trabajo, al comparar el valor pastoral entre los diferentes tratamientos, se está utilizando un parámetro que integra cantidad y calidad de la vegetación. Por otro lado, la fibra obtenida por el método Weende (fibra bruta) se correlaciona positivamente con las fracciones de fibra (neutro y ácido detergente) obtenidas por el método de Van Soest (FND y FAD, respectivamente). Poca significatividad han tenido estas medidas de la fibra con el resto de parámetros debido a la homogeneidad en el contenido de la misma en las diferentes parcelas. En cuanto a los minerales, el calcio se correlaciona negativamente con la producción de materia seca, la digestibilidad de las proteínas y las fibras citadas, mientras que se correlaciona positivamente con la proteína bruta y la lignina. En cambio, ni el fósforo ni el potasio muestran correlación alguna con el resto de parámetros analizados. La mayor parte de las correlaciones encontradas han sido puestas en evidencia en trabajos previos (FERRER *et al.*, 1976).

CONCLUSIONES

La introducción de una mezcla de herbáceas para rehabilitar suelos yesosos (*Gypsic Regosol*) degradados de la Depresión Central del Ebro Medio ha supuesto:

— Un incremento significativo de la cobertura vegetal con la correspondiente reducción de la erosión de dichos suelos, en todos casos reducida.

— Un incremento de la cantidad de materia vegetal fresca y seca producida por unidad de superficie y de su calidad, reflejada en un aumento significativo del valor pastoral y de la cantidad de glúcidos no estructurales y un decremento del porcentaje de las cenizas.

La remicorrización ha supuesto pocas modificaciones de la calidad y la cantidad de la vegetación debido a la rápida recuperación de los hongos micorrízicos autóctonos tras la perturbación de los suelos estudiados. El acolchado ha comportado un aumento significativo de la producción de la vegetación (en seco), del valor pastoral y de la digestibilidad de las proteínas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado parcialmente por el Instituto de Estudios Altoaragoneses, de la Excm. Diputación Provincial de Huesca.

	MVF	MVS	VP	Pb	Pd	Pd/Pb	Gb	Fb	FND	FAD	LAD	ENN	CEN	Ca	P	K
MVF	1	0,89**	0,55*	-0,33	-0,19	0,02	-0,53*	0,01	0,22	0,21	0,03	0,56*	-0,32	-0,42	0,34	0,22
MVS	0,89**	1	0,77**	-0,48	-0,02	0,30	-0,62**	0,14	0,48	0,20	-0,27	0,66**	-0,54*	-0,62**	0,27	0,14
VP	0,55*	0,77**	1	-0,35	0,29	0,56*	-0,35	-0,16	0,32	-0,06	-0,22	0,75**	-0,66**	-0,47	0,23	0,28
Pb	-0,33	-0,48	-0,35	1	0,49	-0,01	0,36	-0,34	-0,54*	-0,46	0,46	-0,48	0,48	0,69**	-0,10	-0,05
Pd	-0,19	-0,02	0,29	0,49	1	0,86**	-0,11	0,15	0,31	-0,10	-0,19	-0,01	-0,09	-0,08	-0,13	-0,10
Pb/Pd	0,02	0,3	0,56*	-0,01	0,86**	1	-0,34	0,34	0,66**	0,14	-0,47	0,29	-0,38	-0,51*	-0,08	-0,05
Gb	-0,53*	-0,62**	-0,35	0,36	-0,11	-0,34	1	-0,37	-0,64**	-0,15	0,39	-0,41	0,19	0,35	0,24	0,25
Fb	0,0	0,14	-0,16	-0,34	0,15	0,34	-0,37	1	0,77**	0,75**	-0,67**	-0,29	-0,10	-0,61*	-0,03	-0,45
FND	0,22	0,48	0,32	-0,54*	0,31	0,66**	-0,64**	0,77**	1	0,60*	-0,74**	0,29	-0,42	-0,81**	-0,08	-0,33
FAD	0,21	0,20	-0,06	-0,46	-0,10	0,14	-0,15	0,75**	0,60*	1	-0,31	0,02	-0,27	-0,57*	0,05	-0,21
LAD	0,03	-0,27	-0,22	0,46	-0,19	-0,47	0,39	-0,67**	-0,74**	-0,31	1	-0,05	0,51*	0,66*	-0,18	0,30
ENN	0,56*	0,66**	0,75**	-0,48	-0,01	0,30	-0,41	-0,29	0,29	0,02	-0,05	1	-0,68*	-0,34	0,11	0,22
CEN	-0,32	-0,54*	-0,66**	0,48	-0,09	-0,38	0,19	-0,10	-0,42	-0,27	0,51*	-0,68**	1	0,50*	-0,37	-0,18
Ca	-0,42	-0,62**	0,47	0,69**	-0,08	-0,51*	0,35	-0,61*	-0,81**	-0,57*	0,66**	-0,34	0,50*	1	-0,33	0,01
P	0,34	0,27	0,23	-0,10	-0,13	-0,08	0,24	-0,03	-0,08	0,05	-0,18	0,11	-0,37	-0,33	1	-0,02
K	0,22	0,14	0,28	-0,05	-0,10	-0,05	0,25	-0,45	-0,33	-0,21	0,30	0,22	-0,18	0,01	-0,02	1

Tabla IV. Matriz de correlación entre los parámetros de la analítica vegetal: materia vegetal fresca (MVF) y seca (MVS), valor pastoral (VP) y contenido en proteína bruta (Pb), proteína digerible (Pd), digestibilidad proteica (Pd/Pb x 100), grasa bruta (Gb), fibras (Fb, fibra bruta; FND, fibra neutro detergente; FAD, fibra ácido detergente), lignina ácido detergente (LAD), extractos no nitrogenados (ENN), CEN (cenizas) y minerales (Ca, calcio; P, fósforo; K, potasio). La significatividad del coeficiente de correlación viene indicada con un asterisco para una $p < 0,05$ o con dos asteriscos para una $p < 0,01$, con un tamaño de muestra de $n = 16$.

Queremos agradecer la colaboración de Sergio Galindo, Eduardo Royes, Pedro Durán, Raúl Cristóbal y José Azorín, por participar en el montaje de las parcelas experimentales, en la recogida de sedimentos y vegetación; al Dr. Enric Gràcia, de la empresa Micología Forestal y Aplicada, por suministrarnos el inóculo fúngico; a los Dres. Joaquín Ascaso, Rosa M.^a Maestre y Jesús Terreros, de la Universidad de Zaragoza, por sus sugerencias en la discusión de los resultados referentes a las características bromatológicas de la vegetación; a Melchor Maestro, del CSIC, por su colaboración en las determinaciones analíticas edáficas. Finalmente, a la Fundación Ramón Areces y a Caja de Madrid queremos manifestar nuestro agradecimiento por su colaboración en el equipamiento experimental.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERTO, F.; GUTIÉRREZ, M.; IBÁÑEZ, J.; MACHÍN, J.; PEÑA, J.L.; POCOVÍ, A. y RODRÍGUEZ, J., 1984. *El Cuaternario de la Depresión del Ebro en la región aragonesa. Cartografía y síntesis de los conocimientos existentes*. Universidad de Zaragoza-Estación Experimental de Aula Dei. Zaragoza.
- AMELLA, A. y FERRER, C., 1990. *Explotaciones de pastos en caseríos guipuzcoanos*. Ed. Amalca. Zaragoza.
- ALLEN, E. B., 1988. Some trajectories of succession in Wyoming Sagebrush Grassland: Implications for restoration. En: *The reconstruction of disturbed arid lands*. Allen, E. B. (ed.), pp. 89-112. Westview Press. Boulder, Colorado.
- ARCARA, P. G. y LULLI, L., 1972. Effetto dell'incendio sulle caratteristiche microbiologiche di un suolo forestale (rendzina). *Annali I.S.S.D.S.*, III: 157-167.
- ARROYOS, J. C., 1989. El secano aragonés ante las perspectivas de la política agraria común. En: *Jornadas sobre el futuro del secano aragonés*. D.G.A. Zaragoza. 198 pp.
- ASCASO, J., 1990. *Estudio fitocenológico y valoración de los recursos pastorales de las zonas forestales y arbustivas del Prepirineo aragonés*. Institución Fernando El Católico. Zaragoza. 152 pp.
- ASCASO, J. y FERRER, C., 1993. Valoración de los recursos pastables. En: *Valoración de los pastos del Alt Maestrat (Castellón)*. C. Ferrer (coord.). Generalitat Valenciana-Universidad de Zaragoza.
- BADIA, D., 1989a. *Los suelos de Fraga: cartografía y evaluación*. Colección de Estudios Altoaragoneses, n.º 30. Ed. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 208 pp.
- BADIA, D., 1989b. *Arbres i arbusts del Vedat de Fraga*. I.E.F. Huesca. 68 pp.
- BADIA, D.; MARTÍ, C.; ROYES, E. y GALINDO, S., 1993. La sucesión vegetal post-incendio en el dominio del coscojar. *Actas XI Bienal de la R.S.E.H.N.* Jaca.

- BADIA, D. y ALCAÑIZ, J. M.^o, 1994. Basal and specific microbial activity in semiarid agricultural soils: organic amendment and irrigation management effects. *Geomicrobiology Journal*, 11: 261-274.
- BADIA, D. y MARTÍ, C., 1994. Mejora del valor pastoral y medio-ambiental de zonas semiáridas degradadas mediante técnicas de revegetación, remicorrización y acolchado: II. Aplicación en suelos margosos (*Calcaric Regosol*). *Lucas Mallada*, 6: 37-54. Huesca.
- BARCELÓ, M.; BADIA, D.; GRACIA, E. y MARTÍ, C., 1994. Aplicación de endomicorrizas en la revegetación de suelos semiáridos afectados por incendios. *Studia Oecologica*, X-XI: 119-126.
- BAREA, J. M. y HONRUBIA, M., 1993. Micorrizas y revegetación. *Ecosistemas*, 4: 46-47.
- BAREA, J. M. y REQUENA, N., 1994. Recuperación de espacios degradados en ambientes mediterráneos: elección de especies, propagación y establecimiento de las plantas. *ITEA*, 15: 295-326.
- BENITO, E.; SOTO, B. y DÍAZ-FIERRROS, F., 1991. Soil erosion in NW Spain. En: *Soil erosion studies in Spain*. Sala, M.; Rubio, J. L. y García-Ruiz, J. M. (coord.). Geoforma Ediciones. Logroño. 228 pp.
- BOODT, M. DE; GABRIELS, D. y LENVAIN, J., 1977. Mulching as protection against erosion. *Proc. I.A.E.A.*, vol. I: 177-121.
- BOLÒS, O. DE; VIGO, J.; NINOT, J. M.^a; MASALLES, R., 1990. *Flora manual dels Països Catalans*. Ed. Pòrtic. Barcelona. 1.247 pp.
- COOPER, K. M., 1984. Physiology of VA mycorrhizal associations. En: *VA Mycorrhiza*; pp. 155-186. Edited by Powell, C. L. y Bagyaraj, D. J. CRC Press. Boca Ratón.
- DAGET, P. y POISSONET, J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des fourrages. *Fourrages*, 49: 31-39.
- FAO, 1989. *Soil map of the world*. Revised legend. World Resources Report, n.º 60. Roma. 138 pp.
- FERRAN, A., 1994. La restauración de la cubierta vegetal en condiciones mediterráneas. *ITEA*, 15: 327-334.
- FERRAN, A.; CASTELL, C.; FARRÀS, A.; LÓPEZ, L. y VALLEJO, V. R., 1991. Els efectes del foc en pinedes de la Catalunya Central. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 59 (sec. Bot., 8): 129-143.
- FERRER, C.; AMELLA, A. y MAESTRO, M., 1976. *Relación entre la composición florística y la ecología de pastos estivales pirenaicos, con su valor nutritivo*. Trabajos del I.E.P.G.E., n.º 24. Zaragoza. 26 pp.
- FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; OCAÑA, M., 1980. *Explotaciones de pastos en caseríos guipuzcoanos: I. La producción de hierba*. Trabajos del I.E.P.G.E., n.º 46. Zaragoza. 50 pp.
- FONTANILLAS, I. y CANADELL, J., 1987. Regeneració del sotabosc de les pinedes de pi blanc després d'un incendi. En: *Ecosistemes terrestres. La resposta als incendis i a d'altres perturbacions*. Quaderns d'Ecologia Aplicada, 10: 93-99.
- GIOVANNINI, G.; LUCHESI, S. y GIACHETTI, S., 1989. Beneficial and detrimental effects of heating on soil quality. En: *Fire in Ecosystem Dynamics. Mediterranean and Northern Perspective*. Goldammer, J. G. y Jenkins, M. J. (eds.), pp. 95-102. SPB Academic Publishing. The Hague.

- JAQUENOD, S., 1993. Política ambiental tras Maastricht. *Ecosistemas*, 4: 48-50.
- JARSTFER, A. G. y SYLVIA, D. M., 1993. Inoculum production and inoculation strategies for vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. En: *Soil microbial ecology: applications in agricultural and environmental management*. F. Blaine Metting Jr. (ed.). Marcel Dekker, Inc. New York. 646 pp.
- KUTIEL, P. y KUTIEL, H., 1989. Effects of a wildfire on soil nutrients and vegetation in an Aleppo Pine Forest on Mount Carmel. *Pirineos*, 134: 59-74.
- LÓPEZ-BERMÚDEZ, F.; ROMERO-DÍAZ, M. A. y MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J., 1991. Soil erosion in a semi-arid mediterranean environment. El Ardal Experimental field (Murcia, Spain). En: *Soil erosion studies in Spain*. Sala, M.; Rubio, J. L. y García-Ruiz, J. M. (coord.). Geofoma Ediciones. Logroño. 228 pp.
- MAPA, 1994. *Métodos oficiales de análisis*. Vol. III. Dirección General de Política Alimentaria. Madrid.
- MARTÍ, C. y BADIA, D., 1994. Germinación de Cistáceas en condiciones de laboratorio. *Rev. ITEA*, n.º 15: 38-43.
- MAY, T., 1991. Observaciones y reflexiones sobre el comportamiento tras el fuego de algunas especies de la zona mediterránea de Andalucía Oriental. *Ecología*, 5: 125-134.
- MARQUÉS, M. A., 1991. Soil erosion research: experimental plots on agricultural burnt environments near Barcelona. En: *Soil erosion studies in Spain*. Sala, M.; Rubio, J. L. y García-Ruiz, J. M. (coord.). Geofoma Ediciones. Logroño. 228 pp.
- MOLINA, F.; ARIL, H. y MARRODÁN, J. I., 1994. Proceso de restauración de escombreras en las explotaciones a cielo abierto de Endesa, en la cuenca minera de Teruel. *ITEA*, 15: 335-346.
- NICOLSON, T. H. y JOHNSTON, C., 1979. Mycorrhiza in the Gramineae. III. *Glomus fasciculatum* as the endophyte of pioneer grasses in a maritime sand dune. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 72: 261-268.
- NIEVES, M. y GÓMEZ, V., 1992. Mapa de suelos de España del Atlas Nacional. *Actas III Congreso Nacional de la S.E.C.S.*: 486-488. Pamplona.
- PAPIÓ, C.; TERRADAS, J., 1984. *La regeneració de la vegetació després de l'incendi de juliol de 1982 al Massís del Garraf*. Dep. Ecologia. U.A.B.
- PARR, J. F.; PAPENDICK, R. I.; HORNICK, S. B. y COLACICCO, D., 1989. Use of organic amendments for increasing the productivity of arid lands. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 3: 149-170.
- PORTA, J., 1986. *Técnicas y experimentos en Edafología*. Ed. Col. Oficial d'Enginyers Agrònoms de Catalunya. Barcelona. 282 pp.
- PUPPI, G. y TARTAGLINI, N., 1991. Mycorrhizal types in three Mediterranean communities affected by fire to different extents. *Acta Oecologica*, 12 (2): 295-304.
- SALA, M.; RUBIO, J. L. y GARCÍA-RUIZ, J. M.ª, 1991. *Soil erosion studies in Spain*. Geofoma Ediciones. Logroño. 228 pp.

- SALA, M. y RUBIO, J. L., 1994. *Soil erosion as a consequence of forest fires*. Geoforma Ediciones. Logroño. 275 pp.
- SANCHO MARCÉN, C., 1988. *Geomorfología de la cuenca baja del río Cinca*. Tesis Doctoral. Facultad de Geología. Universidad de Zaragoza.
- SMITH, S. E. y GIANINAZZI-PEARSON, V., 1988. Physiological interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 39: 221-244.
- SOIL SURVEY STAFF, 1990. *Keys to soil taxonomy*. 4.^a ed. SMSS tech monograph, n.º 6. Blacksburg, Virginia. 422 pp.
- SOTO, B.; BENITO, E.; PÉREZ, R.; BASANTA, R.; DÍAZ-FIERROS, F., 1990. Alterations in surface runoff due to forest fires. *Proceedings of Int. Conf. on Forest Fire Research*. Coimbra, Portugal.
- TARTAGLINI, N. y PUPPI, G., 1992. Root and mycorrhizal dynamics after fire. En: *Responses of forest ecosystems to environmental changes*; pp. 849-850. Edited by Teller, A.; Mathy, P. & Jeffers, J. N. R. Elsevier Science Publishers. London.
- TRABAUD, L., 1991. Le feu est-il un facteur de changement pour les systèmes écologiques du bassin méditerranéen? *Secheresse*, 2: 163-174.
- TRABAUD, L.; PAPIÓ, C., 1987. Regeneració de les garrigues de Montpellier i Garraf. En: *Ecosistemes terrestres. La resposta als incendis i a d'altres perturbacions*. Quaderns d'Ecologia Aplicada, 10: 101-111.
- TRAPPE, J. M., 1981. Mycorrhiza and productivity of arid and semi-arid rangelands. En: *Advances in Food Producing Systems for arid and semi-arid lands*. Manassah, J. T. and Briskey, E. J. (eds.), pp. 581-599. Academic Press. New York.
- UNESCO, 1977. *World map of desertification*. En: United Nations Conference in Desertification. 11 pp. Document A/CONF 74/2. New York.
- VALLEJO, R., 1993. Restauración de zonas afectadas por incendios forestales en la Comunidad Valenciana: ensayos de especies autóctonas y técnicas de revegetación. *IV Jornadas de la A.E.E.T.* Alicante.
- VALLEJO, R.; BELLOT, J.; FERRAN, A.; LLOVET, J.; GUARDIA, R.; BONET, A., 1993. Revegetación de áreas quemadas en la Comunidad Valenciana. *Ecosistemas*, 4: 41-43.
- VÁZQUEZ, F. J.; ACEA, M. J. y CARBALLAS, T., 1991. Microbial response to wildfire soil transformations. *Proceedings of Symposium on soil erosion and degradation as a consequence of forest fires*. Barcelona & Valencia. 31 pp.
- WHIPPS, J. M. y LUMSDEN, R. D., 1989. *Biotechnology of fungi for improving plant growth*. Cambridge University Press. Cambridge.
- YUNUSA, I. A. M.; SEDGLEY, R. H. y SIDDIQUE, K. M. H., 1994. Influence of mulching on the pattern of growth and water use by spring wheat and moisture storage on a fire textured soil. *Plant and soil*, 160: 119-130.

MEJORA DEL VALOR PASTORAL Y MEDIO-AMBIENTAL DE ZONAS SEMIÁRIDAS DEGRADADAS MEDIANTE TÉCNICAS DE REVEGETACIÓN, REMICORRIZACIÓN Y ACOLCHADO: II. APLICACIÓN EN SUELOS MARGOSOS (*Calcaric Regosol*)

David BADIA VILLAS*

Clara MARTÍ DALMAU*

RESUMEN.—Se ponen en práctica diferentes técnicas de rehabilitación de suelos carbonatados degradados: siembra de herbáceas, remicorrización y acolchado. Se analiza cómo estas técnicas, aplicadas en cuatro parcelas de 120 m² de superficie, influyen la erosión edáfica (medida con trampas *Gerlach*), así como la cantidad y calidad vegetal (recubrimiento, materia fresca y seca, valor pastoral, contenido mineral). La siembra de herbáceas incrementó la cobertura vegetal total de los suelos carbonatados degradados y redujo su tasa de erosión. La materia vegetal fresca, así como su valor pastoral, aumentaron con este tratamiento mientras el contenido de proteínas, ceras y fibras apenas se modificó. La remicorrización no afectó significativamente ni a la cantidad ni a la calidad del conjunto de la vegetación. El acolchado de paja fue el tratamiento más efectivo contra la erosión e indujo a algunas mejoras tanto de la cantidad como de la calidad (mayor peso seco, más elevado valor pastoral) del material vegetal.

ABSTRACT.—Calcareous soils rehabilitation in semiarid degraded lands was studied. Sowing, remycorrhization and mulching techniques were applied on four experimental plots of 120 m² in surface. These techniques of revegetation were

* Departamento de Agricultura. Escuela Universitaria Politécnica. Ctra. Zaragoza, km. 67. E-22071 HUESCA.

prepared to assess its influence on soil erosion (measured with *Gerlach* boxes) and plant quantity and quality (vegetal recovery, fresh and dry matter, pastoral value, mineral content). Sowing increased total plant recovery in calcareous soils and reduced soil erosion. Fresh plant matter and pastoral value increased with sowing but little variations were reflected on its proteins, fats or fibre's content. Remycorrhization neither affected these parameters nor modified mineral content of harvested plants. Straw mulching was effective reducing soil erosion and increasing significantly plant dry matter in reference at sowing treatment.

KEY WORDS.—Environmental rehabilitation techniques, pastoral value, calcareous soils, Bajo Cinca.

INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales suelo, vegetación y agua forman un sistema complejo en el que cualquier acción se deja sentir. Así, la pérdida del recubrimiento vegetal y de las capas de mantillo, por ejemplo, por sobrepastoreo o quema incontrolada, pueden dejar totalmente desprotegido el suelo frente a la acción de agentes externos como la precipitación hídrica. Las gotas de lluvia impactan directamente sobre la superficie alterando su estructura, ya modificada por el calor y el aporte de sustancias hidrófobas en el caso de una quema o por el pisoteo en el caso de sobrepastoreo, con lo cual se reduce la infiltración y aumenta la escorrentía (FERRAN *et al.*, 1991; GIOVANNINI *et al.*, 1990). Por ello, un acolchado del suelo, aplicado de forma inmediata tras una de estas perturbaciones, puede constituirse en una técnica útil en la rehabilitación de zonas degradadas (BOODT *et al.*, 1977; VALLEJO *et al.*, 1993). Por otro lado, la recuperación vegetal puede verse limitada, junto a la escasez hídrica, por la pérdida de nutrientes, por la escasez de semillas o la pobreza biológica de los suelos degradados (JARSTFER y SYLVIA, 1993; MOLINA *et al.*, 1994; SOTO *et al.*, 1990). En este último aspecto, las micorrizas arbusculares (MA) desempeñan un importante papel en ecología y nutrición vegetal (ALLEN, 1988; BAREA y HONRUBIA, 1993; NICOLSON y JOHNSTON, 1979; WHIPPS y LUMSDEN, 1989).

El objetivo de este trabajo consiste en experimentar con técnicas de revegetación, remicorrización y acolchado en suelos degradados. Se trata de conservar los recursos edáficos e hídricos, al mismo tiempo que se recupera y mejora la calidad de la vegetación. Estas experiencias se llevan a cabo en suelos desarrollados sobre margas (*Calcaric Regosol*), suelos ampliamente representados tanto en la comarca del Bajo Cinca (BADIA, 1989a) como en el conjunto de la Depresión Central del Ebro Medio (ALBERTO *et al.*, 1984; NIEVES y GÓMEZ, 1992).

METODOLOGÍA

El área de estudio

El área de estudio se localiza en la comarca del Bajo Cinca (sur de la provincia de Huesca), característica zona semiárida, tal y como hemos descrito previamente (BADIA, 1989a; BADIA y MARTÍ, 1994).

Para reflejar la variabilidad espacial de la zona de estudio se escogieron cuatro parcelas diferentes de manera que todas las técnicas de rehabilitación se contrastaron por cuatuplicado. El conjunto de las parcelas experimentales fueron localizadas entre las coordenadas: 41° 30'-31' long E y 0° 18'-19' lat N, todas ellas en pendientes de unos 20°, con orientación norte y a unos 200 m de altitud (s.n.m.). El dominio de vegetación en estas corresponde a la asociación *Rhamno-Quercetum cocciferae* Br.-Bl. et Bolòs (1954) 1957, maquia de coscoja (*Quercus coccifera* L.) y escambrón (*Rhamnus lycioides* L.), en un avanzado estado de degradación por incendios y pastoreo. Más información sobre la vegetación de esta zona ha sido publicada previamente (BADIA, 1989b; BADIA *et al.*, 1993).

Los suelos presentan un perfil tipo A/C desarrollado sobre margas (calcilutitas); taxonómicamente pertenecen al subgrupo *Calcaric Regosol* de la leyenda FAO (1989), equivalente al *Xeric Torriorthent* de la clasificación americana (SSS, 1990). Los suelos de cada una de las parcelas experimentales han sido exhaustivamente analizados (Tabla I), según la metodología oficial (MAPA, 1994).

Como podemos observar, todos los suelos estudiados (muestra compuesta de cuatro submuestras para cada parcela experimental) son altamente carbonatados, de reacción básica y, en general, medianamente ricos en materia orgánica y nitrógeno total, en su fracción más superficial. Los iones alcalino-térreos, especialmente el calcio soluble, son abundantes; al contrario sucede con el fósforo asimilable, que es bajo. La humedad a saturación puede considerarse alta para este tipo de suelos (BADIA, 1989a; PORTA y JULIA, 1983). Más información sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de estos suelos, así como sobre las características de sus factores formadores, ha sido previamente publicada (BADIA, 1989a; BADIA y ALCAÑIZ, 1994).

Diseño experimental

Se dispone de cuatro parcelas (de 120 m²), bloques o repeticiones, lo que nos permite integrar la variabilidad espacial de la zona estudiada. El diseño

Parcela	M1		M2		M3		M4		Media	
	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30
Color Munsell (seco)	10YR5/4	10YR5/4	10YR6/4	10YR6/4	10YR6/3	10YR6/3	10YR5/4	10YR6/4	10YR5/4	10YR5/4
Color Munsell (húm.)	10YR4/4	10YR4/4	10YR4/4	10YR5/4	10YR4/4	10YR5/4	10YR5/4	10YR5/6	10YR4/4	10YR5/4
Humedad a sat. (%)	54,50	52,76	48,85	41,65	49,09	56,59	47,24	48,59	49,6	49,9
Agua útil (%)	14,2	13,7	11,8	12,7	11,2	11,8	10,9	10,8	12,0	12,2
Densid. ap. (Mg m ⁻³)	1,07	1,22	1,07	1,17	1,04	1,19	1,04	1,22	1,06	1,20
Element. gruesos (%)	26,4	34,2	41,4	29,6	41,5	18,9	17,4	21,6	31,7	26,1
pH (1:2,5) en agua	8,16	8,38	8,26	8,36	8,24	8,20	7,96	7,91	8,15	8,21
pH (1:2,5) en CLK	7,56	7,64	7,55	7,65	7,55	7,67	7,59	7,60	7,56	7,64
ΔpH	0,60	0,74	0,71	0,71	0,69	0,53	0,37	0,31	0,59	0,57
Carbonatos (%)	29,43	31,86	27,40	29,49	28,64	29,41	27,43	19,12	28,22	27,47
Caliza activa (%)	9,97	11,79	10,15	8,47	9,77	10,61	9,08	4,76	9,74	8,91
C orgánico (%)	2,271	1,585	2,067	1,465	2,514	1,645	1,817	0,970	2,167	1,416
Materia orgánica (%)	3,91	2,73	3,56	2,53	4,33	2,84	3,13	1,67	3,73	2,44
Nitrógeno total (%)	0,237	0,208	0,234	0,185	0,276	0,202	0,212	0,139	0,240	0,183
Relación C/N	9,58	7,62	8,83	7,92	9,11	8,14	8,57	6,98	9,02	7,66
P (Olsen, ppm)	5,8	4,2	4,5	3,1	4,9	3,8	5,2	2,1	5,1	3,3
Ca ⁺⁺ sol. (meq l ⁻¹)	8,51	3,78	8,15	5,37	9,01	5,73	10,62	15,04	9,07	6,37
Mg ⁺⁺ sol. (meq l ⁻¹)	1,19	0,42	1,14	0,53	0,90	0,56	1,48	2,16	1,18	0,92
Na ⁺ sol. (meq l ⁻¹)	1,18	0,84	5,08	1,07	0,92	0,66	0,87	0,61	2,01	0,79
CEc (25°C) (dS m ⁻¹)	1,75	1,01	2,29	1,02	1,39	1,41	2,20	2,76	1,91	1,55
RAS (meq l ⁻¹) ^{1/2}	0,54	0,58	2,36	0,62	0,41	0,37	0,35	0,21	0,91	0,45
Yeso (%)	5,94	5,62	5,26	5,82	6,40	5,37	7,00	17,96	6,15	8,69

Tabla I. Características físico-químicas de los suelos de las parcelas experimentales, a dos profundidades.

experimental ha englobado el tratamiento de siembra de herbáceas, la introducción de micorrizas comerciales (remicorrización) y la de un acolchado de paja. En cada una de las parcelas (se indican con las referencias 1, 2, 3 y 4 por situarse en otras tantas laderas), convenientemente valladas para evitar la depredación de herbívoros, se dispusieron los indicados tratamientos (entre paréntesis se indican las abreviaturas que se utilizarán en el resto del texto):

- control o testigo (MC),
- siembra de herbáceas (MS),
- siembra con micorrizas (MSM) y
- siembra con micorrizas y acolchado (MSMA).

Las especies introducidas en la siembra fueron: *Medicago sativa* L., *Medicago truncatula* Gaertn., *Onobrychis viciifolia* Scop., *Vicia villosa* Roth, *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn., *Dactylis glomerata* L., *Lolium rigidum* Gaud. y *Phalaris canariensis* (L.). La densidad de siembra, efectuada a finales de octubre, fue de 30 g m⁻² total, con pesos equivalentes por especie. La siembra de la mezcla de herbáceas se realizó en línea, siguiendo la perpendicular a la máxima pendiente. El inóculo esporal introducido se compuso de dos especies de micorrizas arbusculares (*Glomus* sp.) y material inerte de soporte, en una dosis de 120 mg/semilla. Las micorrizas se aplicaron superficialmente tras la siembra otoñal de la mezcla de herbáceas indicada. Con respecto al acolchado, se aportó una dosis elevada de paja de cebada (10 Mg ha⁻¹), cubriendo tanto el material fúngico como las semillas. Es de destacar que las especies introducidas no actuaron como invasoras en los alrededores de las parcelas experimentales.

Análisis de la vegetación

En cada una de las cuatro subparcelas experimentales se obtuvo la cobertura vegetal mediante la proyección de una malla cuadrículada (con luz de 5 cm y 1 m² de tamaño) sobre la superficie del suelo (*point quadrat method*). Se tomaron, en cada subparcela, dos medidas de 100 puntos cada una; se ofrece en este trabajo el valor medio de ambas (en porcentaje). Se diferencié entre suelo sin cobertura, pedregosidad superficial, hojarasca y recubrimiento de cada especie vegetal. Estas medidas se efectuaron siete meses después de la siembra, en la fase final del periodo vegetativo de las especies herbáceas (mayo de 1993). La denominación de las especies vegetales se establece siguiendo la taxonomía de Bolòs *et al.* (1990).

Inmediatamente después de las medidas de cobertura se realizó la siega del conjunto de material vegetal (especies sembradas y autóctonas). La hierba se

segó manualmente, con tijeras, a 1 cm de altura respecto al suelo. La hierba recogida se pesó en verde y se secó (24 h a 105°C) para así obtener una medida de la producción. Además de la producción, se obtuvieron las características químico-bromatológicas de la hierba, tales como el contenido en proteína, grasa, fibra y carbohidratos, así como el calcio, fósforo y potasio. Estos análisis fueron realizados en el laboratorio del departamento de Agricultura y Economía Agraria de la Universidad de Zaragoza, según la metodología estándar (AMELLA y FERRER, 1990), que ha sido detallada previamente (BADIA y MARTÍ, 1994).

Se evaluó el valor que el material cosechado podía tener como forraje, según el método del Valor Pastoral (DAGET y POISSONET, 1972), consistente en el cálculo del siguiente índice:

$$VP=0,2\sum[C_s \cdot I_s]$$

donde C_s es la contribución específica o abundancia de cada una de las especies vegetales, en porcentaje, e I_s , un índice de la calidad forrajera de cada una de estas especies. El valor de la C_s fue obtenido a partir de la cobertura vegetal y el del I_s a partir de la bibliografía; el valor de este parámetro para cada planta ha sido ofrecido previamente (BADIA y MARTÍ, 1994).

Análisis de la erosión del suelo

Para contrastar el efecto del incendio sobre la erosividad de los suelos se utilizaron trampas de sedimentos o *Gerlachs*, que ofrecen una medida continua de la erosión del suelo. Se instaló un *Gerlach* (de dimensiones de 50 x 16 x 16 cm) para cada subparcela y tratamiento. La superficie de recogida potencial de sedimentos (de 4 m²) se limitó con una lámina metálica de 1 m de longitud. Los sedimentos se recogieron cada 30 días aproximadamente, si bien en este trabajo se ofrece únicamente el total recogido durante el período de estudio (noviembre de 1993 a mayo de 1994, inclusive).

Tanto los datos de erosión como los de la vegetación son evaluados, estadísticamente, con el programa StatView 512 (versión 1.1), de Abacus Concepts, Inc. Se utiliza el análisis de varianza de las diferencias mínimas cuadráticas (con una $p < 0,05$) para contrastar la significatividad de las diferencias entre medias de los distintos tratamientos. Se ofrece también la matriz de correlación entre los parámetros obtenidos del análisis químico-bromatológico de las plantas (con $p < 0,05$ y $p < 0,01$).

RESULTADOS

En las parcelas margosas hay una especie dominante y que, en algunos casos, llega a aportar casi el 50% del recubrimiento total; se trata de *Brachypodium retusum*. El resto de plantas autóctonas representa aportes muy inferiores, heterogéneos aunque también apreciables, como sucede con *Helianthemum marifolium*, *Centaurea linifolia* y diversos terófitos (Tabla II). Existe gran variabilidad en cuanto al porcentaje de recubrimiento total entre parcelas, la cual también se pone de manifiesto en experiencias similares realizadas en la Comunidad Valenciana (FERRAN, 1994). Del recubrimiento total, las plantas autóctonas aportan un 40% mientras que las herbáceas suponen un 30% del total, valor similar al encontrado para suelos yesosos de la misma zona (BADIA y MARTÍ, 1994) y algo superior al de suelos margosos del Levante español (FERRAN, 1994).

El desarrollo vegetal observado en las zonas control, sin tratamientos y después de dos años desde la última quema del matorral, es semejante al observado en la Catalunya Central (FERRAN *et al.*, 1991), en Andalucía Oriental (MAY, 1991) o en Israel (KUTIEL y KUTIEL, 1989) y menor al de zonas del litoral catalán (PAPIÓ y TERRADAS, 1984), litoral valenciano (VALLEJO, 1993) o sur de Francia (TRABAUD y PAPIÓ, 1987).

En relación con la erosión hídrica, existe una negativa y significativa ($p < 0,01$) correlación entre erosión y cobertura vegetal ($r = -0,69$). El tratamiento de siembra de herbáceas disminuyó la erosión laminar del suelo, aunque ésta no puede considerarse estadísticamente significativa ($p < 0,05$), dada la gran variabilidad espacial observada. La aplicación del acolchado de paja sí logró una reducción más importante, de más de una tercera parte con respecto al control. Esto se interpreta como que la vegetación autóctona, con casi un 50% de recubrimiento de la superficie edáfica, ya supone un importante freno a la pérdida de suelo. Estudios simultáneos constataban que ésta no es una regla general para la zona; así, por ejemplo, en suelos desarrollados sobre yesos la vegetación autóctona no logró frenar por sí misma la erosión laminar y fue clave la siembra de herbáceas (BADIA y MARTÍ, 1994). En ningún caso las tasas de erosión pueden calificarse de preocupantes (LÓPEZ *et al.*, 1991).

La introducción de una mezcla de semillas de herbáceas ha supuesto, junto a un mejor control de la erosión laminar, algunas modificaciones en la cantidad y, aunque en menor grado, en la calidad de la vegetación (Tabla III).

El porcentaje de materia vegetal fresca y seca aumenta con el tratamiento de siembra y todavía más con el de siembra acolchada; la micorrización parece

PLANTA / N.º DE CONTACTO	MC1	MC2	MC3	MC4	MS1	MS2	MS3	MS4	MSM1	MSM2	MSM3	MSM4	MSMA1	MSMA2	MSMA3	MSMA4
Suelo sin cobertura	28	39	15	38	18	17,5	13	19	15,5	19,5	15,5	14	0	0	0	1
Pedregosidad superficial	10,5	23,5	29	31,5	10,5	7	12,5	17	9	9	9	19	4,5	2	3,5	4
Hojarasca, ramas	1	2,5	2	2	1	2	0,5	1	0	3	1	1	30,5	12	41	27,5
Medicago sativa L.					4	0,5	1	2	0,5	0	0,5	2	2	3	1,5	1
Medicago truncatula Gaertn.					1,5	2,5	1	6,5	3,5	6,5	1,5	4	0	0,5	0,5	1
Onobrychis vicifolia Scop.					5	2	2,5	6,5	2	4	1,5	5,5	9,5	1	3	6
Vicia villosa Roth					4,5	2,5	5,5	5	1,5	6	4	5	6	26	7,5	8
Agropyron cristatum (L.) Gaertn.					0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dactylis glomerata L.	1,5		1,5		8	1	1	2	4,5	2	0	2	1,5	0,5	2,5	0,5
Lolium rigidum Gaud.					7	11	16,5	9,5	14,5	13	12,5	7,5	20,5	12,5	11,5	6,5
Phalaris canariensis L.					2,5	3	3,5	4,5	2,5	3	0	3	2	4,5	1,5	1,5
Hordeum vulgare L.													3,5	20	3,5	12,5
Allium sphaerocephalon L.			3,5				1				0,5				1,5	
Agyriolobium zanonii (Turra) P. W. Ball							0,5									
Asterolinon linum-stellatum (L.) Duby	4	0,5	2,5	1	3	0,5	1	1,5		0,5	0,5					
Astragalus turoleensis Pau				3												1
Attractylis humilis L.									0,5	0,5	0,5					
Bombicylaena erecta (L.) Smolj.					0,5											
Brachypodium retusum (Pers.) Beauv.	14	10	37,5	20	13	40	37,5	23,5	28,5	25,5	44,5	27	12,5	3	21,5	24,5
Bromus sterilis L.					1							2,5		9		1
Bupleurum baldense Turra	4			1	1				0,5				0,5			
Carduus tenuiflorus Curtis		3								0,5						
Centaurea linifolia L.					4				9,5				0,5			
Cistus clusii Dunal								0,5								
Crepis vesicaria (L.)							0,5					4				
Echinops ritro L.	0,5		0,5	1		1			1,5		0,5			1		
Eruca vesicaria (L.) Cav.		1	1,5	2		1			0,5	0,5		0,5				
Erucastum nasturtifolium (Poiret) O. E.									0,5	0,5						
Euphorbia exigua L.		0,5	1							0,5	1				1	
Filago pyramidata L.	0,5	1	1		1				1	0,5	0,5	0,5				
Fumana ericoides (Cav.) Gandg.																

Tabla II. Porcentaje de cobertura ocupada por suelo, pedregosidad, hojarasca y cada una de las especies sembradas y autóctonas en las subparcelas experimentales.

PLANTA / N.º DE CONTACTO	MC1	MC2	MC3	MC4	MS1	MS2	MS3	MS4	MSM1	MSM2	MSM3	MSM4	MSMA1	MSMA2	MSMA3	MSMA4	
<i>Fumaria thymifolia</i> (L.) Spach	4																
<i>Galium parisiense</i> L.	4,5	3			3				1	1,5							
<i>Genista scorpius</i> (L.) DC.	0,5	0,5		0,5					0,5		0,5			2,5			0,5
<i>Helysarum confertum</i> Desf.																	3
<i>Helianthemum hirtum</i> (L.) Mill.		1				0,5											
<i>Helianthemum marifolium</i> (L.) Mill.		13,5	1			2	0,5	1,5		0,5	4,5		0,5				
<i>Helianthemum marifolium</i> (L.) Pers.																	
<i>Helianthemum sylvaticum</i> (Jacq.) Dum.-Cours.		0,5															
<i>Herniaria fruticosa</i> L.																	
<i>Hippocrepis comosa</i> L.						5										0,5	
<i>Hippocrepis multistyligosa</i> L.			0,5														
<i>Lithospermum fruticosum</i> L.							1										
<i>Malva aegyptia</i> L.		0,5											0,5				
<i>Medicago minima</i> (L.) L.	1				0,5												
<i>Narcissus assoanus</i> Duf.	2				2,5		0,5		1,5	0,5	1,5		3,5				1
<i>Neostema apulum</i> (L.) I. M. Johnston	5				0,5				0,5								
<i>Ononis tridentata</i> L.																	
<i>Picris hispanica</i> (Wild.) P. D. Sell	9,5				7								0,5				
<i>Polygala rupestris</i> Pourr.																	
<i>Quercus coccifera</i> L.																	
<i>Reseda lutea</i> L.										2							
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.													0,5				
<i>Stipa offineri</i> Breistr.																	
<i>Stipa parviflora</i> Desf.												2					
<i>Teucrium polium</i> L.										0,5							
<i>Thymelaea tinctoria</i> (Pourr.) Endl.																	
<i>Thymus vulgaris</i> L.	0,5				0,5	0,5	0,5					0,5	0,5	1			0,5
C OBERTURA TOTAL (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Cobertura vegetación (%)	62	35	55,5	28,5	70,5	73,5	74	63	75,5	68,5	74,5	66	65	86	58,5	67,5	67,5
Vegetación sembrada (%)	0	0	0	0	33	22,5	31	36	29	34,5	20	29	41,5	48	28	24,5	24,5

Tabla II. (Cont.)

ejercer cierto efecto sobre estos parámetros, si bien la variabilidad espacial limita la significatividad de los resultados. La relación entre materia fresca y seca se ve ligeramente influenciada por los tratamientos efectuados y de forma homogénea para todos ellos. Así, se pasa de una relación de 2,2 (tratamiento MC) a la de 2,4 (MS) y de 2,5 (MSM, MSMA).

Debe remarcarse que, con la siembra de las herbáceas, se ha incrementado el valor pastoral de la vegetación puesto que pasa de 4,9 en el testigo (MC) a 17,9 en el tratamiento de siembra (MS) y a 16,6 en la siembra micorrizada (MSM) para alcanzar el valor de 27,0 con el acolchado (MSMA). Este gradiente de tratamientos va acompañado de un cierto incremento de la proteína bruta (Pb) y los extractivos no nitrogenados (ENN) y de un decremento de la fibra (tanto de la fibra bruta como la fibra ácido y neutro detergente). Así, la proteína bruta pasa de un 8,9% del testigo a un valor medio de 9,4%, como media de los tratamientos efectuados; de igual forma, los glúcidos no estructurales (ENN) pasan del 44% del control al 47% (como media de los tres tratamientos restantes). La gran variabilidad entre las parcelas (laderas distintas) utilizadas como réplicas limita la significatividad de estas diferencias. En valor absoluto, los datos de producción vegetal aquí obtenidos pueden representar valores del 0,5% al 2,5% de lo que producen los pastos pirenaicos o pre-pirenaicos (ASCASO, 1990; FERRER *et al.*, 1980). Además, la proporción de proteínas puede considerarse baja, al contrario de lo que sucede con la fibra. El contenido en fósforo y potasio es muy bajo, a diferencia del calcio, reflejo de la disponibilidad de estos nutrientes en el suelo. El contenido total de cenizas, del 11,1% en el testigo, disminuye hasta un 9,2% con la introducción de las herbáceas y hasta un 7,8% con la del acolchado.

El tratamiento con micorrizas (MSM) no afectó a ninguno de los parámetros vegetales aquí analizados. De hecho, estudios paralelos mostraron que el porcentaje de micorrización de la vegetación no se vio incrementado con la remicorrización de este tipo de suelo, a diferencia de lo que sucedía con los suelos yesosos (BARCELÓ *et al.*, 1994). Hay que constatar que al inicio de esta experiencia, un año después de producirse el incendio, el *status* de micorrizas arbusculares, aunque algo inferior, se aproximaba al existente antes de dicha perturbación. Así, el número de esporas de estas micorrizas representaba el 78,4% en suelos margosos con respecto a controles no quemados y en la misma época. Por otro lado, su diversidad equivalía a 3/4 partes de la original (BARCELÓ *et al.*, 1994). Estos datos pondrían en evidencia la resiliencia de las micorrizas arbusculares (PUPPI y TARTAGLINI, 1991; TARTAGLINI y PUPPI, 1992) frente al comportamiento general de los hongos después de un incendio (ARCARA y LULLI, 1972; VÁZQUEZ *et al.*, 1991), remarcando que se trata de un grupo trófico distinto al

Parámetro	SE	RVT	RVS	MVF	MVS	VP	Pb	Pd	(Pd/Pb)100	Gb	Fb	FND	FAD	LAD	ENN	CEN	Ca	P	K
	g m ⁻²	%	%	g m ⁻²	g m ⁻²	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
MC1	75,40	62,0	0	284,80	122,00	4,4	8,83	5,31	60,1	1,89	33,79	63,53	38,92	6,82	44,22	11,26	1,18	0,083	0,663
MC2	79,26	35,0	0	298,40	136,00	2,0	9,18	6,68	72,8	1,30	35,01	73,91	38,86	5,45	43,85	10,66	1,21	0,069	0,576
MC3	63,04	55,5	0	278,52	122,60	8,7	9,42	6,92	73,5	2,05	35,38	73,36	39,38	6,15	44,54	10,57	0,67	0,072	0,639
MC4	164,30	28,5	0	224,40	103,36	4,6	8,51	6,50	76,4	1,58	35,97	71,94	39,72	5,63	41,90	12,03	1,34	0,061	0,940
Media	95,50a	45,2a	0a	271,50a	120,99a	4,9a	8,98a	6,35a	70,7a	1,70a	35,04a	70,68a	39,22a	6,01a	43,63a	11,13a	1,10a	0,071a	0,705a
MS1	46,85	70,5	33,0	355,60	144,20	19,2	10,90	8,32	76,3	3,02	28,39	53,29	30,47	5,33	48,79	8,90	1,44	0,094	0,898
MS2	60,73	73,5	22,5	338,60	136,00	16,3	8,31	6,19	74,5	1,75	34,41	68,06	35,85	5,14	47,37	8,16	0,78	0,069	0,738
MS3	41,72	74,0	31,0	296,28	132,76	17,2	8,58	5,85	68,2	1,86	32,77	69,69	34,58	10,17	47,95	8,83	1,15	0,062	0,847
MS4	87,56	63,0	36,0	369,00	162,48	18,8	8,29	5,74	69,2	1,55	35,87	68,33	38,67	5,96	43,45	10,83	0,93	0,062	0,847
Media	59,21a	70,2b	30,6b	339,87b	143,86a	17,9b	9,02	6,52a	72,0	2,04a	32,86a	64,84a	34,89a	6,65a	46,89a	9,18b	1,07a	0,072a	0,833a
MSM1	45,92	75,5	29,0	362,80	131,32	16,2	10,66	7,70	72,2	2,07	30,91	55,71	34,31	5,97	45,77	8,62	1,50	0,095	1,261
MSM2	69,73	68,5	34,5	417,76	149,60	17,3	10,81	8,21	75,9	1,97	29,93	58,50	32,52	4,98	48,02	9,26	1,39	0,101	0,903
MSM3	30,75	74,5	20,0	351,04	151,68	14,8	8,12	4,65	57,3	1,82	35,16	61,01	34,67	6,79	45,82	9,08	1,25	0,069	0,802
MSM4	81,77	66,0	29,0	470,76	209,48	18,1	8,49	5,72	67,4	1,28	38,20	74,98	42,10	7,17	42,99	9,04	0,61	0,055	0,767
Media	57,04a	71,1b	28,1b	400,59b	160,52a	16,6b	9,52a	6,57a	68,2a	1,78a	33,55a	62,55a	35,90a	6,23a	45,65a	9,00b	1,19a	0,080a	0,933a
MSMA1	16,69	65,0	41,5	308,90	126,76	21,0	9,70	6,47	66,7	1,79	34,37	68,44	36,26	6,24	46,03	8,10	1,01	0,081	1,233
MSMA2	41,30	86,0	48,0	784,76	310,90	39,2	7,62	5,63	73,9	1,77	30,85	74,99	31,35	6,50	53,19	6,58	0,77	0,092	0,878
MSMA3	25,37	58,5	28,0	377,64	172,52	19,0	8,98	5,89	65,6	1,80	34,83	75,23	38,60	5,87	46,17	8,22	0,61	0,069	0,889
MSMA4	34,10	67,5	24,5	582,12	202,56	28,2	11,98	6,88	57,4	2,37	31,87	59,36	33,68	7,13	45,58	8,19	0,98	0,107	0,759
Media	29,36b	69,2b	35,5b	513,35b	203,18b	16,8c	9,57a	6,22a	65,9a	1,93a	32,98a	69,50a	34,97a	6,18a	47,74b	7,77c	0,84a	0,087a	0,940a

Tabla III. Parámetros medidos en las parcelas experimentales: suelo erosionado (SE), recubrimiento vegetal total (RVT) y de las especies sembradas (RVS), materia vegetal fresca (MVF) y seca (MVS), valor pastoral (VP), contenido en proteína bruta (Pb), proteína digerible (Pd), digestibilidad proteica [(Pd/Pb) x 100], grasa bruta (Gb), fibras (Fb, fibra bruta; FND, fibra neutro detergente; FAD, fibra ácido detergente), lignina ácido detergente (LAD), extractivos no nitrogenados (ENN), cenizas (CEN) y minerales (Ca, calcio; P, fósforo; K, potasio). Letras diferentes en cada columna (parámetro) indican que las medias de los distintos tratamientos son significativamente diferentes, según análisis de la varianza ($p < 0,05$).

resto de la biomasa microbiana edáfica. Por ello, la experiencia de remicorrización apenas ha aportado modificación alguna de la vegetación.

La realización de la matriz de correlación entre los parámetros derivados del análisis químico-bromatológico de la vegetación pone en evidencia sus interrelaciones (Tabla IV).

Es de destacar que el valor pastoral se ha correlacionado, significativa y positivamente ($p < 0,01$), con la cantidad de materia vegetal fresca y seca y el porcentaje de extractivos no nitrogenados (glúcidos de tipo no estructural) y, negativamente, con el porcentaje de fibra ácido detergente (celulosa y lignina) y cenizas. Esto implica que, para este trabajo, al comparar el valor pastoral entre los diferentes tratamientos, se está utilizando un parámetro que integra cantidad y calidad de la vegetación. Por otro lado, la fibra obtenida por el método Weende (fibra bruta) se ha correlacionado positivamente con las fracciones de fibra neutro y ácido detergente obtenidas por el método Van Soest (FND y FAD, respectivamente). A su vez, estas medidas de la fibra se han correlacionado negativamente con las proteínas bruta y digerible y con la grasa bruta, a pesar de que las diferencias de contenido entre tratamientos eran escasas. En cuanto a los minerales, el calcio se correlacionó negativamente con las fibras bruta y ácido detergente, mientras que el fósforo se correlaciona positivamente con la proteína digerible, grasa bruta (ceras, cutinas, resinas) y glúcidos no estructurales. El potasio no mostró correlación alguna con el resto de los parámetros analizados. La mayor parte de las correlaciones expuestas coinciden con las de trabajos previos (FERRER *et al.*, 1976).

CONCLUSIONES

La introducción de una mezcla de herbáceas para rehabilitar suelos margosos (*Calcaric Regosol*) degradados de la Depresión Central del Ebro Medio ha supuesto:

— Un incremento de la cobertura vegetal, con la correspondiente reducción de la erosión de dichos suelos, en todos casos reducida.

— Un incremento significativo de la cantidad de materia vegetal fresca y seca producida por hectárea.

— Un incremento de la calidad de la vegetación reflejada en un aumento del valor pastoral, el cual se correlaciona positivamente con la cantidad de glúcidos no estructurales (hemicelulosas, almidón) y negativamente con el porcentaje de cenizas.

	MVF	MVS	VP	Pb	Pd	Pd/Pb	Gb	Fb	FND	FAD	LAD	ENN	CEN	Ca	P	K
MVF	1	0,96**	0,87**	0,03	-0,07	-0,09	0,08	-0,33	0,05	-0,45	0,09	0,63**	-0,69**	-0,33	0,46	0,01
MVS	0,96**	1	0,82**	-0,18	-0,24	-0,08	-0,07	-0,16	0,25	-0,30	0,15	0,57*	-0,64**	-0,46	0,24	-0,07
VP	0,87**	0,82**	1	0,08	-0,02	-0,08	0,26	-0,41	-0,06	-0,59*	0,13	0,72**	-0,84**	-0,31	0,44	0,32
Pb	0,03	-0,18	0,08	1	0,79**	-0,04	0,67**	-0,58*	-0,68**	-0,40	-0,20	0,01	-0,11	0,41	0,75**	0,24
Pd	-0,07	-0,24	-0,02	0,79**	1	0,58*	0,57*	-0,63**	-0,52*	-0,41	-0,43	0,14	-0,02	0,46	0,58*	0,30
Pb/Pd	-0,09	-0,08	-0,08	-0,04	0,58*	1	0,02	-0,25	0,13	-0,13	-0,44	0,22	0,07	0,15	-0,02	0,16
Gb	0,08	-0,07	0,26	0,67**	0,57*	0,02	1	-0,77	-0,73**	-0,69**	-0,06	0,41	-0,25	0,36	0,68**	0,19
Fb	-0,33	-0,16	-0,41	-0,58*	-0,63**	-0,25	-0,77**	1	0,68**	0,91**	0,09	-0,72	0,42	-0,53	-0,84**	-0,31
FND	0,05	0,25	-0,06	-0,68**	-0,52*	0,13	-0,73**	0,68	1	0,63**	0,14	-0,16	0,08	-0,72*	-0,67**	-0,32
FAD	-0,45	-0,30	-0,59*	-0,40	-0,41	-0,13	-0,69**	0,91**	0,63**	1	0,01	-0,83	0,60*	-0,43	-0,74**	-0,32
LAD	0,09	0,15	0,13	-0,20	-0,43	-0,44	-0,06	0,09	0,14	0,01	1	0,07	-0,10	-0,11	-0,24	-0,17
ENN	0,63**	0,57*	0,72**	0,01	0,14	0,22	0,41	-0,72**	-0,16	-0,83**	0,07	1	-0,78**	-0,01	0,51*	0,18
CEN	-0,70**	-0,64**	-0,85**	-0,11	-0,02	0,07	-0,25	0,42	0,08	0,60*	-0,10	-0,78**	1	0,28	-0,40	-0,35
Ca	-0,33	-0,46	-0,31	0,41	0,46	0,15	0,36	-0,53*	-0,72**	-0,43	-0,11	-0,01	0,28	1	0,38	0,34
P	0,46	0,24	0,44	0,75	0,58*	-0,02	0,68**	-0,84**	-0,67**	-0,74**	-0,24	0,51*	-0,40	0,38	1	0,27
K	0,01	-0,07	0,32	0,24	0,30	0,16	0,19	-0,31	-0,32	-0,32	-0,17	0,18	-0,35	0,34	0,27	1

Tabla IV. Matriz de correlación entre los parámetros de la analítica vegetal: materia vegetal fresca (MVF) y seca (MVS), valor pastoral (VP) y contenido en proteína bruta (Pb), proteína digerible (Pd), digestibilidad proteica (Pd/Pb x 100), grasa bruta (Gb), fibras (Fb, fibra bruta; FND, fibra neutro detergente; FAD, fibra ácido detergente), lignina ácido detergente (LAD), extractos no nitrogenados (ENN), CEN (cenizas) y minerales (Ca, calcio; P, fósforo; K, potasio). La significatividad del coeficiente de correlación viene indicada con un asterisco para una $p < 0,05$ o con dos asteriscos para una $p < 0,01$, con un tamaño de muestra de $n=16$.

La remicorrización no ha supuesto ninguna modificación en cuanto a la calidad ni cantidad de la vegetación debido a la rápida recuperación de los hongos micorrízicos autóctonos tras la perturbación sufrida por los suelos estudiados. El acolchado ha comportado un aumento significativo de la producción de la vegetación (en seco) y del valor pastoral.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado parcialmente por el Instituto de Estudios Altoaragoneses, de la Excma. Diputación Provincial de Huesca.

Queremos agradecer la colaboración de Sergio Galindo, Eduardo Royes, Pedro Durán, Raúl Cristóbal y José Azorín, por participar en el montaje de las parcelas experimentales, en la recogida de sedimentos y vegetación; al Dr. Enric Gràcia, de la empresa Micología Forestal y Aplicada, por suministraros el inóculo fúngico; a los Dres. Joaquín Ascaso, Rosa M.^a Maestre y Jesús Terreros, de la Universidad de Zaragoza, por sus sugerencias en la discusión de los resultados referentes a las características bromatológicas de la vegetación; a Melchor Maestro, del CSIC, por su colaboración en las determinaciones analíticas edáficas. Finalmente, a la Fundación Ramón Areces y a Caja de Madrid queremos manifestar nuestro agradecimiento por su colaboración en el equipamiento experimental.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERTO, F.; GUTIÉRREZ, M.; IBÁÑEZ, J.; MACHÍN, J.; PEÑA, J.L.; POCOVÍ, A. y RODRÍGUEZ, J., 1984. *El Cuaternario de la Depresión del Ebro en la región aragonesa. Cartografía y síntesis de los conocimientos existentes*. Universidad de Zaragoza-Estación Experimental de Aula Dei. Zaragoza.
- AMELLA, A. y FERRER, C., 1990. *Explotaciones de pastos en caseríos guipuzcoanos*. Ed. Amalca. Zaragoza.
- ALLEN, E. B., 1988. Some trajectories of succession in Wyoming Sagebrush Grassland: Implications for restoration. En: *The reconstruction of disturbed arid lands*. Allen, E. B. (ed.), pp. 89-112. Westview Press. Boulder, Colorado.
- ARCARA, P. G. y LULLI, L., 1972. Effetto dell'incendio sulle caratteristiche microbiologiche di un suolo forestale (rendzina). *Annali I.S.S.D.S.*, III: 157-167.
- ASCASO, J., 1990. *Estudio fitocenológico y valoración de los recursos pastorales de las zonas forestales y arbustivas del Prepirineo aragonés*. Institución Fernando El Católico. Zaragoza. 152 pp.

- BADIA, D., 1989a. *Los suelos de Fraga: cartografía y evaluación*. Colección de Estudios Altoaragoneses, n.º 30. Ed. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 208 pp.
- BADIA, D., 1989b. *Arbres i arbusts del Vedat de Fraga*. I.E.F. Huesca. 68 pp.
- BADIA, D.; MARTÍ, C.; ROYES, E. y GALINDO, S., 1993. La sucesión vegetal post-incendio en el dominio del coscojar. *Actas XI Bienal de la R.S.E.H.N.* Jaca.
- BADIA, D. y ALCAÑIZ, J. M.^a, 1994. Basal and specific microbial activity in semiarid agricultural soils: organic amendment and irrigation management effects. *Geomicrobiology Journal*, 11: 261-274.
- BADIA, D. y MARTÍ, C., 1994. Mejora del valor pastoral y medio-ambiental de zonas semiáridas degradadas mediante técnicas de revegetación, remicorrización y acolchado: I. Aplicación en suelos yesosos (*Gypsic Regosol*). *Lucas Mallada*, 6: 17-36. Huesca.
- BARCELÓ, M.; BADIA, D.; GRACIA, E. y MARTÍ, C., 1994. Aplicación de endomicorrizas en la revegetación de suelos semiáridos afectados por incendios. *Studia Oecologica*, X-XI: 119-126.
- BAREA, J. M. y HONRUBIA, M., 1993. Micorrizas y revegetación. *Ecosistemas*, 4: 46-47.
- BENITO, E.; SOTO, B. y DÍAZ-FIERROS, F., 1991. Soil erosion in NW Spain. En: *Soil erosion studies in Spain*. Sala, M.; Rubio, J. L. y García-Ruiz, J. M. (coord.). Geoforma Ediciones. Logroño. 228 pp.
- BOODT, M. DE; GABRIELS, D. y LENVAIN, J., 1977. Mulching as protection against erosion. *Proc. I.A.E.A.*, vol. I: 177-121.
- BOLÒS, O. DE; VIGO, J.; NINOT, J. M.^a; MASALLES, R., 1990. *Flora manual dels Països Catalans*. Ed. Pòrtic. Barcelona. 1.247 pp.
- DAGET, P. y POISSONET, J., 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des fourrages. *Fourrages*, 49: 31-39.
- FAO, 1989. *Soil map of the world*. Revised legend. World Resources Report, n.º 60. Roma. 138 pp.
- FERRAN, A., 1994. La restauración de la cubierta vegetal en condiciones mediterráneas. *ITEA*, 15: 327-334.
- FERRAN, A.; CASTELL, C.; FARRÀS, A.; LÓPEZ, L. y VALLEJO, V. R., 1991. Els efectes del foc en pinedes de la Catalunya Central. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 59 (sec. Bot., 8): 129-143.
- FERRER, C.; AMELLA, A. y MAESTRO, M., 1976. *Relación entre la composición florística y la ecología de pastos estivales pirenaicos, con su valor nutritivo*. Trabajos del I.E.P.G.E., n.º 24. Zaragoza. 26 pp.
- FERRER, C.; AMELLA, A.; MAESTRO, M.; OCAÑA, M., 1980. *Explotaciones de pastos en caseríos guipuzcoanos: I. La producción de hierba*. Trabajos del I.E.P.G.E., n.º 46. Zaragoza. 50 pp.
- GIOVANNINI, G.; LUCHESI, S. y GIACHETTI, S., 1989. Beneficial and detrimental effects of heating on soil quality. En: *Fire in Ecosystem Dynamics. Mediterranean and Northern Perspective*. Goldammer, J. G. y Jenkins, M. J. (eds.), pp. 95-102. SPB Academic Publishing. The Hague.

- JARSTFER, A. G. y SYLVIA, D. M., 1993. Inoculum production and inoculation strategies for vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. En: *Soil microbial ecology: applications in agricultural and environmental management*. F. Blaine Metting Jr. (ed.). Marcel Dekker, Inc. New York. 646 pp.
- KUTIEL, P. y KUTIEL, H., 1989. Effects of a wildfire on soil nutrients and vegetation in an Aleppo Pine Forest on Mount Carmel. *Pirineos*, 134: 59-74.
- LÓPEZ-BERMÚDEZ, F.; ROMERO-DÍAZ, M. A. y MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J., 1991. Soil erosion in a semi-arid mediterranean environment. El Ardal Experimental field (Murcia, Spain). En: *Soil erosion studies in Spain*. Sala, M.; Rubio, J. L. y García-Ruiz, J. M. (coord.). Geoforma Ediciones. Logroño. 228 pp.
- MAPA, 1986. *Métodos oficiales de análisis*. Vol. III. Dirección General de Política Alimentaria. Madrid.
- MARTÍ, C. y BADIA, D., 1994. Germinación de Cistáceas en condiciones de laboratorio. *ITEA*, 15: 38-43.
- MAY, T., 1991. Observaciones y reflexiones sobre el comportamiento tras el fuego de algunas especies de la zona mediterránea de Andalucía Oriental. *Ecología*, 5: 125-134.
- MOLINA, F.; ARIL, H. y MARRODÁN, J. I., 1994. Proceso de restauración de escombreras en las explotaciones a cielo abierto de Endesa, en la cuenca minera de Teruel. *ITEA*, 15: 335-346.
- NICOLSON, T. H. y JOHNSTON, C., 1979. Mycorrhiza in the Gramineae. III. *Glomus fasciculatum* as the endophyte of pioneer grasses in a maritime sand dune. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 72: 261-268.
- NIEVES, M. y GÓMEZ, V., 1992. Mapa de suelos de España del Atlas Nacional. *Actas III Congreso Nacional de la S.E.C.S.*: 486-488. Pamplona.
- PAPIÓ, C.; TERRADAS, J., 1984. *La regeneració de la vegetació després de l'incendi de juliol de 1982 al Massís del Garraf*. Dep. Ecologia. U.A.B.
- PORTA, J. y JULIÀ, R., 1983. *Els sòls de Catalunya: àrea meridional de Lleida*. Ed. D.A.R.P. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- PUPPI, G. y TARTAGLINI, N., 1991. Mycorrhizal types in three Mediterranean communities affected by fire to different extents. *Acta Oecologica*, 12 (2): 295-304.
- SMITH, S. E. y GIANINAZZI-PEARSON, V., 1988. Physiological interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 39: 221-244.
- SOIL SURVEY STAFF, 1990. *Keys to soil taxonomy*. 4.^a ed. SMSS tech monograph, n.º 6. Blacksburg. Virginia. 422 pp.
- SOTO, B.; BENITO, E.; PÉREZ, R.; BASANTA, R.; DÍAZ-FIERROS, F., 1990. Alterations in surface runoff due to forest fires. *Proceedings of Int. Conf. on Forest Fire Research*. Coimbra. Portugal.
- TARTAGLINI, N. y PUPPI, G., 1992. Root and mycorrhizal dynamics after fire. En: *Responses of forest ecosystems to environmental changes*; pp. 849-850. Edited by Teller, A.; Mathy, P. & Jeffers, J. N. R. Elsevier Science Publishers. London.

- TRABAUD, L.; PAPIÓ, C., 1987. Regeneració de les garrigues de Montpellier i Garraf. En: *Ecosistemes terrestres. La resposta als incendis i a d'altres perturbacions*. Quaderns d'Ecologia Aplicada, 10: 101-111.
- VALLEJO, R., 1993. Restauración de zonas afectadas por incendios forestales en la Comunidad Valenciana: ensayos de especies autóctonas y técnicas de revegetación. *IV Jornadas de la A.E.E.T.* Alicante.
- VALLEJO, R.; BELLOT, J.; FERRAN, A.; LLOVET, J.; GUARDIA, R.; BONET, A., 1993. Revegetación de áreas quemadas en la Comunidad Valenciana. *Ecosistemas*, 4: 41-43.
- VÁZQUEZ, F. J.; ACEA, M. J. y CARBALLAS, T., 1991. Microbial response to wildfire soil transformations. *Proceedings of Symposium on soil erosion and degradation as a consequence of forest fires*. Barcelona & Valencia. 31 pp.
- WHIPPS, J. M. y LUMSDEN, R. D., 1989. *Biotechnology of fungi for improving plant growth*. Cambridge University Press. Cambridge.

LA IMPORTANCIA DE *LOLIUM RIGIDUM* GAUDIN COMO INFESTANTE DE LOS CEREALES DE INVIERNO EN LA PROVINCIA DE HUESCA

Á. BELLOSTAS*

J. AIBAR*

RESUMEN.—Por medio de una prospección, se ha evaluado la importancia de *Lolium rigidum* Gaudin como infestante de los cereales de invierno en la provincia de Huesca. La superficie infestada se estimó en más de 165.000 ha. A través de un ensayo de competencia se consideraron distintos modelos de predicción de pérdidas, empleando como variables el porcentaje de pérdidas producidas y el número de plantas por m² de la adventicia. El modelo que mejor se ajustó fue de tipo logístico. A partir de los datos de infestación y de la predicción de pérdidas, se estimaron estas en más de 33.000 t de trigo y cebada.

ABSTRACT.—The importance of the invasive activity of the grass weed *Lolium rigidum* Gaudin in the Huesca province winter cereal fields has been evaluated through the present survey. The total land cultivated surface infested by the weed was estimated to be over 165.000 ha. Distinct competition models were assayed to calculate the invasive aggressiveness of *L. rigidum* in cereal fields, using as variable parameters the losses in cereal grain production per Ha. and the number of adventitious individuals perfiels square meter. The best fitted model was the logistic type one. From *L. rigidum* invasive aggressiveness data predictions on cereal

* Escuela Universitaria Politécnica de Huesca. Ctra. Zaragoza, km. 67. E-22071 HUESCA.

harvesting losses in the province were calculated to be over 33,000 tonnes of wheat and barley grain per year.

KEY WORDS.—*Lolium rigidum*, wheat, barley, competition, survey, Huesca, Spain.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de trigo y cebada ocupa un lugar predominante en la agricultura española, con más de 6,3 millones de hectáreas y una producción total que supera los 17,5 millones de toneladas (MAPA, 1988).

En la provincia de Huesca, el total de superficie cultivada de trigo y cebada en 1991 superó las 336.000 ha, de las cuales 279.000 corresponden a cebada y 57.000 a trigo. La producción total se acerca a las 800.000 t, de las cuales 644.000 son de cebada y 152.000 de trigo (DGA, 1992).

La agricultura actual se encuentra en una fase de profundos cambios. La apertura de mercados a nivel mundial (ronda de Uruguay – acuerdos del GATT) y las sucesivas reformas de la política agraria comunitaria provocarán un descenso en los precios de los productos agrarios (no percibido aún por el agricultor en el año 1993 a causa de las devaluaciones de la peseta), por lo que se reducirán las rentas agrarias.

Con el fin de evitar la caída de los beneficios agrarios y dado que se ha de esperar un progresivo descenso de los precios agrícolas, el agricultor debe emplear todas las herramientas que las técnicas de cultivo pongan a su alcance, con el fin de disminuir los costes de producción para mantener la rentabilidad económica de su explotación (COSTA, 1990).

Entre los distintos factores que afectan a la producción de cereales, uno de los más importantes es la presencia de malas hierbas en los cultivos, ya que por esta causa se alcanzan unas pérdidas medias, de acuerdo con estimaciones de la FAO, de un 15%, y se llega a máximos del 25 al 30% en los países menos desarrollados (GARCÍA TORRES y FERNÁNDEZ QUINTANILLA, 1991).

Para poder tener éxito en el control de las malas hierbas, se debe conocer la ecología de sus poblaciones, con lo que se podrá entonces determinar los costes que ocasionan en los cultivos.

Según GARCÍA BAUDIN (1988), en España las principales gramíneas adventicias en el cultivo de cereales de invierno son, según su orden de importancia:

1. Grupo de la avena loca (*Avena fatua* y *Avena sterilis*).
2. Género *Lolium*.
3. Género *Phalaris*.

En Aragón, el grupo de la avena loca genera unas pérdidas de más de 21.500 t (AIBAR, 1990), mientras el género *Phalaris* hasta el momento sólo tiene importancia en el sur de la península.

Para el género *Lolium* (vallico, ballico, luello, duello o margall) en Aragón, y más concretamente para la provincia de Huesca, no se ha realizado ningún estudio específico. Sólo a nivel nacional hallamos trabajos, como el de GARCÍA BAUDIN, que estima en 1982 que la superficie infestada en España suponía un 12,8% de la cultivada. Para Aragón, la superficie total infestada era de 128.000 ha, de las cuales a Huesca correspondían entre 50 y 60.000 ha. Posteriormente LANSAC *et al.* cifran en 1984 la cantidad de hectáreas afectadas para el total nacional en más de 800.000.

Para el conocimiento de la importancia de la especie *L. rigidum* como adventicia de los cereales de invierno en la provincia de Huesca se ha realizado este trabajo, cuyos objetivos son:

- Determinar el total del área infestada por *L. rigidum* en la provincia, estructurando el estudio en municipios y comarcas.
- Evaluar las pérdidas producidas por las infestaciones, a través de la obtención de modelos predictivos para dichas pérdidas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Estudio de la importancia de *Lolium rigidum* en la provincia de Huesca

Para el estudio de la importancia del *L. rigidum* como infestante de los cereales de invierno se optó por el método de trabajo de la prospección, frente al método de encuestas usado por GARCÍA BAUDIN (1982) en su estudio sobre el género *Lolium* a nivel nacional.

Las ventajas de la prospección frente a las encuestas son:

- Los datos presentan homogeneidad, al ser obtenidos siempre por la misma persona o grupo de personas con los mismos criterios.
- La prospección permite el estudio a fondo de una zona concreta, constataando distintos aspectos relacionados con el estudio.

Por contra, las encuestas permiten el estudio de grandes extensiones con mínimos costes (AIBAR, 1990).

La prospección que se realizó fue de tipo cuantitativo, basada en la determinación directa de la densidad de plantas de *Lolium rigidum* por metro cuadrado.

El primer paso fue escoger la división de la provincia en las ocho comarcas (Jacetania, Sobrarbe, Ribagorza, Hoya, Somontano, La Litera, Monegros y Bajo Cinca) propuestas por el MAPA (1978). Dentro de cada una, el estudio descendió hasta el nivel de término municipal.

El criterio de decisión sobre el estudio de un municipio determinado fue que al menos se dedicaran 50 ha de superficie a cereal de invierno (trigo y cebada). Los datos municipales de superficies cultivadas son referidos a 1990, según el anuario *Distribución Provincial de Cultivos* (DGA, Departamento de Agricultura y Montes, Dirección General de Producción Agraria, 1992).

El total de municipios objeto de estudio fue de 167, que comprenden 300.000 ha.

2.1.1. Determinación del número de estaciones por municipio

Según el total de superficie cultivada en cada municipio y una vez descartados aquellos que no alcanzaban la mínima superficie deseada (50 ha), se eligió, para alcanzar los objetivos propuestos, realizar al menos una visita cada 200 ha en secano y cada 100 ha en regadío, dada su mayor heterogeneidad en cultivos y tamaños de parcelas. Se redondeó el número de observaciones en cada municipio al alza.

En total, el número de estaciones previstas fue de 2.110, divididas en:

- 97 para la Jacetania.
- 42 en la comarca de Sobrarbe.
- 105 para Ribagorza.
- 743 en la Hoya de Huesca.
- 73 en el Somontano.
- 379 en La Litera.
- 306 en Monegros.
- 265 en el Bajo Cinca.

2.1.2. Metodología en cada visita

Una vez establecido el municipio correspondiente, con la ayuda de mapas topográficos 1:50.000 publicados por el Instituto Geográfico Nacional se busca-

ba una vía o vías que recorrieran de manera longitudinal la superficie municipal. A lo largo de estas vías se efectuaban las observaciones con una separación mínima de 500 m en secano y de al menos 250 m en regadío.

Una vez determinado el lugar de la visita, con la ayuda de un aro de 0,25 m² se realizaba un recorrido por el interior de la parcela, efectuando al azar al menos tres lanzamientos del aro y anotando la media de plantas de *Lolium rigidum* observadas o bien la ausencia de estas. Además, se apuntaba el nombre del municipio, la comarca a la que pertenecía, el número de parada que correspondía dentro del municipio, la altitud aproximada sobre el nivel del mar, el cultivo con su estado fenológico según la escala de ZADOCKS *et al.* (1974) y, por último, el régimen de cultivo (secano o regadío).

2.2. Ensayo de competencia

Con el fin de estudiar las relaciones existentes entre el *Lolium rigidum* y el cultivo de cereales de invierno se efectuó en el año 1992 un ensayo de campo, que estaba localizado en el municipio de Huesca (dentro de la comarca de la Hoya), en una parcela en las proximidades de la Escuela Universitaria Politécnica.

Dicha parcela presentaba la característica especial de tener una infestación de *Lolium rigidum* muy heterogénea, pues se encontraban zonas con alta infestación y otras donde el número de plantas por metro cuadrado era mínimo. El experimento se localizó en una parte del interior del cultivo (cebada) que presentaba zonas con ambas características (infestación máxima, 201 p/m²; infestación mínima, 25 p/m²).

El ensayo se dispuso en microparcels de 1,5 m² de superficie (1 m x 1,5 m). Una de estas parcelas se utilizó como testigo, manteniendo nulo el nivel de infestación.

Las labores de preparación del terreno (labor vertical con subsolador y rulo, labor de presiembra con apero combinado de cultivador y rulo pesado y abonado de fondo a razón de 250 kg/ha de complejo NPK 8-24-8) y la misma siembra se realizaron durante la primera semana de diciembre. La siembra se efectuó con sembradora mecánica, con una dosis de 180 kg/ha de cebada variedad Hatif de Grignon.

El abonado de cobertera se llevó a cabo en el mes de febrero, con una dosis de 200 kg/ha de nitrato amónico 33,5% de N. No se emplearon herbicidas en la parcela de cultivo ni hubo otras adventicias en la misma.

La cosecha de las microparcelas se realizó de forma manual, recolectando la totalidad de las plantas de cebada y de *Lolium rigidum* de forma separada.

Posteriormente, en el laboratorio se realizaron los siguientes recuentos para cada parcela:

- Número de plantas y número de espigas de cebada.
- Número de plantas y número de espigas de *Lolium rigidum*.

A continuación, se tomaron al azar 30 espigas de cada parcela, contando y pesando los granos cosechados, de lo que se obtuvo:

- Peso de los 1.000 granos.
- Número de granos de cebada por m².
- Cosecha en gramos por m².

Con estos datos experimentales se evaluaron, empleando el programa de análisis estadístico NCSS (HINTZE, 1990), los siguientes modelos predictivos de pérdidas, siendo *Y* el porcentaje de pérdidas y *X* la densidad de infestación.

<i>Modelo</i>	<i>Propuesto por:</i>
$Y = aX$	COVARELLI, 1984
$Y = a + b\sqrt{X}$	DEW, 1972
$Y = a + bX + cX^2$	CARLSON <i>et al.</i> , 1985
$Y = aX + bX^2$	HAMMERTON, 1964
$Y = X / [1+(X/a)]$	COUSEN, 1985
$Y = 100 (1-ae^{-bX})$	WILSON y CUSSANS, 1983

3. RESULTADOS

3.1. *Prospección*

La prospección se realizó entre los meses de febrero y mayo del año 1992, una vez conseguida la máxima emergencia de *L. rigidum*. Se alcanzó el 100% del total de las paradas previstas, visitando 2.110 parcelas.

El estudio ha hecho hincapié en la distribución comarcal; así, se poseen datos tanto del total provincial como de cada comarca y de cada municipio en particular.

Con el fin de agrupar los datos de la infestación en plantas/m² se empleó la siguiente escala:

1 = < 1 p/m ²	6 = 25-36 p/m ²
2 = 1-4 p/m ²	7 = 37-48 p/m ²
3 = 5-8 p/m ²	8 = 49-60 p/m ²
4 = 9-12 p/m ²	9 = 61-72 p/m ²
5 = 13-24 p/m ²	10 = > 72 p/m ²

Las figuras 1 a 8 representan los mapas comarcales, en los cuales se muestra la infestación media recogida a nivel municipal.

Una vez agrupados los datos, se determinó el número total de paradas en cada comarca según el grado de infestación, teniendo en cuenta tanto el régimen de cultivo (regadío o secano) como el cultivo implantado en la parcela (Tabla I).

N.º DE PARADAS EN TRIGO SEGÚN EL GRADO DE INFESTACIÓN

COMARCA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	RÉGIMEN
Jacetania	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R
	29	5	0	0	0	0	0	0	0	0	S
Sobrarbe	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R
	11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	S
Ribagorza	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	R
	10	3	4	0	0	0	0	0	0	0	S
Hoya	81	9	4	1	4	4	1	1	2	0	R
	22	4	6	2	3	0	0	1	0	2	S
Somontano	19	2	9	6	5	2	0	0	1	2	R
	4	0	1	2	4	0	1	1	0	1	S
Monegros	60	14	4	2	3	1	0	0	0	0	R
	2	1	1	2	8	2	1	1	0	1	S
La Litera	50	22	10	3	5	2	6	0	0	0	R
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	S
Bajo Cinca	32	1	4	2	1	0	0	0	0	0	R
	4	3	1	2	0	0	0	0	0	0	S
TOTAL	252	49	31	14	18	9	7	1	3	2	R
	82	16	14	8	15	2	2	3	0	4	S

Tabla I.

Régimen: R, regadío; S, secano.

N.º DE PARADAS EN CEBADA SEGÚN EL GRADO DE INFESTACIÓN

COMARCA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RÉGIMEN
Jacetania	2	0	0	0	0	0	0	0	0	R
	51	2	1	0	0	0	0	0	0	S
Sobrarbe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R
	25	1	0	0	1	0	0	0	0	S
Ribagorza	1	0	0	1	0	0	0	0	0	R
	59	15	4	3	1	0	0	0	0	S
Hoya	52	13	9	5	12	4	2	1	1	R
	214	70	62	24	58	26	15	5	3	S
Somontano	13	0	2	0	6	2	0	0	1	R
	43	14	8	7	12	5	1	2	2	S
Monegros	47	10	7	1	5	1	0	1	1	R
	43	15	14	10	11	9	8	4	3	S
La Litera	94	25	24	17	20	6	7	2	1	R
	23	7	11	3	17	7	5	2	1	S
Bajo Cinca	53	6	7	2	5	2	1	0	0	R
	29	15	15	9	25	20	10	6	4	S
TOTAL	262	54	49	26	48	15	10	4	4	R
	487	139	115	56	125	67	39	19	13	S

Tabla I. (cont.)

Régimen: R, regadío; S, secano.

Los resultados obtenidos a través de los datos procedentes de la prospección nos dan a conocer que de las 2.110 parcelas visitadas se encontró algún grado de infestación de *Lolium rigidum* en 1.026, lo que supone un 49,5% de superficie infestada. Si se desglosa esta cifra en secano y regadío, se observa que el porcentaje de infestación en el primero es de un 54% (668 parcelas infestadas de un total de 1.237 visitadas), mientras que en regadío, de un total de 873 parcelas visitadas, el número de infestadas fue 358, lo cual representa un 41% de la superficie total en regadío (Tabla II).

	Parcelas visitadas	Parcelas visitadas	Parcelas visitadas	Parcelas infestadas	Parcelas infestadas	Parcelas infestadas	Media infestación	Área (%) infestada	Área (%) infestada	Área (%) infestada
COMARCA	Regadío	Secano	TOTAL	Regadío	Secano	TOTAL		Regadío	Secano	TOTAL
Jacetania	9	88	97	0	8	8	0	0	9	8
Sobrarbe	2	40	42	0	4	4	1	0	10	10
Ribagorza	5	100	105	2	31	33	2	40	31	31
Hoya	209	534	743	76	298	374	10	36	56	50
Somontano	67	106	173	35	59	94	12	52	55	54
Monegros	161	145	306	54	99	153	12	33	69	50
La Litera	302	77	379	158	54	212	10	52	70	56
Bajo Cinca	118	147	265	33	114	147	13	28	77	55
TOTAL	873	1.237	2.110	358	667	1.025	10	41	54	49

Tabla II. Cálculo del porcentaje de superficie infestada.
Régimen: R, regadío; S, secano.

Para calcular el total de hectáreas infestadas a nivel comarcal se partió del número de hectáreas cultivadas obtenidas de la suma del total correspondiente a cada municipio. Una vez conocido este dato, la superficie cultivada (desglosada en secano y regadío) se multiplicó por el porcentaje de hectáreas infestadas, obteniendo así el número de hectáreas infestadas (Tabla III).

	Superficie cultivada	Superficie infestada	%	Superficie cultivada	Superficie infestada	%	Superficie cultivada	Superficie infestada	%
COMARCA	Regadío (ha)	Regadío (ha)		Secano (ha)	Secano (ha)		TOTAL (ha)	TOTAL (ha)	
Jacetania	1.124	0	0	16.847	1.516	9	17.971	1.516	8
Sobrarbe	193	0	0	6.002	600	10	6.195	600	10
Ribagorza	510	204	40	19.259	5.970	31	19.769	6.174	31
Hoya	19.543	7.003	36	105.140	58.878	56	124.593	65.881	50
Somontano	6.593	3.428	52	22.196	12.208	55	28.789	15.636	54
Monegros	16.721	5.518	33	31.551	21.770	69	48.271	27.288	50
La Litera	32.207	16.880	52	15.259	10.681	70	47.836	27.561	56
Bajo Cinca	14.181	3.970	28	29.544	22.749	77	43.725	26.719	55
PROVINCIA DE HUESCA	91.072	37.343	41	245.798	132.704	54	337.149	165.203	49

Tabla III. Cálculo de la superficie infestada (ha).

En la tabla IV se muestran las infestaciones medias para la provincia de Huesca, desglosadas para secano y regadío.

	Infestación media en secano	Infestación media en regadío	Infestación media TOTAL
COMARCA			
Jacetania	0	0	0
Sobarbe	1	0	1
Ribagorza	2	3	2
Hoya	11	7	10
Somontano	11	14	12
Monegros	19	5	12
La Litera	15	9	10
Bajo Cinca	19	5	13

Tabla IV. Infestaciones medias (plantas/m²).

3.2. Evaluación de los modelos de competencia entre *Lolium rigidum* y cebada

Al aplicarse los distintos modelos predictivos de pérdidas propuestos, se obtuvieron los resultados siguientes:

Modelo	r ²	SCM	F	a	b	c
Y = aX	0,7043	362,57	61,91	0,35	-	-
Y = a+b√-X	-	218,90	60,30	16,73	1,798	-
Y=a+bX+cX ²	-	214,71	41,48	31,57	-0,143	0,0014
Y=aX+bX ²	-	332,58	35,42	0,535	-0,0015	-
Y=X / [1+(X/a)]	-	250,46	101,25	55,15	-	-
Y=100(1-ae ^{-bx})	-	223,86	58,69	0,766	0,0015	-

Tabla V.

X = número de plantas de *Lolium rigidum*.

Y = porcentaje de disminución de rendimientos en la cosecha.

SCM = suma de cuadrados medios.

F = F de Fisher.

a, b, c = parámetros.

El cálculo de las pérdidas producidas por las infestaciones se estimó con las producciones obtenidas en 1991 y el modelo de predicción de pérdidas que

mejor se aproximaba entre los evaluados. Se optó por la aplicación del modelo de predicción de pérdidas logístico siguiente:

$$Y = X / [1+(X/a)]$$

A través de este modelo se calcularon los porcentajes de pérdidas producidas por la infestación de *Lolium rigidum*, porcentajes que multiplicados por el rendimiento de cada comarca, según la clase de cultivo, dieron como resultado las pérdidas en kg de cereal causadas por esta adventicia en la provincia de Huesca (Tabla VI).

PÉRDIDAS EN TRIGO EN SECANO (KG)

	Superficie infestada	Rendimiento (kg/ha)	% de pérdidas	Pérdidas (kg)
COMARCA				
Jacetania	577	2.515	0	0
Sobrarbe	266	2.600	1,31	9.060
Ribagorza	844	2.200	2,57	47.720
Hoya	4.061	2.800	12,22	1.389.512
Somontano	694	2.500	12,22	212.017
Monegros	4.343	800	18,84	654.577
La Litera	1.042	900	15,72	147.422
Bajo Cinca	1.879	900	18,84	318.603
TOTAL	13.706			2.778.911

Tabla VI.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Importancia de *L. rigidum* como infestante en los campos de trigo y cebada

La única especie del género *Lolium* que se encontró como infestante en los campos de trigo y cebada de la provincia de Huesca fue *Lolium rigidum* Gaudin, lo que confirmó la hipótesis de trabajo.

Las cifras globales de hectáreas infestadas en la provincia de Huesca son 170.000 ha (el 49,9% de la superficie total dedicada al cultivo de cereales de

PÉRDIDAS EN TRIGO EN REGADÍO (KG)

	Superficie infestada	Rendimiento (kg/ha)	% de pérdidas	Pérdidas (kg)
COMARCA				
Jacetania	0	3.400	0	0
Sobrarbe	0	3.400	0	0
Ribagorza	28	3.400	3,79	3.608
Hoya	1.830	3.600	8,28	545.486
Somontano	1.109	3.400	14,88	561.065
Monegros	2.239	3.300	6,11	451.450
La Litera	4.937	3.500	10,31	1.781.516
Bajo Cinca	803	3.500	6,11	161.909
TOTAL	10.946			3.505.035

PÉRDIDAS EN CEBADA EN SECANO (KG)

	Superficie infestada	Rendimiento (kg/ha)	% de pérdidas	Pérdidas (kg)
COMARCA				
Jacetania	939	2.515	0	0
Sobrarbe	336	2.800	0,982	9.239
Ribagorza	5.126	1.900	1,93	187.970
Hoya	54.816	2.600	9,17	13.069.231
Somontano	10.885	1.600	9,17	1.597.047
Monegros	17.426	800	14,13	1.969.835
La Litera	9.639	1.000	11,79	1.136.438
Bajo Cinca	20.870	800	14,13	2.359.145
TOTAL	120.037			20.328.905

Tabla VI. (cont.)

PÉRDIDAS EN CEBADA EN REGADÍO (KG)

	Superficie infestada	Rendimiento (kg/ha)	% de pérdidas	Pérdidas (kg)
COMARCA				
Jacetania	0	3.600	0	0
Sobrarbe	0	3.700	0	0
Ribagorza	175	3.600	2,84	17.892
Hoya	5.171	3.700	6,21	1.188.141
Somontano	2.319	3.600	11,1	926.672
Monegros	3.279	3.500	4,58	525.624
La Litera	11.862	3.700	7,73	3.392.651
Bajo Cinca	3.167	3.500	4,58	507.670
TOTAL	25.973			6.558.649

Tabla VI. (cont.)

invierno). Esta cifra es más de 2,5 veces superior a la indicada por GARCÍA BAUDIN (1982), quien concede a Huesca un intervalo de infestación del 10-19% de superficie infestada (50-60.000 ha); sin embargo, este autor realizó ese trabajo a través de encuestas (6 para la provincia de Huesca). También es diferente el criterio de consideración de infestación, ya que en la prospección realizada en nuestro trabajo se considera una hectárea infestada cuando presenta, al menos, una planta/m².

La media de la infestación a nivel provincial fue de 10 plantas/m² y resultó superior en secano que en regadío (12 y 7 respectivamente).

El hecho de que la prospección se llevara a cabo a partir de la segunda semana de febrero, consiguiendo así la máxima emergencia de *Lolium rigidum*, puede haber provocado que algunas superficies hayan recibido tratamientos herbicidas (en España se tratan entre 500 y 600.000 ha), lo que implicaría que la abundancia en plantas de esta mala hierba esté ligeramente infravalorada.

4.1.1. Distribución comarcal de la infestación

La distribución comarcal de la infestación es muy desigual en la provincia de Huesca, en correspondencia con la desigualdad física que existe entre ellas:

—*Jacetania*. El porcentaje total de superficie infestada es del 8%, seis veces inferior a la media provincial. Esto puede ser debido a la altura media de las parcelas estudiadas en la comarca (738 m s.n.m.). La media de plantas por metro cuadrado es inferior a 1. Hay que destacar la inexistencia de hectáreas infestadas en regadío, si bien el número de estas en la comarca es bajo.

—*Sobrarbe*. La infestación media es de 1 planta/m², con un 9,5% del total de la superficie cultivada. Este porcentaje se ve totalmente influenciado por la infestación en secano. Los dos únicos municipios que presentan infestación en la comarca son Abizanda (22 plantas/m²) y Aínsa (1 planta/m²).

—*Ribagorza*. El área infestada media es del 31%, pero con una intensidad media muy baja (2 plantas/m²), lo que representa 1/5 de la media provincial. El porcentaje de infestación en regadío es superior al del secano, fenómeno que únicamente se da en esta comarca. Este dato no puede tomarse como elemento diferenciador debido a la escasa superficie regable cultivada en Ribagorza (510 ha). La máxima infestación se registra en los municipios de Castigaleu y Monesma y Cajigar, con una intensidad media de 5 y 7 plantas/m² respectivamente.

—*Hoya*. Es la comarca con mayor superficie dedicada al cultivo de trigo y cebada (125.000 ha), por lo que le corresponde el mayor número de paradas, 743, lo que representa más de 1/3 del total. La infestación media es de 10 plantas/m², valor igual al de la media provincial. La superficie total infestada es de 65.800 ha, de las cuales 58.800 corresponden al secano y 7.000 son regadío. Las infestaciones mínimas se dan al norte de la comarca (en los municipios de Bierge, Nueno, Casbas, Arguis y las Peñas de Riglos) y en la zona de regadío en torno a Grañén (Tramaced, Marcén, Almuniente,...) debido a la rotación de cultivos en regadío. Las máximas infestaciones se registran en los municipios donde se realiza el monocultivo de cereal año tras año sin prácticamente ninguna utilización de barbecho (Almudévar, Loporzano, Lupiñén-Ortilla y Vicién). Este último es el municipio con mayor intensidad de infestación en toda la provincia de Huesca (50 plantas/m²).

—*Somontano*. Esta comarca tiene una superficie cultivada de 28.800 ha y presenta un 54% de infestación total (15.600 ha). Si se dividen según su régimen de cultivo, se observa que hay 3.500 ha infestadas en regadío (52% del total de la superficie destinada a regadío) y 12.100 ha en secano (55% del total de secano). Se comprueba que el porcentaje de secano es alto, superior a la media provincial, debido sin duda al monocultivo de cereal. La cantidad de plantas/m² es 12, superior a la media provincial. La parte sur de la comarca (Bergal, Ilche, Castejón del Puente y Monzón) presenta la máxima infestación, con valores entre 16, 18 y 22 plantas/m².

Fig. 1. Jacetania.

Municipios:

1. Panticosa
2. Yésero
3. Sallent de Gállego
4. Biescas
5. Betés
6. Sabiñánigo
7. Canfranc
8. Jaca
9. Caldearenas
10. Borau
11. Jasa
12. Aragüés del Puerto
13. Santa Cilia de Jaca
14. Santa Cruz de Jaca
15. Puente la Reina
16. Bailo
17. Canal de Berdún
18. Ansó
19. Valle de Hecho

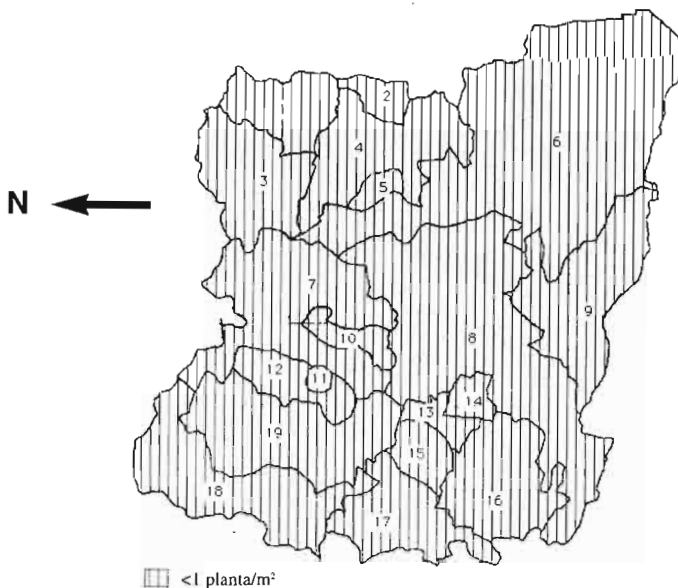


Fig. 2. Sobrarbe.

Municipios:

1. Rodellar
2. Boltaña
3. Fiscal
4. Broto
5. Torla
6. Fanlo
7. Aínsa
8. Bécabó
9. Labuerda
10. Bielsa
11. Abizanda
12. Palo
13. La Fueva
14. Pueyo de Aragón
15. Laspuña
16. Tella
17. Plan
18. Sin
19. San Juan de Plan
20. Seira
21. Belleder
22. Foradada de Toscar
23. Valle de Bardají
24. Bisaurri
25. Sahún
26. Chía
27. Benasque

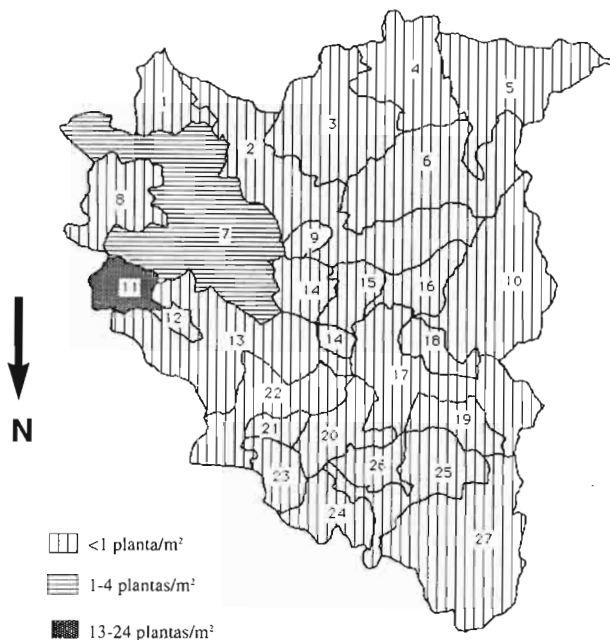


Fig. 3. Ribagorza.

Municipios:

1. Montanuy
2. Laspaúles
3. Bonansa
4. Valle de Lierp
5. Torre la Ribera
6. Veracruz
7. Sopeira
8. Isábena
9. Arén
10. Santa Liestra y San Quílez
11. Perarrúa
12. Graus
13. Capella
14. Lascuarre
15. Castigaleu
16. Monesma y Cajigar
17. Secastilla
18. La Puebla de Castro
19. Olvena
20. Tolva
21. Puente de Montañana
22. Viacamp y Litera
23. Benabarre

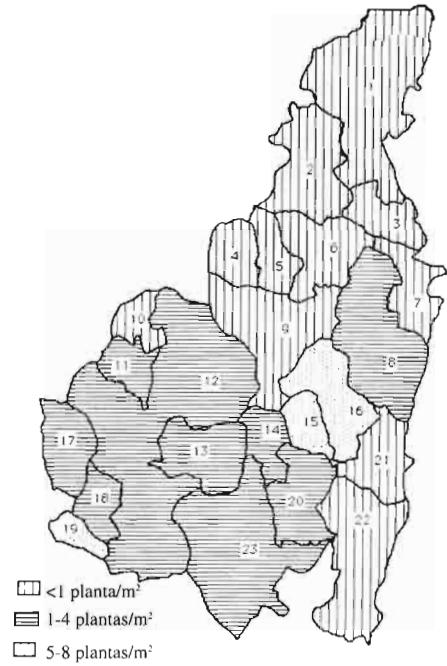


Fig. 4. Somontano.

Municipios:

1. Abiego
2. Alquézar
3. Colungo
4. Naval
5. Adahuesca
6. Santa María de Dulcis
7. Salas Altas
8. Hoz-Costeán
9. El Grado
10. Azlor
11. Lascellas-Ponzano
12. Azara
13. Pozán de Vero
14. Salas Bajas
15. Laluega
16. Peraltila
17. Barbastro
18. La Perdiguera
19. Berbegal
20. Ilche
21. Castejón del Puente
22. Fonz
23. Monzón

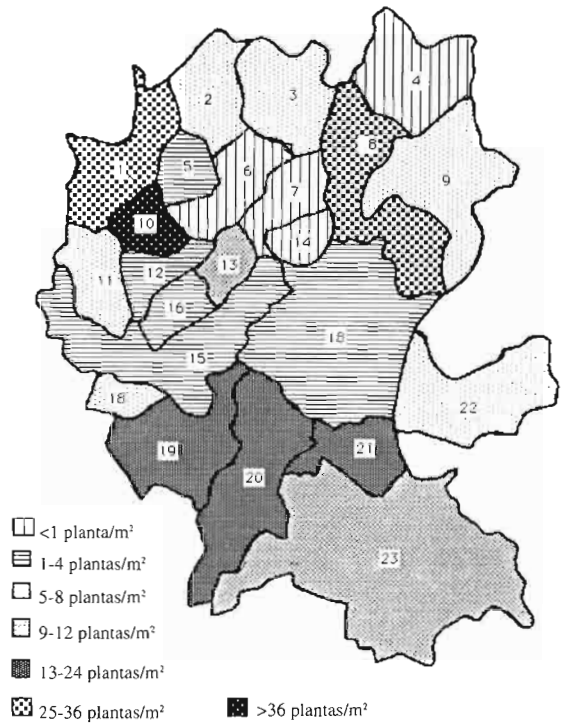


Fig. 5. Monegros.

Municipios:

1. Villanueva de Sigena
2. Sena
3. Castejón de Monegros
4. Sariñena
5. Lanaja
6. Alcubierre
7. Castelflorite
8. Capdesaso
9. Lalueza
10. Poleñino
11. Peralta de Alcofea
12. Alberuela de Tubo

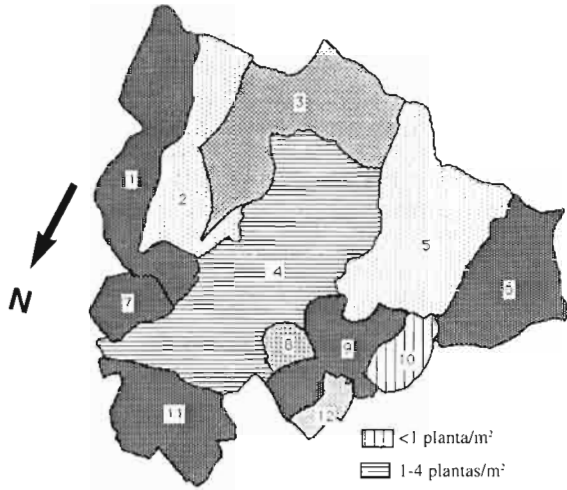


Fig. 6. Hoya.

Municipios:

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Bierge 2. Casbas de Huesca 3. Angüés 4. Blecua-Torres 5. Antillón 6. Pertusa 7. Torres de Alcanadre 8. Salillas 9. Huerto 10. Loporzano 11. Ibieca 12. Siétamo 13. Alcalá del Obispo 14. Argavieso 15. Novales 16. Sesa 17. Tramaced 18. Marcén 19. Grañén 20. Nueno 21. Igríes 22. Huesca 23. Quicena 24. Tierz 25. Monflorite-Lascasas 26. Albero Alto 27. Albero Bajo 28. Piracés 29. Arguis 30. La Sotonera 31. Banastás 32. Chimillas (Juntas, 34) 33. Alerre | <ol style="list-style-type: none"> 35. Almodévar 36. Vicién 37. Sangarrén 38. Barbués 39. Tardienta 40. Torres de Barbués 41. Almuniente 42. Torralba de Aragón 43. Senés de Alcubierre 44. Robres 45. Las Peñas de Riglos |
|---|---|

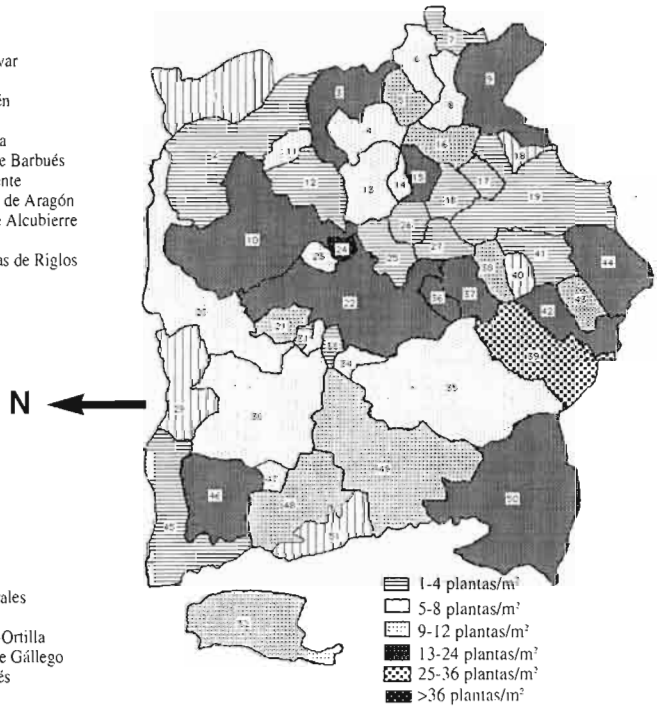


Fig. 7. La Litera.

Municipios:

1. Estada
2. Estadilla
3. Peralta de Calasanz
4. Azanuy-Alins
5. Almunia de San Juan
6. San Esteban de Litera
7. Alcampell
8. Baells
9. Estopiñán del Castillo
10. Camporrells
11. Baldellou
12. Castellonroy
13. Albelda
14. Tamarite de Litera
15. Altorricón
16. Binéfar

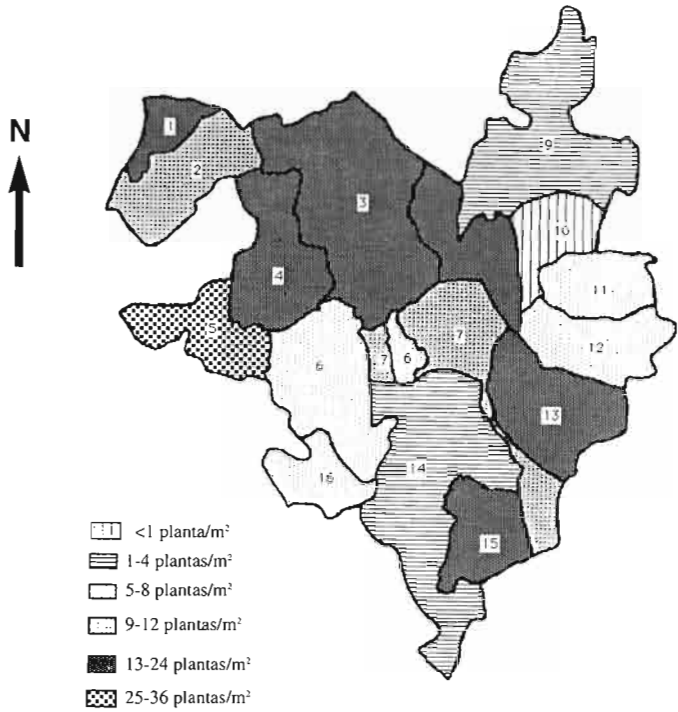
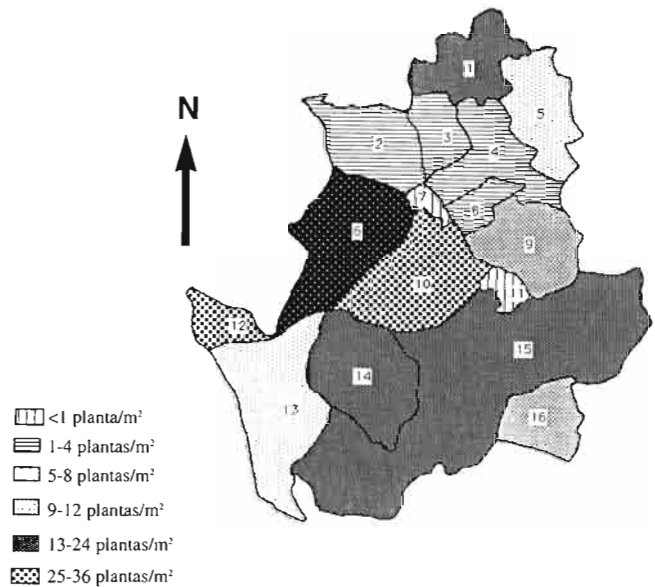


Fig. 8. Bajo Cinca.

Municipios:

1. Binaced
2. Alcolea de Cinca
3. Albalate de Cinca
4. Belver
5. Esplús
6. Ontiñena
7. Chalamera
8. Osso
9. Zaidín
10. Ballobar
11. Velilla de Cinca
12. Valfarta
13. Peñalba
14. Candasnos
15. Fraga
16. Torre de Cinca



—*Monegros*. La infestación media en esta comarca es 10 plantas/m². El porcentaje de superficie infestada es del 50%, irregularmente repartida entre secano y regadío. En secano, el porcentaje de superficie infestada es del 69%, debido sin duda al escaso o nulo control químico practicado en esta comarca, ya que no se compensaría con el escaso rendimiento de los cultivos. Por contra, el porcentaje infestado en regadío baja hasta el 33%, debido al control químico efectuado en la zona y a las rotaciones con otros cultivos más rentables (girasol, maíz, alfalfa, etc.). Cabe destacar también el caso del pequeño municipio de Poleñino, con infestación nula debido a las rotaciones de cultivo.

—*La Litera*. Esta comarca posee una infestación en regadío del 52% (16.880 ha infestadas de un total de 32.200 cultivadas). La intensidad de infestación en regadío es mayor que la media provincial, 9 a 7 respectivamente. Los municipios más afectados son Almunia de San Juan, Altorricón, Albelda, Pueyo de Santa Cruz y San Miguel de Cinca. En secano el porcentaje es del 70% y se centra en los municipios de Azanuy-Alins, Peralta de Calasanz y San Esteban de Litera. El porcentaje total de infestación es del 56%, el más alto entre todas las comarcas de la provincia. La intensidad media es de 10 plantas/m².

—*Bajo Cinca*. En esta comarca hay una gran diferencia entre el cultivo en secano y el regadío. Se da el mínimo porcentaje de superficie infestada en regadío, con un 28%, y el máximo en secano, con un 77%. La media es del 55%, lo cual representa 6,5 puntos por encima de la media. La intensidad de infestación es de 13 plantas/m², la máxima observada. Hay pues dos zonas claramente distintas: la zona sur (secano), donde los municipios de Fraga, Candanos, Ontiñena, Peñalba y Ballobar presentan una gran infestación tanto en superficie afectada como en intensidad, y el resto de la comarca, regadío principalmente, con infestaciones menores (Alcolea de Cinca, Albalate de Cinca, Osso de Cinca y Zaidín).

4.1.2. Evaluación de los modelos predictivos de pérdidas

Se ha optado por modelos sencillos que relacionasen el número de plantas de la adventicia y el porcentaje de pérdidas causadas en el cultivo.

—*Modelo $Y = aX$* . Desde el punto de vista matemático es correcto en el inicio, ya que pasa por el origen de coordenadas y su pendiente es positiva. Sin embargo, es creciente hasta infinito y se alcanzaría el 100% de pérdidas con un valor $X = 285$; por ello, desde el punto de vista biológico la recta da una buena explicación de pérdidas sólo en el tramo inicial, posteriormente las sobrevalorara.

—*Modelo* $Y = a + b \sqrt{X}$. Esta curva tiene su punto de corte con el eje Y en 16,73 y es siempre creciente aunque con menor pendiente que el modelo anterior. Por estos motivos no es adecuada desde el punto de vista matemático. Biológicamente, en el inicio se sobrevaloran las pérdidas, ya que para infestaciones nulas ya habría pérdidas. El tramo central de la curva es el que mejor se ajusta a las pérdidas reales.

—*Modelo* $Y = a + bX + cX^2$. Esta curva presenta el mejor ajuste desde el punto de vista estadístico, con una SCM = 214,71; sin embargo, no es adecuada matemáticamente (no pasa por el origen, tiene un mínimo alrededor de $X = 40$ y crece a partir de allí) ni biológicamente, ya que al comienzo se sobrevaloran las pérdidas, a continuación hay un descenso (algo imposible desde el punto de vista real) y posteriormente se infravaloran las pérdidas para infestaciones altas.

—*Modelo* $Y = aX + bX^2$. El modelo evaluado presenta un peor ajuste, SCM = 332,58. Esta curva pasa por el origen y es creciente hasta alcanzar el máximo situado en un punto cercano a $X = 200$. Decece posteriormente, por lo que a partir de ese punto deja de ajustarse a la realidad.

— *Modelo* $Y = 100 (1 - ae^{-bx})$. Este modelo presenta un buen ajuste, con una SCM = 223,86, la menor de los evaluados. Con él se sobrevaloran las pérdidas con bajas infestaciones, ya que el punto de corte con el eje Y es $Y = 23,4$. La curva presenta asíntota en el punto $Y = 100$, con lo cual se ajusta a la realidad biológica al no superar en ningún caso el 100% de pérdidas. La zona central de la curva se correspondería con la mejor explicación para el fenómeno de la competencia.

—*Modelo* $Y = X / [1 + (X/a)]$. Modelo logístico, que presenta una SCM = 250,46 y la F más alta (101,25). Esta curva se ajusta bien desde el punto de vista matemático ya que pasa por el origen de coordenadas y crece de forma rápida hasta $X = 200$, a partir del cual su crecimiento disminuye. Es asíntótica para $Y = 55,15$, por lo que a altísimas infestaciones infravaloraría las pérdidas. Esta curva se ajusta perfectamente para infestaciones menores de 500 plantas/m². Por estos motivos fue el modelo elegido para calcular las pérdidas ocasionadas por la competencia de *L. rigidum*. Es preciso, no obstante, contrastar los datos obtenidos a partir de este modelo en más lugares y durante más años para poder realizar una correcta extrapolación de los resultados a otras situaciones.

Las pérdidas totales (en toneladas de grano) debidas a infestaciones por *Lolium rigidum*, aplicando el modelo anterior, se han estimado en:

	<i>Secano</i>	<i>Regadío</i>	<i>Totales</i>
<i>Cebada</i>	20.328	6.558	26.886
<i>Trigo</i>	2.778	3.505	6.283

Las pérdidas para el trigo han sido multiplicadas por 1,33 respecto a las calculadas para la cebada, ya que es un cultivo que posee un menor poder de ahijamiento y de competencia frente a las malas hierbas y porque, tal y como afirman SKORDA y EFTHIMINDIS (1989), la competencia de *L. rigidum* se ve afectada por el tipo de cultivo.

El total de pérdidas estimadas se acerca a las 33.000 t de grano. Tomando un precio medio de mercado para el año 1993 de 21 pts./kg para la cebada y 24 pts./kg para el trigo, las pérdidas por competencia directa del *Lolium rigidum* sobre los cultivos de trigo y cebada superarían los 700.000.000 de pesetas.

Estas pérdidas suponen alrededor del 4% de la producción provincial, porcentaje comparable al descrito por MONAGHAN (1979) del 12% de descenso del rendimiento potencial del cultivo.

5. AGRADECIMIENTOS

A la Diputación Provincial de Huesca, a través del Instituto de Estudios Altoaragoneses, por su colaboración económica para la realización de este trabajo. Asimismo, debemos agradecer la ayuda de Miguel Ángel Fraile en la realización del ensayo de campo y la de todas las personas que colaboraron en la prospección.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AIBAR, J. 1990. *Biología y control de la avena loca (Avena fatua L. y Avena sterilis subsp. ludoviciana (Dur.) Nym.) en Aragón*. INIA, «Colección Tesis Doctorales», n.º 94, Madrid, 206 pp.
- CARLSON, H. L.; HILL, J. E. 1985. Wild Oat (*Avena fatua*) competition with Spring Wheat. Plant Density Effets. *Wheat Sci.*, 33 (2): 176-181.
- COSTA, J. 1990. Agricultura Sostenible. *El Campo*, 117: 5-9.
- COUSENS, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Ann. Appl. Biol.*, 107: 239-252.

- COVARELLI, G. 1984. Competition between *Chenopodium album* and sunflower. *3rd Symposium on Weed problems in the Mediterranean Area*, pp. 117-120.
- DEW, D. A. 1972. An index of Competition for estimating Crop loss due to weeds. *Can. J. Plant. Sci.*, 52: 921-927.
- DGA. 1992. *Distribución comarcal de cultivos en el año 1990*. Departamento de Agricultura y Montes, Dirección General de Producción Agraria, pp. 1-210.
- GARCÍA BAUDIN, J. M. 1982. Importancia de los «vallicos» en los cereales de invierno españoles. *Boletín del Servicio de Plagas*, 8: 179-184.
- GARCÍA BAUDIN, J. M. 1988. *Gramíneas adventicias en los cereales de invierno españoles*. Phytoma España, fasc. 2, 55 pp.
- GARCÍA TORRES, L.; FERNÁNDEZ QUINTANILLA, C. 1991. *Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 348 pp.
- HAMMERTON, J. L. 1964. Aspects of weed competition in kale. *7th British Weed Control Conference*, pp. 389-396.
- LANSAC, A. R.; HUTTER, J. M.; GARCÍA BAUDIN, J. M. 1984. Contribution à l'étude des espèces adventices du genre *Lolium* en España. *7ème Colloque International sur l'Écologie, la Biologie et la Systématique des mauvaises herbes*, pp. 229-234.
- MAPA. 1988. *Anuario de Estadística Agraria 1988*. Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 660 pp.
- MAPA, 1978. *Comarcalización Agraria de España*. 2.ª ed. Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- MONAGHAN, M. N. 1980. The biology and control of *Lolium rigidum* as a weed of wheat. *Weed Research*, 20: 117-121.
- SKORDA, E. A.; EFTHIMINDIS, P. 1989. Effect of wheat seed rate on *Lolium rigidum* competition. *Proc. Brig. Crop. Prot. Conf. Weeds*, 1: 339-404.
- WILSON, B. J. & CUSSANS, G. W. 1983. The effect of weeds on yield and quality of winter cereals in the UK. *10th. International Congress of Plant Protection*, p. 121.
- ZADOKCS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, 14: 415-421.

**DATOS PARA LA CONSERVACIÓN DE PLANTAS ENDÉMICAS:
REPRODUCCIÓN Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE
VICIA ARGENTEA LAPEYR. (FABACEAE)**

María B. GARCÍA*

Ramón J. ANTOR*

RESUMEN.—En este trabajo se muestran los primeros resultados sobre la biología reproductiva y la estructura poblacional de *Vicia argentea* Lapeyr., especie endémica del Pirineo. La floración, polinización y formación de semillas pueden considerarse normales. La depredación de órganos vegetativos no parece condicionar la supervivencia de los individuos establecidos; la depredación de semillas, por el contrario, es mucho más intensa, aunque la reproducción sexual parece ser mucho menos importante que la propagación vegetativa en la dinámica poblacional de la especie. Los histogramas poblacionales indican que no presenta problemas demográficos internos, siendo abundantes los individuos juveniles. Los resultados de este estudio complementan los conocimientos corológicos actuales y sugieren que su estado de conservación es, en general, satisfactorio.

ABSTRACT.—The first results on the reproductive biology and the population structure of *Vicia argentea* Lapeyr. are showed. Reproduction seems not to be the bottleneck of its limited distribution, because blooming, pollination and fruit set can be considered normal. Predation of leaves and stems is not as important as to affect seriously the survivorship of plants. Predation on seeds is high, but sexual reproduction is much less important than vegetative propagation. Population structure suggests that this species has not demographic problems inside populations because

* Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apdo. 64. E-22700 JACA (Huesca).

it has a considerable number of young plants. These results, together with the current knowledge on the number of populations that this species has, suggest that its conservation status is satisfactory.

KEY WORDS.—Endemic plant, conservation, Pyrenees, reproductive biology, population structure, *Vicia*.

INTRODUCCIÓN

El Pirineo aragonés alberga una de las floras más ricas de la Península Ibérica, ya que en sus montañas se encuentran alrededor de 2.300 especies vegetales (L. VILLAR & J. A. SESÉ, com. pers.), unas 100 de las cuales son endémicas de esta cordillera (VILLAR & GARCÍA, 1989). Gracias a las numerosas prospecciones que han realizado los botánicos durante las últimas décadas puede decirse que el conocimiento corológico existente sobre estas singulares especies es bastante completo en la actualidad; sin embargo, apenas se dispone de información sobre las causas de su rareza, sobre su biología reproductiva o poblacional o sobre su estado de conservación (véanse, no obstante, DAJOZ, 1991; GARCÍA, 1993; SÁINZ OLLERO *et al.*, 1994).

En este trabajo se presentan algunos datos reproductivos y poblacionales de uno de estos endemismos. Se trata de una veza no muy conocida popularmente pero de alto interés botánico: *Vicia argentea* Lapeyr. (Familia Fabaceae). El objetivo principal del estudio fue obtener información biológica que contribuyese a valorar el estado de conservación de esta especie, investigando para ello su biología reproductiva (existencia de polinizadores y éxito reproductivo), cuantificando la depredación, y analizando su estructura poblacional.

GENERALIDADES SOBRE *VICIA ARGENTEA* LAPEYR.

Vicia argentea Lapeyr. es una veza restringida exclusivamente a la parte centro-oriental de la cordillera Pirenaica. Posee un área de distribución relativamente amplia, aunque las localidades conocidas en la actualidad se encuentran bastante disyuntas (Fig. 1; los pliegos de herbario constatan la existencia de unas cuatro localidades, entre las cuales no sobrepasan la docena de poblaciones, mientras que queda por confirmar definitivamente su existencia en otras dos localidades). Sus poblaciones se localizan generalmente sobre gleras, tanto fijadas como inestables, orientadas hacia el sur, y en altitudes comprendidas entre los 1.900 y los 2.600 m (véanse, por ejemplo, GRUBER, 1985; LAZARE y ROYAUD, 1994). Forma parte de un grupo de cinco especies morfológicamente

muy similares (*V. argentea*, *V. canescens*, *V. variegata*, *V. serinicaca* y *V. cusnae*) que han quedado aisladas geográficamente en distintas montañas mediterráneas (FOGGI y RICCERI, 1989). Se trata, por tanto, de un endemismo notable, aunque desgraciadamente apenas ha sido reconocido en los catálogos oficiales de plantas endémicas pirenaicas (BARRENO *et al.*, 1985; GÓMEZ CAMPO *et al.*, 1987; SÁINZ OLLERO *et al.*, 1994; véase no obstante VILLAR y GARCÍA, 1989). Su aspecto es glabro debido a la pubescencia de las hojas. No suele sobrepasar los 30 cm de

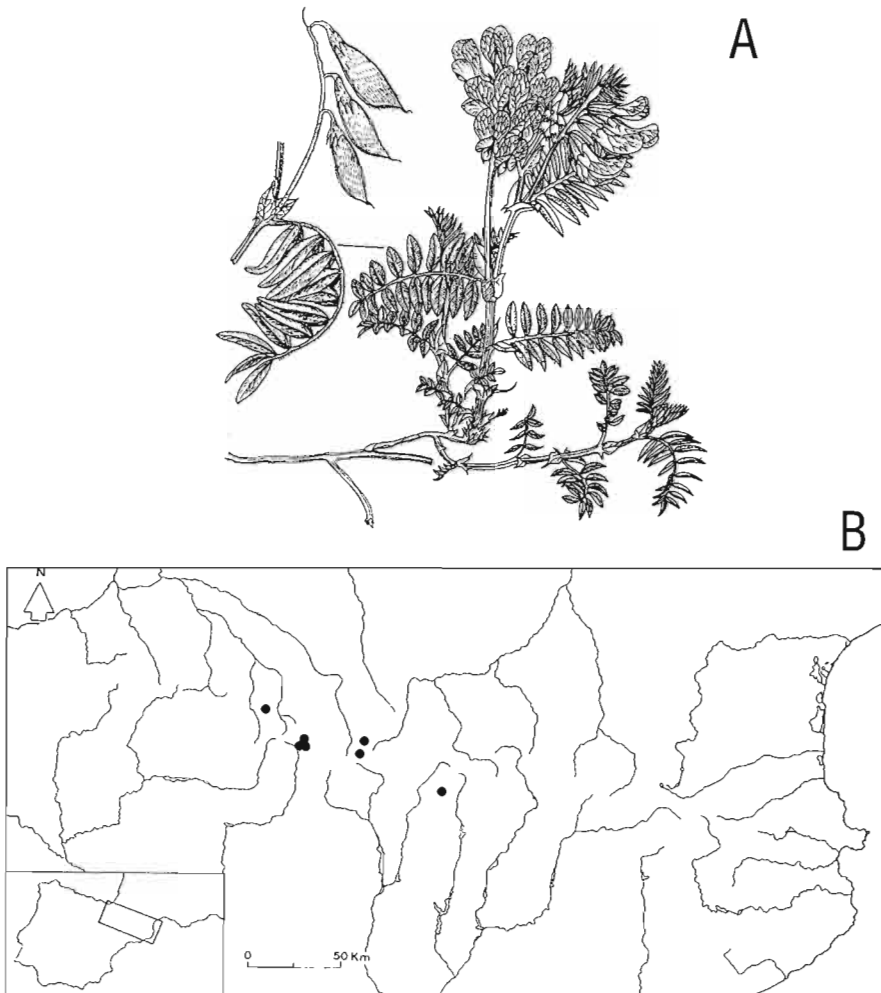


Fig. 1. (A) *Vicia argentea* Lapeyr. (dibujo de Marcel Saule). (B) Mapa de distribución donde se muestran las áreas en las que se localizan todas las poblaciones de las que en la actualidad se dispone de pliego en el herbario JACA.

altura y, debido a la frecuencia con que se ramifica por reproducción vegetativa, forma rodales constituidos por numerosos pies conectados subterráneamente. Las hojas son compuestas, formadas por numerosos folíolos (unos 6-10 pares), generalmente acabadas en 1, 2 o incluso 3 latiguillos (Fig. 1). Las flores son blancas y presentan numerosas venas moradas que recorren la corola papilionada. El fruto, una legumbre que no suele contener más de tres semillas, también es pubescente.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se realizó a finales de julio de 1994, en la población más nutrida según los datos de los que se dispone actualmente (formada por miles de individuos). Está localizada en el valle de Tena, en las laderas solanas de un barranco situado sobre la presa hidroeléctrica del Portet (Sallent de Gállego). El muestreo se llevó a cabo a 2.050 m, en la cuadrícula UTM 30TYN2137, donde se delimitaron cuatro subpoblaciones (A, B, C y D) separadas entre sí por más de 50 m.

Estructura poblacional

Se utilizó un muestreo sistemático para la selección de los individuos en los que se estimaría posteriormente el tamaño de las plantas. En dicho muestreo se utilizó una cuerda de 6 metros de longitud sobre la que se habían colocado marcas cada 0,5 m. Dicha cuerda se colocó en la parte inferior de cada subpoblación y se procedió a estimar el tamaño de las plantas sobre las que se hallaban las marcas mediante un método no destructivo (recuento del número total de hojas producidas), así como su estado reproductor (plantas vegetativas o reproductoras). Una vez realizada esta operación, la cuerda se desplazó paralelamente 1 m hacia arriba y se repitió la operación tantas veces como fue necesario hasta haber realizado un «barrido» completo en cada subpoblación.

La elección de este tipo de muestreo se realizó con el fin de minimizar en lo posible el efecto de la reproducción vegetativa. Un método basado en la inspección detallada de todas las plantas contenidas dentro de un área hubiese sido más preciso, ya que se hubiesen detectado tanto las plantas de mayor tamaño como las plántulas más pequeñas; sin embargo, es muy probable que la mayor parte de los pies analizados perteneciese a uno o unos pocos individuos genéticamente distintos (estaríamos por tanto analizando «ramets» en lugar de «genets»). Al elegir pies que estaban separados 0,5 m horizontalmente y 1 m verticalmente se consigue aumentar la probabilidad de haber muestreado individuos distintos («genets»).

Biología reproductiva

Con el fin de determinar la existencia de insectos potencialmente polinizadores se realizaron numerosas observaciones durante el periodo de antesis, anotando el tipo de insecto que visitaba las flores.

El éxito reproductivo se valoró a partir de las tasas de cuajado de frutos (porcentaje de flores que desarrollaron frutos: «fruit set») y la tasa de formación de semillas (proporción de óvulos que pasaron a semillas: «seed set») y se calculó posteriormente el producto de ambos valores (CHARLESWORTH, 1989). Los individuos analizados para cuantificar el «fruit set» fueron los reproductores que se seleccionaron mediante el muestreo sistemático comentado en el apartado anterior, mientras que para el cálculo del «seed set» se analizaron únicamente las legumbres de aquellas plantas en las que no había signo alguno de depredación sobre frutos. Las tasas de fructificación se compararon posteriormente con los numerosos datos recopilados por SUTHERLAND y DELPH (1984), con el fin de determinar si tales valores se encuentran dentro de lo que se considera normal en especies con el mismo sistema reproductivo.

RESULTADOS

Estructura poblacional

Los histogramas poblacionales obtenidos a partir de las 370 plantas muestreadas presentan, en general, forma de J-invertida (Fig. 2), debido a que la fre-

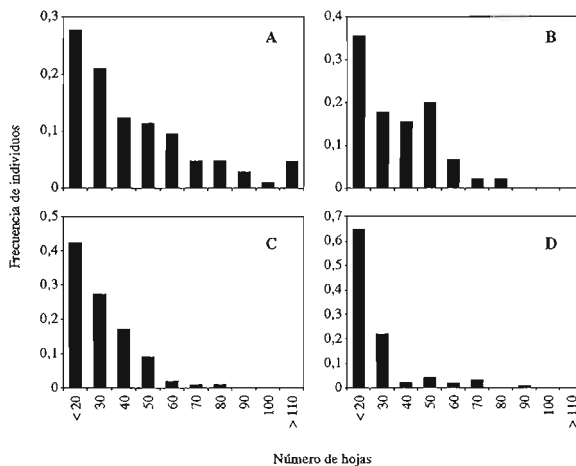


Fig. 2. Histogramas poblacionales obtenidos a partir del tamaño de las plantas muestreadas en cuatro subpoblaciones (A – D) localizadas en el barranco del Portet.

cuencia de individuos disminuye al aumentar su tamaño. Existen, por tanto, más individuos de pequeño que de gran tamaño, lo que indica una buena regeneración natural de la población.

El 40% de los individuos muestreados resultaron ser reproductores, por lo que casi la mitad de los individuos pueden estar generando semillas. Como puede observarse en la figura 3, aparecen individuos reproductores en todas las clases de tamaño. El tamaño umbral necesario para que un individuo entre en fase adulta se encuentra alrededor de las 10 hojas. La frecuencia de plantas reproductoras y vegetativas es semejante en todas las clases de tamaño, lo que

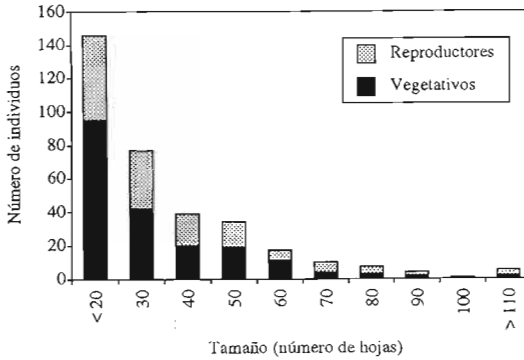


Fig. 3. Frecuencia de individuos vegetativos y reproductores según clases de tamaño en el conjunto de la población del Portet (N = 370).

sugiere que no todas las plantas se reproducen todos los años a pesar de haber superado el tamaño umbral. Probablemente estas plantas hayan decidido invertir los recursos reproductivos en la formación de pies vegetativos en lugar de en la formación de semillas.

Biología reproductiva

Las observaciones realizadas durante el periodo de floración indican que las flores de esta especie son visitadas por un reducido número de insectos, siendo una especie de abejorro (*Bombus* sp.) el único polinizador real. Las abejas de la miel (*Apis mellifica*) visitan las flores frecuentemente pero no llegan a polinizarlas, ya que no entran en la flor para obtener el néctar. Estas abejas son en realidad «ladrones», ya que se colocan sobre el cáliz y lo perforan hasta alcanzar el néctar floral producido en la base de los estambres y el pistilo. Los agujeros realizados de esta forma son posteriormente utilizados por formícidos, muy abundantes sobre las plantas, que agrandan todavía más el diámetro de la perforación

y se introducen a través del mismo para alcanzar el néctar floral. Las flores de esta veza son visitadas también por algunos coleópteros florícolas (Fam. Cantharidae) que depredan las corolas. Su labor puede afectar al éxito reproductivo de las plantas, pues aunque no lleguen a destruir órganos vitales para la producción de semillas sí contribuyen a la pérdida de atractivo floral, lo que podría afectar a la probabilidad de ser visitadas por los polinizadores.

	A	B	C	D	TOTAL
Fruit set (%)	34,3	36,4	37,5	50,9	40,4
N (flores examinadas)	239	66	240	228	773
Seed set (%)	36,5	31,3	33,7	27,3	31,8
N (frutos examinados)	82	24	90	116	312
Éxito reproductivo	12,5	11,4	12,6	13,9	12,9

Tabla I. Tasas de fructificación («fruit set») y formación de semillas («seed set») registradas en cuatro subpoblaciones (A – D) de *Vicia argentea* durante 1994. El éxito reproductivo se obtuvo a partir del producto de ambos parámetros.

Las tasas de fructificación y formación de semillas aparecen en la tabla I. La proporción de flores que llegaron a formar fruto varió significativamente entre las cuatro subpoblaciones ($\chi^2 = 15,4$; g.l. = 3; $p = 0,0015$), así como la tasa de formación de semillas ($\chi^2 = 10,4$; g.l. = 3; $p = 0,016$).

Un análisis de regresión lineal entre el número de hojas y el de semillas producidas indicó que las plantas de mayor tamaño no son más fecundas que las de menor tamaño ($p > 0,05$). El número de flores presentes en las plantas reproductoras sí estuvo, por el contrario, significativamente ligado al de frutos cuajados ($p < 0,01$).

Depredación

Se ha constatado la existencia de depredación de partes vegetativas y reproductoras. La depredación de estructuras vegetativas no es muy importante, ya que apenas alcanza al 8% de los individuos muestreados ($N = 370$) y en estos casos sólo afecta a una pequeña parte de la planta. Los agentes causantes parecen ser herbívoros de gran tamaño. La depredación de frutos es más frecuente: llega a alcanzar al 58% de los frutos analizados ($N = 280$). En este caso parece tratarse de fitófagos de pequeño tamaño que buscan activamente las semillas en formación, ya que las legumbres aparecen vacías y rotas parcialmente.

DISCUSIÓN

Los datos de fructificación recogidos colocarían a este endemismo como una planta de elevado éxito reproductivo si se tratase de una especie de obligada fecundación cruzada. Hemos observado, sin embargo, que las anteras de los estambres rodean al estigma y se abren hacia éste en el periodo anterior a la apertura de las flores, de forma que el polen recién liberado queda inmediatamente adherido a la superficie estigmática. Este proceso indica que no se da hercogamia, una estrategia que utilizan muchas plantas para evitar la autofertilización, y hace pensar que la autogamia es posible. Bajo esta perspectiva, la tasa de fructificación se encontraría ligeramente por debajo de la media recogida por SUTHERLAND y DELPH (1984) (véase también BAWA y BUCKLEY, 1989). Por otro lado, conviene recordar que los datos referentes al «seed set» recogidos en la tabla I hacen referencia sólo a individuos en los que no se había observado depredación. La realidad es, sin embargo, que más de la mitad de los frutos formados son atacados por algún agente externo que vacía las legumbres cuando éstas todavía están en pleno desarrollo, lo que implica una reducción muy importante del potencial reproductivo mediante semillas. No obstante, las observaciones realizadas durante este estudio indican que la mayor parte de los individuos tienen origen en la reproducción vegetativa, mientras que el reclutamiento de plántulas debe de ser bastante infrecuente.

Dos características encontradas durante el estudio sugieren una mayor importancia de la reproducción asexual frente a la sexual en la especie. Por un lado, la elevada proporción de individuos potencialmente reproductores (con tamaño superior al umbral para la reproducción sexual) que no produjeron flores, lo que hace pensar que con frecuencia las plantas en las que teóricamente existen recursos destinados a la reproducción deciden invertirlos en la formación de descendientes vegetativos antes que en la de semillas. Por otro lado, no se encontró una relación estrecha entre el tamaño de las plantas y la fecundidad en aquellas que florecieron, lo que sugiere que cuando las plantas deciden reproducirse sexualmente no invierten todos sus recursos reproductivos en la formación de semillas, sino que desvían algunos a la reproducción asexual.

Los histogramas poblacionales presentan forma de J-invertida, una distribución típica de poblaciones en las que existe una buena regeneración natural (WHIPPLE y DIX, 1979; ÅGREN y ZACKRISSON, 1990). El reclutamiento de nuevos individuos, bien sean de origen sexual o asexual, contrarresta probablemente el efecto de la mortalidad, evitando que estas poblaciones entren en regresión.

Finalmente, cabe mencionar que sus poblaciones quedan alejadas de los lugares en los que es factible la perturbación antrópica, dado el difícil acceso hasta los lugares donde se desarrolla. En resumen, pues, puede concluirse que el estado de conservación de *Vicia argentea* es satisfactorio, a pesar de su limitada distribución.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Instituto de Estudios Altoaragoneses por la financiación parcial del estudio, a Jesús Fabo por su incondicional y entusiasta ayuda en la localización de la población y el trabajo de campo, al Dr. L. Villar por permitirnos acceder a la información del herbario JACA y, finalmente, a José A. Sesé, José Luis Benito y los alumnos del curso de «Recolección y conservación del material vegetal: métodos botánicos y ecológicos» impartido en el Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC) en julio de 1994, quienes contribuyeron generosamente a la toma de datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÅGREN, J. y ZACKRISSON, O. (1990). Age and size structure of *Pinus sylvestris* populations on mires in central and northern Sweden. *J. Ecol.*, 78 : 1049-1062.
- BARRENO, E. et cols. (1985). Listado de plantas endémicas raras o amenazadas de España. *Informe Ambiental MOPU*, 3: 48-71.
- BAWA, K. S. y BUCKLEY, D. P. (1989). Seed: ovule ratios, selective abortion, and mating systems in leguminosae. En *Advances in legume biology*, C. H. STIRTON y J. L. ZARUCCHI (eds.): 243-262.
- CHARLESWORTH, D. (1989). Evolution of low females fertility in plants: pollen limitation, resource allocation and genetic load. *Trends Ecol. Evol.*, 4: 289-292.
- DAJOZ, I. (1991). *Cycles de vie, variabilité morphologique et polymorphisme pollinique chez quelques endémiques pyrénéennes*. Tesis Doctoral. Université de Paris-Sud.
- FOGGI, B. y RICCERI, C. (1989). *Vicia cusnae* Foggi et Ricceri, sp. nov. (*Leguminosae*) nell'Appennino settentrionale. *Webbia*, 43: 25-31.
- GARCÍA, M. B. (1993). *Biología reproductiva y ecología de plantas endémicas relictas de los Pirineos*. Tesis Doctoral. Universidad de Navarra.
- GÓMEZ-CAMPO, C. et cols. (1987). *Libro rojo de especies vegetales amenazadas de España peninsular e islas Baleares*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- GRUBER, M. (1985). Les éboulis à *Vicia argentea* Lapeyr. de la Crête de Lentilha (massif du Campbieil – Hautes-Pyrénées). *Revue de Comminges*, XCVIII: 137-142.

- LAZARE, J. J. y ROYAUD, A. (1994). Observations botaniques remarquables dans les Pyrénées. *Le Monde des Plantes*, 450: 1-4.
- SÁINZ-OLLERO, H.; FRANCO, F. y ARIAS, J. (1994). *Bases técnicas para la protección de la flora amenazada de Aragón*. Documento inédito. Diputación General de Aragón.
- SUTHERLAND, S. y DELPH, L. F. (1984). On the importance of male fitness: patterns of fruit-set. *Ecology*, 65: 1093-1104.
- VILLAR, L. y GARCÍA, B. (1989). Vers une banque de données des plantes vasculaires endémiques des Pyrénées. *Acta biol. mont.*, 9: 261-274.

LA VARIABILIDAD PLUVIOMÉTRICA INTERANUAL EN UN AMBIENTE SEMIÁRIDO

José Carlos GONZÁLEZ HIDALGO*

RESUMEN.—Se estudia la variabilidad pluviométrica interanual en un ambiente semiárido del interior de España (La Violada, Huesca), analizando las rachas secas y los días de precipitación. Dado que no existen diferencias significativas en ambas variables entre años, se ha estudiado la concentración diaria de precipitaciones. Los resultados señalan una correlación significativa entre la suma del total de precipitación dada en 24 horas de los cuatro días de máxima lluvia en cada año y el total anual. Se concluye que bajo tal régimen de precipitaciones el valor de la media anual parece ser un mal indicador de los aportes pluviales, así como que el valor de precipitación anual depende de un corto número de días de lluvia.

ABSTRACT.—Rainfall interannual variability in a semiarid inland area (La Violada, Huesca, NE Spain) have been studied analyzing dryness period and daily rainfall regime. Given that such variables have not shown significant differences between years, daily precipitation concentration have been studied. Results show a significant correlation between the total rainfall in 24 hours of maximun four day precipitation and anual rainfall. It is concluded that under such regime the medium value of anual rainfall seems to be a bad indicator of water inputs, and mean value of anual rainfall depend on a few rainfed days.

KEY WORDS.—Dryness day, rainfall day, semiarid, interannual variability, Violada area.

* Departamento de Ecología. Universidad de Alicante. E-03080 ALICANTE.

INTRODUCCIÓN

En los ambientes parcos en lluvias el reparto temporal de las mismas suele presentar fuertes variaciones anuales, estacionales y mensuales, así como elevadas concentraciones diarias. En consecuencia, el volumen total anual no parece ser un indicador adecuado de las condiciones generales en que se producen los aportes hídricos y la variabilidad de los ambientes secos es un tema de estudio prioritario (*vid.* GOUDIE, 1987).

La cuantía y el reparto temporal de las precipitaciones están relacionadas con multitud de procesos en los sistemas naturales, de los que los erosivos parecen ser un buen indicador sintético a través de la relación precipitación-vegetación-erosión.

Son clásicos los modelos presentados por LANGBEIN y SCHUMM (1958) y FOURNIER (1960), entre otros autores (dos revisiones se encuentran en YAIR y ENZEL, 1987, y PILGRIM *et al.*, 1986), donde se relaciona la cantidad total anual de precipitación con los sedimentos producidos. FOURNIER (1960) incluye además una estimación de la concentración de precipitación en su índice mensual, que ha sido modificado por ARNOLDUS (1980) y especialmente por GABRIELS y MITCHEL (1990) cuando la variabilidad interanual es grande. La precipitación media diaria ha servido a KIRKBY (1980) para realizar su conocido modelo de producción de escorrentía (*day by day storage model*), cuyos resultados acusan el efecto de la variabilidad de los ambientes semiáridos; tales efectos, inter e intra anual, sobre los procesos erosivos se encuentran revisados en THORNES (1980), habiendo desarrollado KIRKBY y NEALE (1986) un modelo de erosión en el que se tiene en cuenta dicha variabilidad mediante las relaciones precipitación-vegetación-erosión a lo largo de las estaciones climáticas.

En resumen, el conocimiento de las pautas de variación de la precipitación diaria en el tiempo es un tema de investigación de sumo interés en los ambientes escasos en lluvias y punto inicial de los estudios de degradación del medio.

En el presente trabajo se estudia la variabilidad pluviométrica de un ambiente semiárido del interior de España como ejemplo de las ideas previamente apuntadas, analizándose la variación interanual de las precipitaciones durante el período 1942-1985.

ÁREA DE ESTUDIO

La estación analizada, Llanos de la Violada, se localiza en la margen izquierda del río Ebro, en la depresión del mismo nombre (NE de España)

(Fig. 1). El registro de precipitaciones diarias abarca el período 1942 hasta nuestros días, analizándose en este trabajo hasta el año 1985. Los máximos y mínimos anuales han oscilado entre 800 y 250 mm.



Fig. 1. Localización de la zona de estudio.

Estacionalmente existen dos máximos en primavera y otoño, aunque todas las estaciones participan con precipitaciones que superan el 20% del total anual. Se aprecia también una tendencia a la concentración de los caudales diarios: al menos el 50% de los volúmenes mensuales de precipitación caen en concentraciones diarias superiores a 10 mm (GONZÁLEZ HIDALGO, 1988) y más del 85% de la precipitación estacional se concentra en eventos (agrupaciones consecutivas de días de precipitación > 0.1 mm) superiores a dicha cifra (GONZÁLEZ HIDALGO, 1992). Estudios realizados en áreas cercanas (DEL VALLE, 1989 y 1990; HERNÁNDEZ, 1988) confirman la extensión de estos caracteres a un espacio más amplio dentro del conjunto de la depresión.

MATERIALES Y MÉTODO

El total de años estudiados se ha clasificado en cinco grupos anuales, con intervalos de precipitación sobre el valor de la media anual del período de $\pm 10\%$ y $\pm 25\%$ (véase Tabla I).

En las fichas mensuales del observatorio se analizaron dos tipos de datos para observar las condiciones de la variación interanual de los aportes hídricos: las rachas secas y los días de lluvia, y se empleó la prueba estadística no paramétrica de comparación de frecuencias (test de Kolmogoroff-Smirnoff, véase STEEL y TORRIE, 1985) entre las respectivas distribuciones de frecuencias de cada grupo de años. Debido al cambio de localización de la estación de registro, los valores diarios de precipitación de los años 1957-1963 no se consideran en el análisis posterior.

LA EVOLUCIÓN DE LAS CIFRAS TOTALES

En la figura 2 se muestran los valores anuales de precipitación registrados en Violada, cuyas oscilaciones interanuales permiten observar diferentes períodos al alza o baja. El valor medio anual es de 497 mm, con un elevado coeficiente de variación interanual (25%). El estudio de los valores de retorno mediante el ajuste de probabilidad extrema de Gumbel (véase FERRAZ, 1985) indica que un incremento del 25% de precipitación sobre el valor promedio anual se alcanza cada cinco años (aproximadamente 600 mm); en 25 años el volumen anual alcanzado se sitúa en torno a los 800 mm, mientras el retorno de 50 años no llega a 900 mm. En la tabla I se indican los rangos de los cinco grupos de años (en adelante denominados «Muy secos», «Secos», «Normales», «Húmedos» y «Muy húmedos»), el número de años de cada grupo y el coeficiente de variación.

	Muy secos	Secos	Normales	Húmedos	Muy húmedos
Rango mm	< 370	370-447	447-546	546-621	> 621
Número	8	10	10	10	7
C.V.	15.5	6	6	2.2	9.2

Tabla I. Caracterización pluviométrica de los años estudiados (1942-1985).

C.V.: coeficiente de variación sobre la media.

En la serie de datos el máximo valor anual casi triplica el mínimo; se ha observado que las variaciones en los aportes estacionales interanuales afectan sobre todo a las estaciones más lluviosas de la primavera y el otoño (GONZÁLEZ HIDALGO, 1989), siendo más regulares el invierno y el verano.

LOS PERIODOS SIN PRECIPITACIÓN: LAS RACHAS SECAS

Se define una racha seca como el período sin lluvia > 24 hr (WHITTOW, 1984). En la serie de años estudiados el número de rachas secas es de 1.301, con una duración media de 9.9 días. La gran variabilidad se manifiesta en sus límites: 2 días por definición y 97 días durante los meses de enero a abril de 1957, valor superior al máximo indicado en condiciones ligeramente más extremas de

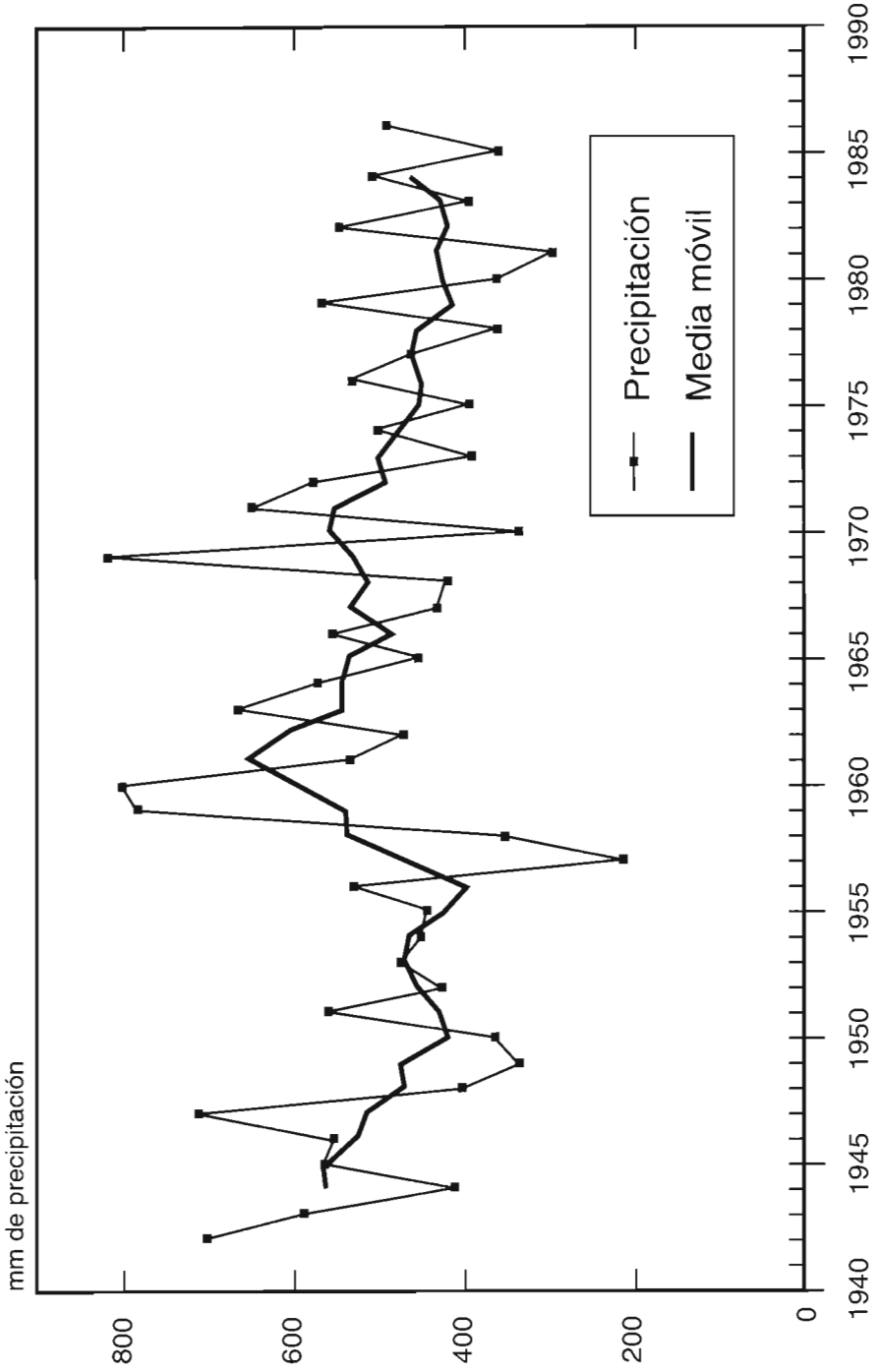


Fig. 2. Precipitaciones anuales (1942-1985). Medias móviles quinquenales.

Zaragoza capital (88 días) (ASCASO y CASAL, 1981). En conjunto, el porcentaje de tiempo incluido en rachas secas supone el 78%. El análisis de los retornos señala que con periodicidad muy alta (2-3 años) es probable que se produzca una racha seca de 40-50 días (GONZÁLEZ HIDALGO, 1992).

Las distribuciones de rachas secas presentan unos valores semejantes entre los cinco grupos de años (Fig. 3); no son significativas las diferencias en la prueba de Kolmogoroff-Smirnoff en los sucesivos cruces de grupos de años, salvo en los casos más extremos (Tabla II).

	Muy secos	Secos	Normales	Húmedos
Secos	NS			
Normales	NS	NS		
Húmedos	NS	NS	NS	
Muy húmedos	*	NS	NS	NS

Tabla II. Comparación de frecuencias de rachas secas.

NS: diferencias no significativas ($p \leq 0.05$) *: diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

La ausencia de diferencias significativas entre las distribuciones de frecuencias de rachas secas de los diferentes grupos de años manifiesta una homogeneidad interanual en cuanto a las condiciones de sequía (ausencia de agua) y anticipa que las variaciones de precipitación anual no parecen producirse por el incremento del número de días de precipitación.

EL ANÁLISIS DE LOS APORTES DIARIOS DE LLUVIA

El valor promedio del número de días de precipitación para los cinco grupos de años ordenados de «Muy secos» a «Muy húmedos» es de 50, 60, 60, 64 y 64 días, con coeficientes de variación en cada grupo en torno al 25%. No existe una correlación significativa entre el número de días y el volumen alcanzado en cada grupo de años, ni tampoco en el conjunto de la serie, en clara relación con los resultados obtenidos en el análisis de las rachas secas.

Los retornos diarios de precipitación se han evaluado según el método propuesto por AHNERT (1987), quien señala que de este modo se evitan los inconvenientes de la probabilidad extrema, además de incluir en el cálculo todos los

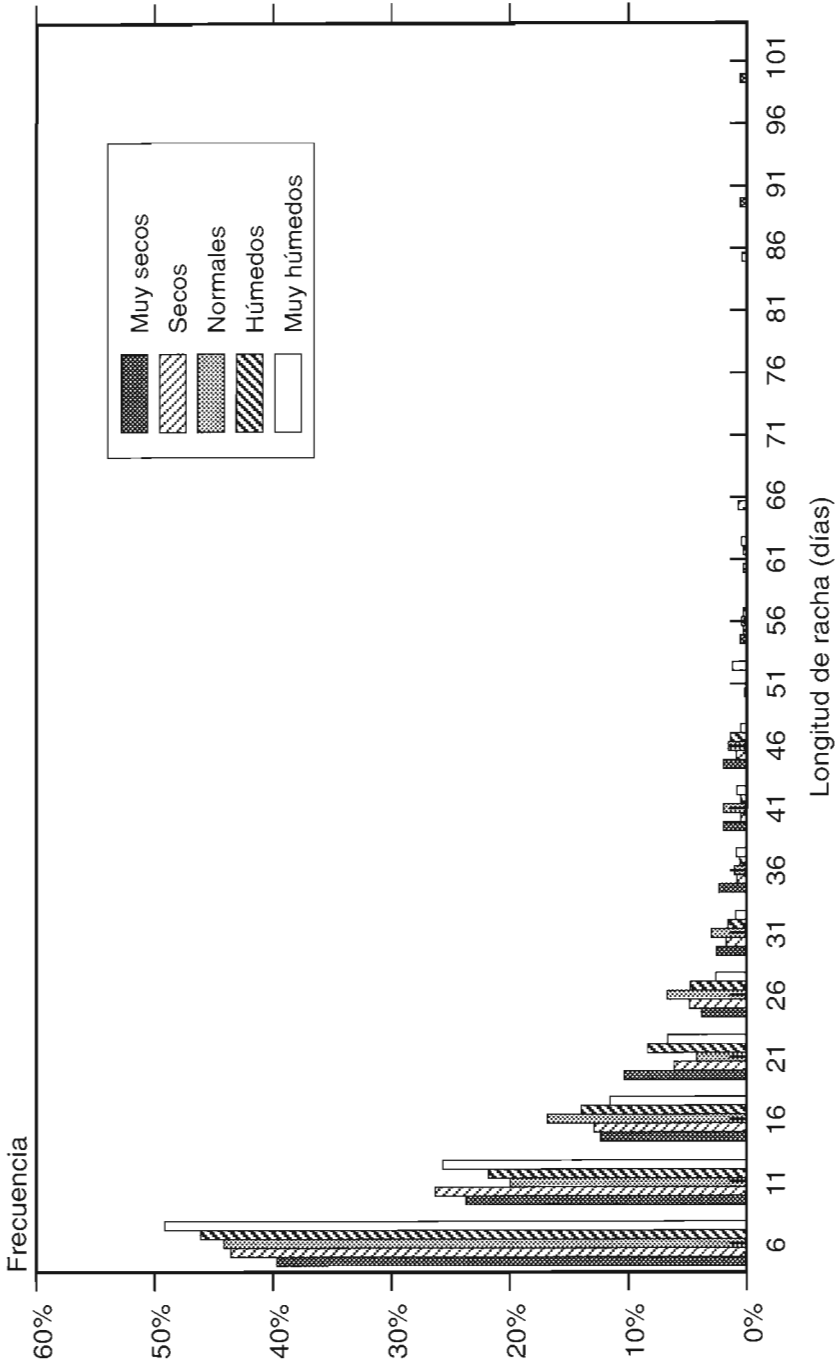


Fig. 3. Distribución de frecuencias de rachas secas por grupos de años.

días de precipitación. Dicho método, variante sobre el cálculo de Gumbel, realiza un ajuste semilogarítmico según notación

$$P_{24} = a + b \log_{10} RI$$

con P_{24} , el volumen de precipitación en 24 hr, y RI, el retorno de cada valor (en años) determinado según

$$RI = N + 1 / \text{rango}$$

siendo N el número total de unidades de tiempo registradas (años), y el rango su número de orden de mayor a menor. El ajuste obtenido tiene un valor en su coeficiente de determinación significativo (r^2 0.98, con $p < 0.01$).

Los resultados indican que se espera una precipitación de 44 mm día cada año; cada cinco años el valor del máximo diario se eleva a 66 mm, mientras el retorno de 25 y 50 años es respectivamente de 88 y 97 mm de precipitación diaria.

En la figura 4 se presentan las distribuciones de frecuencias de los días de precipitación de los cinco grupos de años. La tabla III muestra los valores de la prueba estadística de comparación de dichas distribuciones entre grupos, empleando intervalos de 5 mm de precipitación.

Los resultados indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las distribuciones de frecuencias de los días de lluvia de los años menos lluviosos (< 500 mm) y que sí las hay entre estos y los años de mayor precipitación. Más aún, las diferencias se concentran en el intervalo de precipitación 1 (0.1-5 mm) y 2 (5.1-10 mm), cuyo volumen no es suficiente para asegurar las variaciones de precipitación total entre años.

El mismo análisis realizado en intervalos de 10 mm señala idénticos resultados.

	Muy secos	Secos	Normales	Húmedos
Secos	NS (2)			
Normales	NS (2)	NS (1)		
Húmedos	* (1)	* (2)	NS (2)	
Muy húmedos	* (1)	* (2)	* (2)	* (3)

Tabla III. Comparación de frecuencias de días de lluvia.

NS: diferencias no significativa ($p \leq 0.05$)*: diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Entre paréntesis se señalan las clases (intervalos de precipitación) en las que se produce el valor Dmax.

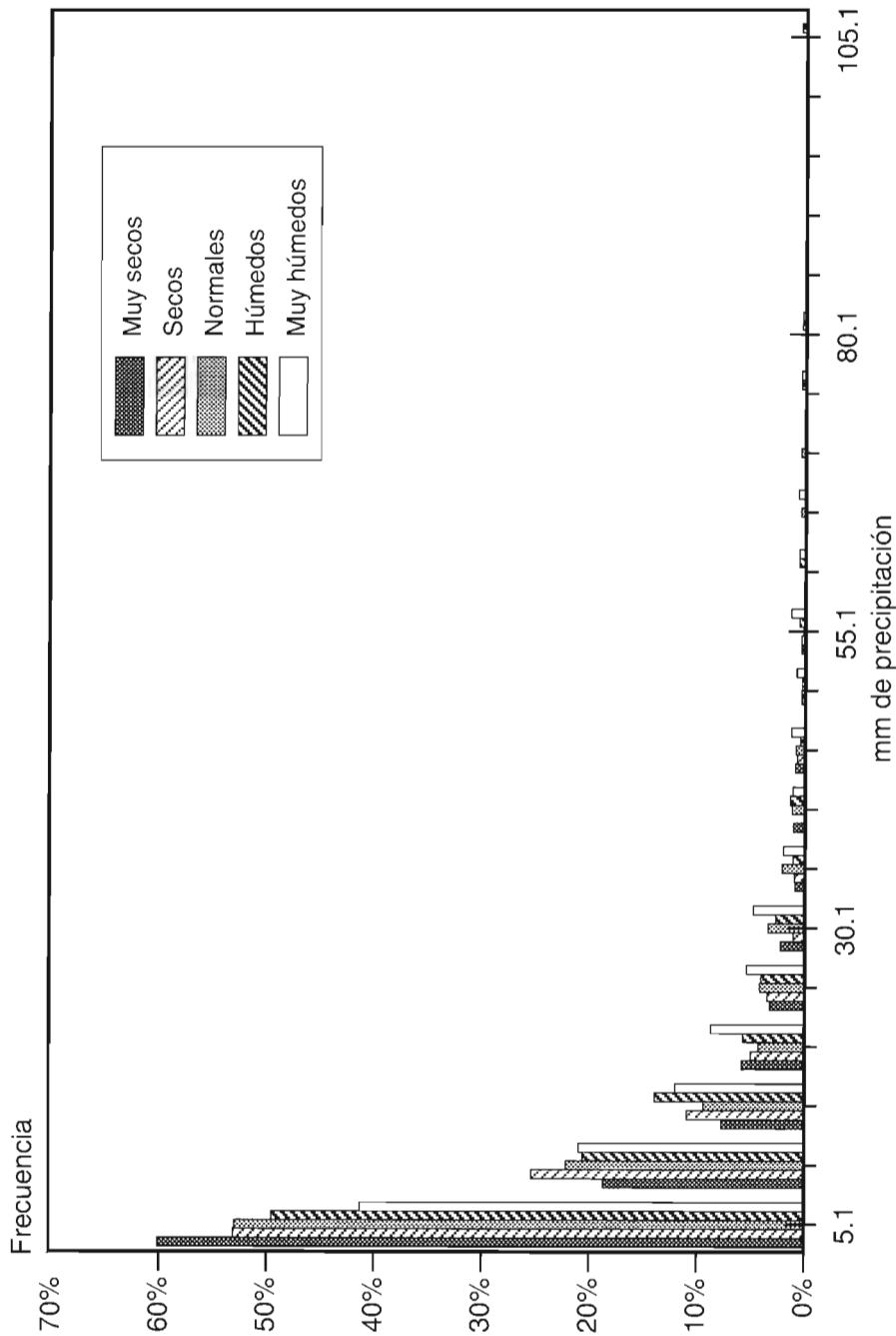


Fig. 4. Distribución de frecuencias de días de lluvia por grupos de años.

OBSERVACIONES SOBRE LA VARIABILIDAD INTERANUAL

Secuencias secas y días de lluvia constituyen el marco general bajo el que se configuran en el tiempo las condiciones en las que se producen los aportes hídricos de cualquier ambiente. En el primer caso por cuanto los intervalos de días sin precipitación representan lapsos de tiempo durante los cuales podrá realizarse un trasvase a la atmósfera y restringirse la reserva hídrica; en el segundo, porque el estudio de las distribuciones de frecuencias de los días de lluvia es una indicación de la intensidad con que se producen los aportes y las consecuencias asociadas a los mismos (oportunidad de infiltración, producción de escorrentía, etc.).

El estudio de las rachas secas en el ambiente de Violada señala que las condiciones hídricas generales de la zona se caracterizan por una marcada sequía; es elevada la posibilidad de que se produzca un periodo sin precipitación superior a los 60 días, hecho que sugiere la persistencia en el tiempo de condiciones hídricas restrictivas. En otras palabras, el área en que se localiza la estación estudiada puede caracterizarse por la existencia de una sequía persistente (ausencia de precipitación), así como por la presencia de aridez (ausencia de agua en el suelo), ambas señaladas por el estudio de las rachas secas y confirmadas en otras investigaciones (DEL VALLE, 1990; GONZÁLEZ HIDALGO, 1992).

La homogeneidad de las rachas secas entre años, independientemente del volumen de precipitación anual, la semejanza interanual del número de días de precipitación y los resultados de los análisis de frecuencia de los días de precipitación contrastan con las variaciones interanuales de los totales de precipitación observados.

Las diferencias en las distribuciones de frecuencias de los días de lluvia, cuando existen, se concentran en los intervalos más bajos de precipitación, razón que no permite explicar las variaciones volumétricas observadas en los totales anuales. Por ello no se puede aceptar que la causa de la variación interanual sea un cambio de la distribución de frecuencias de los días de lluvia entre los grupos de años y la razón debe buscarse por otros derroteros.

En la tabla IV se muestran los valores de los cuatro días de máxima precipitación en cada año, junto con los valores totales de la lluvia anual. La figura 5 muestra la relación entre dicho total de precipitación anual y la suma de la precipitación de los cuatro días de mayor volumen. La relación es positiva y significativa ($r = 0.67$, $p \leq 0.05$). El mismo tipo de relación se mantiene prácticamente igual con el valor de precipitación de los días números 2, 3 y 4, descontando el máximo anual ($r = 0.66$, $p \leq 0.05$).

1	2	3	4	P año	Año
77,0	54,5	45,6	44,6	701,6	1942
57,4	45,4	43,0	28,4	588,9	1943
29,9	25,2	23,7	22,6	411,9	1944
78,0	52,4	44,4	37,5	565,1	1945
55,8	28,2	25,2	24,6	553,1	1946
60,6	43,6	40,0	35,1	711,5	1947
40,2	33,2	32,6	20,8	403,5	1948
39,4	26,6	24,5	17,5	334,5	1949
44,0	40,5	28,0	26,0	362,6	1950
31,5	27,0	26,0	23,5	559,3	1951
51,5	24,4	17,2	16,0	426,0	1952
44,0	38,5	35,2	34,3	477,4	1953
45,0	42,2	29,6	28,4	451,4	1954
23,5	22,5	20,0	17,0	444,6	1955
42,7	34,0	26,0	25,2	531,2	1956
29,5	25,0	24,5	23,5	572,7	1964
29,0	27,5	23,5	22,5	454,8	1965
101,3	35,5	24,2	23,9	554,7	1966
42,5	29,5	29,0	23,7	431,5	1967
45,0	24,0	20,5	17,8	419,5	1968
57,2	44,0	38,7	32,8	818,7	1969
39,2	32,5	25,2	20,5	336,5	1970
45,5	37,3	32,0	28,8	649,7	1971
40,0	37,3	33,0	30,7	576,8	1972
33,0	31,0	22,7	20,0	390,1	1973
70,0	62,0	39,5	26,0	501,6	1974
30,0	26,0	21,0	18,0	394,0	1975
33,0	28,0	26,0	26,0	531,5	1976
40,0	33,5	31,5	17,5	461,9	1977
18,0	16,7	16,0	11,6	360,3	1978
55,5	52,5	29,0	26,7	567,4	1979
34,4	30,0	22,2	19,0	361,4	1980
29,2	23,6	19,8	17,5	295,7	1981
74,5	23,0	20,1	19,3	545,4	1982
45,7	23,3	22,5	20,7	394,2	1983
45,4	26,5	23,0	23,0	507,6	1984
34,0	27,0	17,3	14,8	358,9	1985

Tabla IV. Valores de precipitación de los cuatro máximos diarios y totales anuales. Los números de los encabezamientos indican el número de orden de la precipitación diaria en el conjunto del año. P año: precipitación total anual (el orden de los años es cronológico).

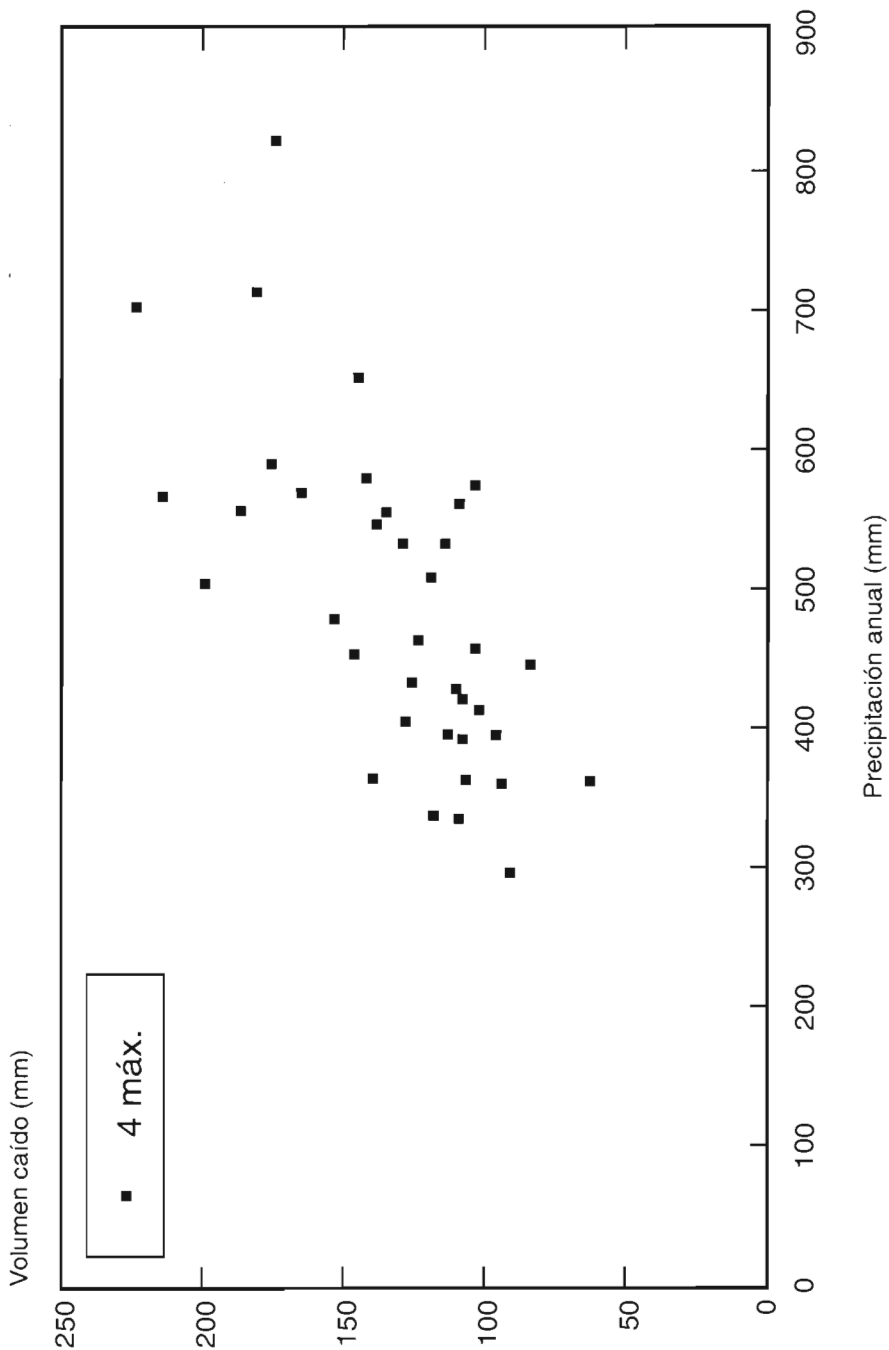


Fig. 5. Variación anual de la lluvia y volumen de los cuatro máximos diarios.

Los resultados parecen indicar que la variabilidad interanual de la precipitación se produce fundamentalmente por la presencia de muy pocas tormentas que no modifican la distribución de frecuencias de los días de lluvia. Dichas tormentas son así capaces de alterar los valores anuales hasta dos o tres veces, de manera que una vez descontados estos cuatro días máximos de precipitación el valor promedio de precipitación anual de la estación analizada desciende hasta los 250-300 mm aproximadamente.

Por tales razones, la caracterización pluviométrica de ambientes como el estudiado debiera realizarse en atención, no del volumen total anual (y menos su promedio), sino más bien en función de la distribución de frecuencias de los días de lluvia y la recurrencia de determinados volúmenes de precipitación, quienes serían indicadores más fiables de los volúmenes finales y sobre todo de sus previsibles consecuencias.

BIBLIOGRAFÍA

- AHNERT, F. (1987). An approach to the identification of morphoclimates. En *International Geomorphology*, II: 159-188 (V. GARDINER, ed.).
- ARNOLDUS, A. (1980). An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. En *Assesment of Erosion*: 127-132 (M. DE BOODT y D. GABRIELS, eds.).
- ASCASO, A. y CASALS, M. (1981). Periodos secos y sequías en la depresión central del Ebro. *Geographicalia*, 11-12: 55-71.
- DEL VALLE, J. (1989). El régimen pluviométrico de la Hoya de Huesca. *Lucas Mallada*, 1: 167-187.
- DEL VALLE, J. (1990). Tendencias climáticas en la zona central de la provincia de Huesca durante los últimos 30 años. *Geographicalia*, 27: 225-240.
- FERRAZ, J. (1985). Precipitaciones extremas. Cálculo de los períodos de retorno. En *III Curso de Ordenación del Territorio*: 43-52 (J. PORTA, ed.).
- FOURNIER, F. (1960). *Climat et érosion*. P.U.F., París.
- GABRIELS, D. y MITCHELS, P. (1990). Rainfall erosivity for European Mediterranean Countries. En *Erosión del Suelo en condiciones ambientales mediterráneas*, UIMP, Valencia (informe de trabajo).
- GONZÁLEZ HIDALGO, J. C. (1988). *Geomorfología y procesos morfogenéticos en las márgenes del Polígono de Riegos de la Violada. Aproximación Metodológica*. Tesis Master en Ciencias, IAMZ, Zaragoza.
- GONZÁLEZ HIDALGO, J. C. (1989). Dinámica de ecosistemas: fluctuaciones climáticas de corto plazo. *Options Méditerranéennes, Ser Sem.*, 3: 331-335.

- GONZÁLEZ HIDALGO, J. C. (1992). *Pautas espaciales de la erosión hídrica en el semiárido aragonés. Exposición topográfica y cubierta vegetal, factores de erosión*. Tesis Doctorado, Departamento de Geografía. Universidad de Zaragoza.
- GOUDIE, A. (1987). Change and instability in the desert environment. En *Horizons in Physical Geography*: 250-265 (M. J. CLARK *et al.*, eds.).
- HERNÁNDEZ, M. L. (1988). Climatología agrícola de la comarca de Zaragoza. *Geographica*, 25: 94-122.
- KIRKBY, M. J. (1980). Modelling water erosion processes. En *Soil erosion*: 183-216 (M. KIRKBY y R. P. C. MORGAN, eds.).
- KIRKBY, M. J. y NEALE, R. H. (1986). A soil erosion model incorporating seasonal factors. En *International Geomorphology*, II: 189-210 (V. GARDINER, ed.).
- LANGBEIN, W. B. y SCHUMM, S. A. (1958). Yield of sediments in relation to mean annual precipitation. *Trans. Amer. Geophysical Union*, 39: 1076-1084.
- PILGRIM, A. T.; PUVANESWARAN, P.; CONACHER, A. J. (1986). Factors affecting natural rates of slope development. *Catena*, 13: 169-180.
- STEEL, R. y TORRIE, J. (1985). *Bioestadística: principios y aplicaciones*. McGraw Hill, México.
- THORNES, J. B. (1980). Erosional processes of running water and their spatial and temporal controls: a theoretical viewpoint. En *Soil erosion*: 129-182 (M. KIRKBY y R. P. C. MORGAN, eds.).
- YAIR, A. y ENZEL, Y. (1987). The relationships between annual rainfall and sediment yield in arid and semiarid areas. The case of the northern Negev. *Catena Supp.*, 10: 137-146.
- WHITTOU, J. (1984). *Dictionary of Physical Geography*. Penguin, Nueva York.

ESTUDIO DE LOS *PHLEBOTOMUS* SSP. COMO FACTOR DE LEISHMANIOSIS EN EL SOMONTANO ORIENTAL DE LA PROVINCIA DE HUESCA

César Francisco GONZÁLEZ PEÑA*

RESUMEN.—En el presente trabajo se hace un estudio en profundidad de las poblaciones de *Phlebotomus* ssp. en el foco de Leishmaniosis del Somontano Oriental de la provincia de Huesca. Se analiza el riesgo potencial de los moradores de viviendas con corral anexo en ser picados por los vectores y, por lo tanto, de ser afectados de Leishmaniosis.

ABSTRACT.—The present work is an exhaustive study of some populations of *Phlebotomus* ssp. in the focus of Leishmaniosis of the Somontano Oriental of Huesca province. The potential risk of house with attached yard occupants being bitten by the arriers and subsequently developing Leishmaniosis is also analysed.

KEY WORDS.—*Phlebotomus*, Leishmaniosis, Somontano Oriental, Huesca, España.

JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

En la provincia de Huesca, la Leishmaniosis visceral infantil es citada por primera vez por LÁZARO CABALLERO y PASTOR BOTIJA en 1930²⁰. Diversos autores^{6,12} recogen casos tanto de Leishmaniosis cutánea como visceral de la zona

* P.º M.ª Agustín, 22B, 10º izda. E-50004 ZARAGOZA.

del Somontano Oriental o Somontano de Barbastro. Nosotros hemos recogido una serie de 17 casos de Leishmaniosis cutánea en esta zona, en el periodo comprendido entre 1980 y 1989. Tomando como base esta casuística y su prevalencia en el tiempo, cabe señalar la existencia de un foco endémico de Leishmaniosis en esta zona. No hemos tenido referencia de ningún caso de Leishmaniosis visceral (Tabla I).

<i>Localidad</i>	<i>Número de casos</i>	<i>Fuente</i>
Abiego	3	Médico Titular
Alberuela de la Liena	1	Médico Titular
Peraltilla	1	Médico Titular de Azlor
Permisán	1	Médico Titular de Adahuesca
Laluenga	1	Médico Titular
Estadilla	1	Dermatología: H.C.U.*
Estadilla	1	Anatomía Patológica: H.M.S.**
Barbuñales	1	Dermatología: H.C.U.
Naval	1	Anatomía Patológica: H.S.J.***
Salas Altas	1	Dermatología: H.M.S.
Berbegal	1	Dermatología: H.S.J.
Barbastro	2	Medicina Interna: H.C.B.****
Costeán	1	Medicina Interna: H.M.S.
Alquezar	1	Medicina Interna: H.M.S.

* Hospital Clínico Universitario de Zaragoza.

*** Hospital San Jorge de Huesca.

** Hospital Miguel Servet de Zaragoza.

**** Hospital Comarcal de Barbastro.

Tabla I. Casuística recogida por nosotros en el Somontano Oriental de la provincia de Huesca (1985-1989).

El presente trabajo es una sinopsis de otro anterior^{15,16} con el que, a partir de una forma concisa y clara, pretendemos tener un conocimiento en profundidad de las especies de *Phlebotomus* —principal vector de la Leishmaniosis— que aparecen en el medio de vivienda habitual del hombre y sus posibilidades de ser afectado por la enfermedad.

INTRODUCCIÓN

Los estudios de ADLER y THEODOR (1927-28)^{1,2} ponen de manifiesto la evolución de Leishmanias en el interior del tubo digestivo de las hembras de

Phlebotomus (dípteros de la familia *Psycodidae*). Numerosas experiencias y constataciones posteriores permiten actualmente, sin margen de error, señalar a diversas especies de *Phlebotomus* como vectores habituales de la Leishmaniosis.

Entre los tipos conocidos de Leishmaniosis, sólo dos tienen incidencia en nuestro país:

A) *Leishmaniosis visceral o Kala-azar*. Su área de distribución se extiende a Europa meridional, India, China, Brasil y, en el continente africano, al norte y al centro. Para nuestro país la OMS señala a *Ph. ariasi* y *Ph. perniciosus* como sus vectores³⁹.

B) *Leishmaniosis cutánea o Botón de Oriente*. Su área de distribución comprende la cuenca mediterránea, Oriente Medio y África central. Para nuestro país la OMS señala a *Ph. sergenti* y *Ph. papatasi* como sus vectores³⁹.

Clásicamente se hacía responsable a *Leishmania donovani* de la Leishmaniosis visceral y a *Leishmania tropica* de la Leishmaniosis cutánea. Actualmente, aplicando métodos enzimáticos, se concluye, tanto en animales como en pacientes afectados, que el agente causal de la Leishmaniosis, ya sea cutánea o visceral, es *Leishmania donovani infantum*, si bien con variaciones enzimáticas para cada tipo nosológico⁵.

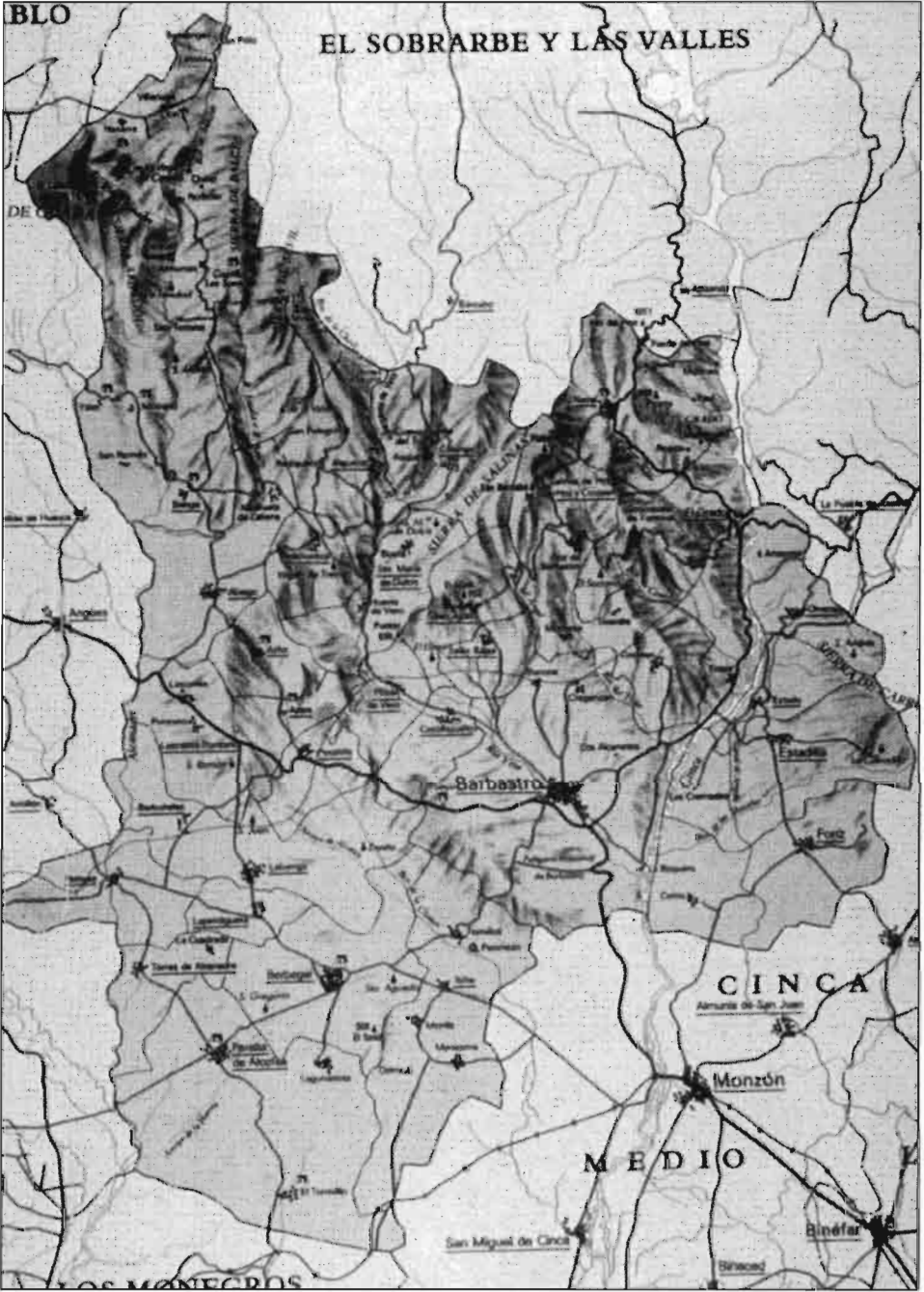
Zona objeto de estudio

Ante la casuística presentada la zona objeto de estudio es la comarca del Somontano Oriental de la provincia de Huesca. Se estudió también la zona norte de Monegros o Depresión de Sariñena, colindante con la zona que nos ocupa, dado que presenta diferencias geoclimáticas y de vegetación y a modo de comparación (Mapa 1).

El género Phlebotomus

Los flebotomos son insectos holometábolos en su desarrollo, por lo que presentan los cuatro estadios típicos: huevo, larva, ninfa e imago o insecto adulto. Entre sus características morfológicas, dada su significación taxonómica, es importante detenernos en comentar la estructura del aparato reproductor tanto del macho como de la hembra.

El aparato reproductor femenino está constituido por dos ovarios con glándulas lubricantes accesorias y dos espermatecas con su conducto espermatecal (Fig. 1).



Mapa 1. El Somontano oscense.

El ovario está formado por numerosas ovariolas de tipo politrófico; su conjunto se abre a un conducto, el oviducto, que se une con el del otro ovario, formando el oviducto común; éste se dirige a la cámara genital, donde desemboca. En esta misma cámara desembocan las glándulas lubricantes accesorias, las cuales segregan un fluido viscoso que recubre el huevo en el momento de la puesta. El tamaño del ovario y de las glándulas accesorias depende del estado de madurez de la hembra y va aumentando a medida que se van desarrollando los huevos.

La espermateca está constituida por una cápsula de tamaño variable y un conducto espermatecal. En la cápsula se encuentran una serie de glándulas que segregan un líquido conservante de los espermatozoides. La cápsula tiene un aspecto anillado y, según las especies, posee más o menos segmentos. Se comunica con el atrio genital mediante un largo conducto espermatecal, también de aspecto anillado.

El aparato reproductor masculino consta de dos testículos, una vesícula seminal, un canal eyaculador y una bomba espermática (Fig. 2). El testículo es una estructura ovoidea fija a la cavidad abdominal; se comunica con la vesícula seminal mediante un corto conducto, el conducto deferente. La vesícula seminal es de forma globosa y posee un canal que la comunica con la bomba espermática, el conducto eyaculador.

La bomba espermática es una estructura quitinosa en la que se distinguen dos partes: una distal en forma de copa y una proximal en forma de vástago,

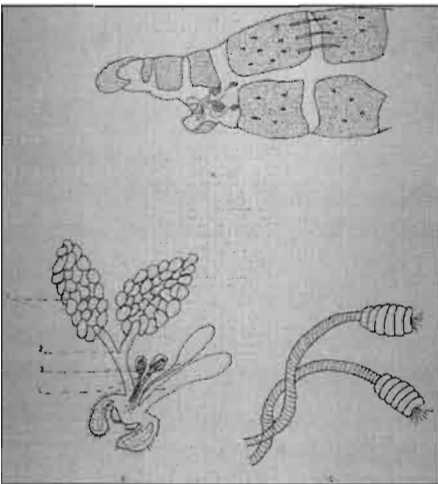


Fig. 1.

Terminalia del macho de un *Phlebotomus*.

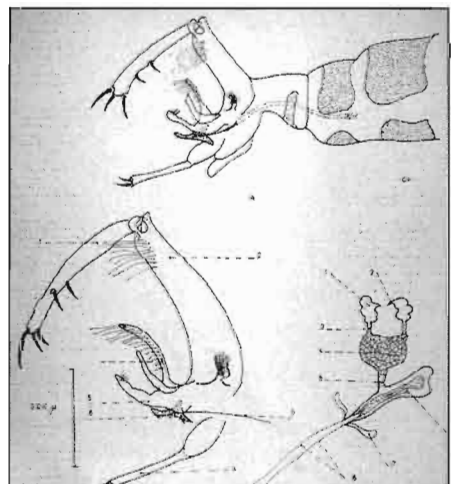


Fig. 2.

Terminalia de la hembra de un *Phlebotomus*.

con unas espículas en su base. Se continúa con los dos filamentos peneanos. En el momento de la cópula, los filamentos peneanos se deslizan a través del aedeago penetrando hasta la espermateca. Los músculos de la bomba espermática se contraen, con lo que el contenido de la copa es inyectado en el interior de la espermateca.

Biología

Dos factores han contribuido a la falta de datos sobre biología de los flebotomos. Primero, la dificultad para el establecimiento, en condiciones reales, de colonias en el laboratorio. En segundo lugar, las especializadas técnicas necesarias para el estudio, ya que estos dípteros son de hábitos generalmente nocturnos.

a) Larva

Los hábitats donde los diversos autores han encontrado larvas son múltiples y están muy vinculados a los de reposo de los adultos. Factores comunes de estos biotopos son la presencia de materia orgánica (excrementos y restos vegetales) y un ambiente con alto grado de humedad y temperatura estables^{21,28}.

Existe una relación directa entre temperatura y humedad en cuanto a la supervivencia y desarrollo de las larvas. THEODOR³⁶, con larvas de *Ph. papatasi*, concluye que, expuestas a temperaturas de 42°C, éstas mueren al cabo de una hora; sin embargo, si la humedad relativa es del 95-100% pueden vivir perfectamente a temperaturas entre los 40-41°C; si la humedad se mantiene alrededor del 85% la temperatura puede descender hasta los 39°C para obtener los mismos resultados.

El desarrollo normal de la mayoría de las especies de flebotomos requiere una temperatura por encima de los 18°C; por debajo de los 12°C entran en estado de diapausia o invernación. La temperatura óptima para el desarrollo, basándonos en datos de laboratorio, se ajusta a los 28-30°C²⁸.

b) Imago

Los imagos o adultos, en la mayoría de las especies, tienen actividad nocturna y crepuscular, aunque en sitios con cierta penumbra como túneles y habitaciones poco iluminadas pueden tener actividad diurna. Al atardecer, cuando la temperatura y el grado de humedad son óptimos, los flebotomos abandonan sus lugares de reposo y realizan pequeños vuelos, bien para buscar la fuente de alimentación, bien para realizar el apareamiento. Las primeras horas de oscuridad son las de actividad más intensa¹¹.

Los lugares de reposo son muy diversos y cada especie los elige dependiendo de su fuente de alimentación. En relación con el hombre pueden encontrarse en apriscos, establos, ruinas de cualquier naturaleza e, incluso, en las habitaciones de las casas (detrás de muebles, cuadros, cortinas, etc.).

La temperatura es un factor fundamental en la actividad de estos insectos. Los valores óptimos oscilan entre 25°C y 28°C. A temperaturas por debajo de 22°C no se observa picar a las hembras¹⁰ y por debajo de 17°C se limita considerablemente la capacidad de vuelo, llegando a desaparecer³².

El vuelo se realiza a poca distancia del suelo. La mayoría de los flebotomos vuelan entre los 20-30 cm de altura¹⁰, llegando a alcanzar algunos ejemplares 1.50 m; en terreno descubierto, no sobrepasan el metro de altura por término medio³³. Contra los muros o paredes pueden alcanzar alturas superiores a 6 m, realizando pequeños vuelos a modo de saltos; de este modo, alcanzan las ventanas y penetran en las habitaciones. La fuerza del viento también juega un importante papel tanto en el vuelo como en la dispersión. Estos insectos son muy sensibles a la velocidad del viento, por supuesto medida a nivel del suelo, ya que una ligera brisa superior a los 0.6 m/s hace que no abandonen sus lugares de reposo¹⁹.

La dispersión de los flebotomos es muy pequeña. Los resultados con ejemplares marcados dan unos valores medios de unos 600 m para las hembras y 125 m para los machos. Estos valores descienden si la observación se realiza en el medio urbano, donde a los 15 días de la liberación de *Phlebotomus* marcados el 92% se recapturaron en un radio de 12 m, el 7% en un radio de 25 m y, el resto, en distancias no superiores a 135 m¹⁰. En el caso de las hembras, si se trata de hembras jóvenes o que no hayan ingerido sangre pueden alcanzar los 2.200 m; sin embargo, las hembras repletas de sangre no sobrepasan los 250 m^{19,4}.

El fototropismo varía para cada especie e incluso según el sexo y el estado gonotrófico de la hembra. Cuando es positivo es más manifiesto en los machos y en las hembras jóvenes; si la hembra está repleta de huevos busca lugares oscuros, pasando éste a ser negativo²⁵.

La nutrición de los *Phlebotomus* tiene un importante interés. Los machos se alimentan de sustancias azucaradas de origen vegetal o de las secreciones mielíferas de áfidos y cóccidos¹¹⁷. Las hembras, como las de otros culícidos, tienen una nutrición mixta, de una parte azúcares como los machos y, de otra, son hematófagas. Pueden picar varias veces en el transcurso de su vida; precisan de los carbohidratos de origen vegetal y de los productos de la digestión de la sangre para el desarrollo y maduración de los huevos³⁸.

El aspecto hematófago de las hembras tiene capital importancia en el papel de vector de enfermedades parasitarias. En el caso de la Leishmaniosis, las leishmanias realizan la fase de paramastigote en el tubo digestivo de la hembra del flebotomo. Una vez terminada esta fase de su desarrollo emigran hacia la faringe y probóscide y, cuando la hembra vuelve a picar, es capaz de transmitir las a un nuevo individuo¹⁸; la duración de esta fase coincide prácticamente con la del ciclo gonotrófico, una semana, pero no se completa hasta la segunda toma de sangre, con lo que la transmisión de las leishmanias se realiza en la segunda ingestión de sangre. La mayoría de las hembras de las especies mediterráneas mueren después de la primera puesta, siendo las restantes las que son capaces de transmitir la Leishmaniosis¹⁷.

MARTÍNEZ ORTEGA²⁵ elaboró las claves dicotómicas para los *Phlebotomus* ibéricos. Presentamos a continuación las macrofotografías de las terminalias de los machos y de las hembras de las especies capturadas por nosotros en el Somontano Oriental durante el muestreo realizado (Figs. 3-10).

MATERIAL Y MÉTODOS

Objetivos

Ante el foco endémico de Leishmaniosis, la zona del Somontano Oriental de la provincia de Huesca, hemos planteado el presente estudio con dos objetivos primordiales: uno, el estudio en profundidad de las poblaciones de *Phlebotomus*, analizando su fenología y abundancia tanto absoluta como relativa; dos, la importancia que pueden tener los diversos animales domésticos que el hombre posee en el entorno domiciliario en relación con la densidad de *Phlebotomus* en las estaciones y los diferentes puntos de muestreo.

Período de muestreo

El presente estudio se realizó durante los meses de junio a noviembre de 1986 por ser esta época del año, en nuestra latitud, el periodo de actividad de los *Phlebotomus*, tal como se señala en los estudios realizados en otras regiones españolas^{23,25,27}

Muestreo

La zona objeto de estudio ha sido el Somontano Oriental de la provincia de Huesca. Para homogeneizar los datos a la hora del análisis de resultados, se establecieron dos transeptos: 1, comprendido por las localidades de Abiego,

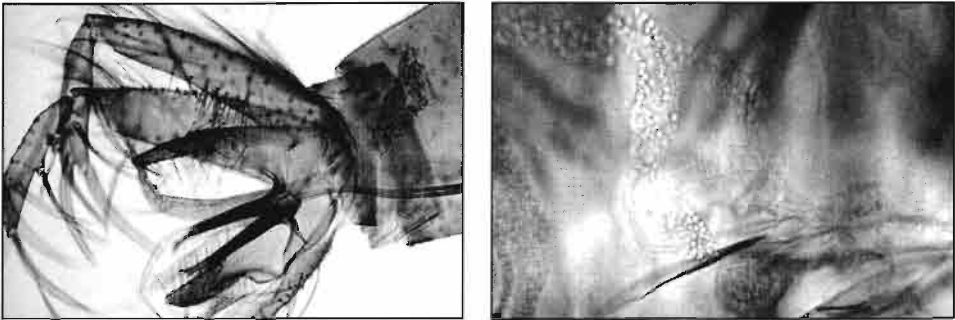


Fig. 3-4. 3, macrofotografía de la terminalia del macho de *Phlebotomus (Larrousius) perniciosus* Newstead. 4, espermateca de la hembra.

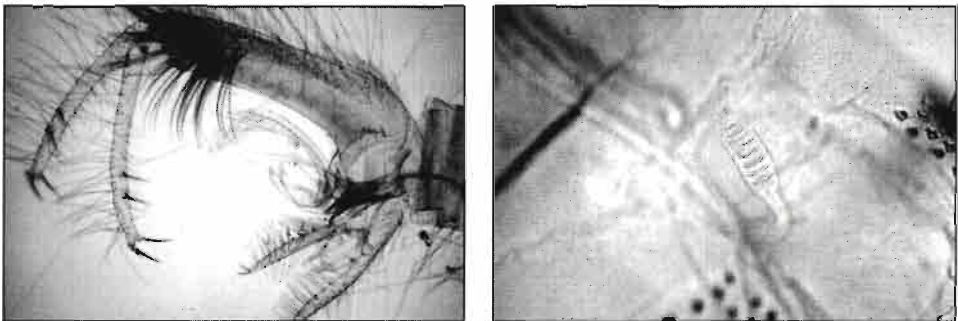


Fig. 5-6. 5, macrofotografía de la terminalia del macho de *Phlebotomus (Paraphlebotomus) papatasi* Scopoli. 6, espermateca de la hembra.

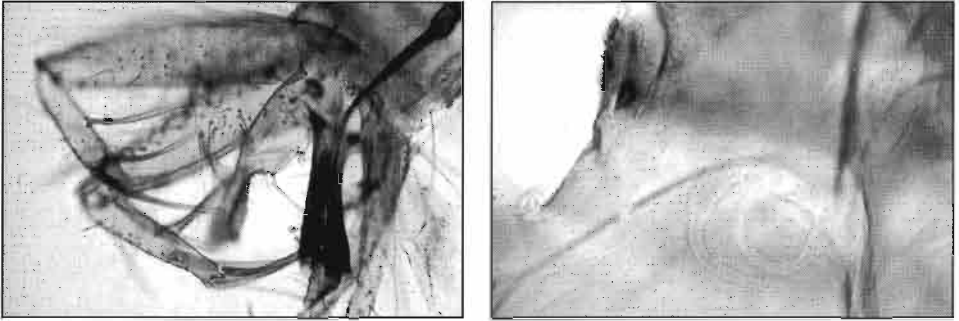


Fig. 7-8. 7, macrofotografía de la terminalia del macho de *Phlebotomus (Larrousius) ariasi* Tonnoir. 8, espermateca de la hembra.

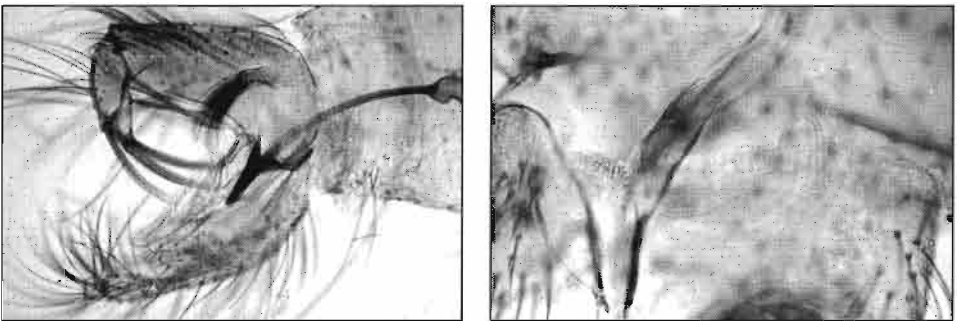


Fig. 9-10. 9, macrofotografía de la terminalia del macho de *Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti* Parrot. 10, espermateca de la hembra.

Adahuesca, Pozán de Vero, Estadilla, Barbuñales y Laluega; 2, compuesto por dos localidades, Castelflorite y Capdesaso, las cuales pertenecen a la zona norte de la comarca de Monegros, que nos sirvió de comparación con la zona objeto estricto del estudio.

Se eligieron estas localidades por tratarse de pequeños núcleos urbanos constituidos por casas agrícolas unifamiliares, que tenían un pequeño corral con animales y con comunicación directa con la vivienda; existía, por tanto, la posibilidad de trasiego de *Phlebotomus* desde el uno a la otra. En cada localidad se situaron dos estaciones de muestreo con diferente orientación, salvo en la localidad de Abiego, en la que, dada su situación, colocamos tres.

Las características que consideramos a la hora de la elección de las estaciones fueron las siguientes:

- Casa antigua.
- Corral en la misma casa.
- Comunicación directa entre el corral y la vivienda.
- Existencia de varias especies animales en el corral.
- Corrales no tratados asiduamente mediante métodos de desinsección o desratización.

En cada estación se colocó un promedio de ocho a diez puntos de muestreo, situados en los diferentes habitáculos de los animales, en la puerta y en las ventanas, si las hubiese, de comunicación del corral con la vivienda. En total muestreamos en diecinueve estaciones con un total de ciento setenta y un puntos de muestreo, cada uno de los cuales tenía una superficie de captura aprovechable de 800 cm².

El periodo de muestreo fue dividido en ciclos de 21 días. Nos aproximamos a los aplicados por MARTÍNEZ ORTEGA²⁵ y LUCIENTES²³ y coincidimos con CROSET⁷ en el sur de Francia. La primera toma de muestras la realizamos entre el 12 y el 13 de junio, ya que las primeras trampas las habíamos colocado entre los días 20 y 21 de mayo. La última se realizó el 17 de octubre. Fueron ocho recogidas en total, que denominaremos del I al VIII.

La técnica empleada para la captura fue la de trampas de «papel adhesivo»³⁷, basadas en el poder aglutinante del aceite de ricino. Se siguieron las pautas y modelos de LUCIENTES²³.

Grupos de muestreo

Para su análisis posterior agrupamos los diferentes puntos en cinco grupos homogéneos:

Grupo 1: Puntos de muestreo situados en las zonas de comunicación de la vivienda con el corral en las 19 estaciones. Computamos 56 puntos, con una superficie de captura por periodo de muestreo de 4.48 m²; muestreo completo, 31.36 m².

Grupo 2: Puntos de muestreo situados en las zonas donde había ganado lanar. Computamos 23 puntos en 6 estaciones (I, II, IV, V, XI y XII). La superficie de captura por periodo de muestreo fue de 1.84 m²; muestreo completo, 12,88 m².

Grupo 3: Puntos de muestreo situados en relación con la presencia de gallinas. Computamos 31 puntos en 14 estaciones, se excluyeron las estaciones I, IV, V, X y XII. Superficie por periodo: 2.48 m²; muestreo completo, 17.36 m².

Grupo 4: Puntos de muestreo situados en relación con otros animales como conejos, perros, cerdos, etc.; se computaron en total 28, situados en 12 estaciones (se excluyeron IV, V, VIII, IX, XII y XVIII), con una superficie de captura por periodo de 2.24 m² y, para el muestreo completo, 15.68 m².

Grupo 5: En este grupo se computaron 33 puntos de 15 estaciones (se excluyeron I, IX, XI y XII), situados en lugares en los que la presencia de animales era inconstante o inexistente (leñeras, almacenes, huecos de escalera, pajares, etc.). Superficie de captura, 2.64 m²; muestreo completo, 18.48 m².

En el conjunto de puntos de muestreo, y para el muestreo completo, se empleó un total de 1.197 papeles de captura, con una superficie total de 95.76 m²; en cada periodo se emplearon 171, con 13.62 m² de superficie.

Manipulación de los especímenes

Se realizó un montaje de cada especimen en porta-objetos en posición lateral; en las hembras se separaron los dos últimos segmentos abdominales y se montó la cabeza en posición antero-posterior para posibilitar una determinación eficaz²³.

RESULTADOS

Muestreo completo

Fueron capturados un total de 810 ejemplares de *Phlebotomus*, pertenecientes a cuatro especies diferentes:

- Phlebotomus (Paraphlebotomus) papatasi* Scopoli
- Phlebotomus (Larroussius) perniciosus* Newstead

—*Phlebotomus (Larroussius) ariasi* Tonnoir
 —*Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti* Parrot

Periodo	Número	Densidad	%
I	11	1.24	1.35
II	69	5.07	8.52
III	232	17.03	28.64
IV	197	14.46	24.32
V	158	11.60	19.51
VI	115	8.44	14.20
VII	28	2.06	3.46
VIII	0	0.00	0.00
M. C.	810	8.46	100.00

Tabla II. Total de *Phlebotomus* capturados por periodos de muestreo, sexo, densidad y %.

Analizando estos valores, se pone de manifiesto que en el periodo III, comprendido entre el 3 y el 24 de julio, se realizó el mayor número de capturas, 232 y un 28.64%; este porcentaje va bajando hasta el periodo VIII, comprendido entre el 17 de octubre y el 7 de noviembre, en el que no se capturó ningún ejemplar. Por esta circunstancia eliminaremos este periodo a la hora de exponer y realizar los cálculos que comentaremos a lo largo de este capítulo. El desglose por especie y sexo fue según se muestra en la tabla III.

Especie	Sexo	I	II	III	IV	V	VI	VII	Total	%
<i>Ph. perniciosus</i>	M	7	46	149	117	58	58	14	617	76.17
	H	1	7	47	30	37	37	9		
	Total	8	53	196	147	95	95	23		
<i>Ph. papatasi</i>	M	2	15	29	33	43	8	3	175	21.60
	H	1	1	6	14	15	5	—		
	Total	3	16	35	47	58	13	3		
<i>Ph. sergenti</i>	M	—	—	1	4	3	3	—	15	1.85
	H	—	—	1	—	1	1	1		
	Total	—	—	2	4	4	4	1		
<i>Ph. ariasi</i>	M	—	—	—	—	—	1	—	3	0.37
	H	—	—	—	—	1	1	—		
	Total	—	—	—	—	1	2	—		

Tabla III. Desglose de resultados totales por especie, periodo y sexo.

*Resultados pormenorizados por especie****Phlebotomus (Larrousius) perniciosus* Newstead**

Datos globales:

Es la especie más representada, con 617 ejemplares (76.17%), de los que 449 (72.77%) fueron machos y 168 (27.23%) hembras. Su distribución a lo largo de los diferentes periodos de muestreo se realizó según se muestra en la tabla IV.

Periodos	Total	Densidad	%	Machos	Densidad	%	Hembras	Densidad	%
I	8	0.59	1.30	7	0.51	1.56	1	0.07	0.59
II	53	3.89	8.59	46	3.38	10.24	7	0.51	4.17
III	196	14.39	31.77	149	10.94	33.18	47	3.45	27.98
IV	147	10.79	23.82	117	8.59	26.06	30	2.20	17.86
V	95	6.98	15.39	58	4.26	12.92	37	2.72	22.02
VI	95	6.98	15.39	58	4.26	12.92	37	2.72	22.02
VII	23	1.69	3.73	14	1.03	3.12	9	0.66	5.36
M. C.	617	6.44	100	449	4.68	72.77	168	1.75	27.23

Tabla IV. Capturas de *Ph. perniciosus* por periodos y sexo.

Fenología:

Según la tabla IV se observa que *Ph. perniciosus* aparece en la primera quincena de junio (0.59 ejs./m²), alcanza una densidad máxima hacia la segunda quincena de julio (14.39 ejs./m²), decrece hasta llegar a un estancamiento durante la segunda quincena de agosto y primera de septiembre (6.98 ejs./m²) y desaparece en la segunda quincena de octubre.

Las gráficas de variación anual para machos y hembras son diferentes a lo largo del muestreo completo. El número de machos sigue una trayectoria similar a la total, con un máximo en la segunda quincena de julio (10.94 ejs./m²) y un descenso en meseta durante la segunda quincena de agosto y primera de septiembre (4.26 ejs./m²). Las hembras presentan un máximo en la segunda quincena de julio (3.45 ejs./m²), que baja discretamente en la primera quincena de agosto (2.20 ejs./m²) y permanece estable hasta la segunda quincena de septiembre (2.72 ejs./m²), comenzando el decrecimiento final al igual que los machos (Gráfico 1).

Conjunto de estaciones de muestreo:

La distribución de las capturas en el conjunto de las diecinueve estaciones fue muy variable (Tabla V).

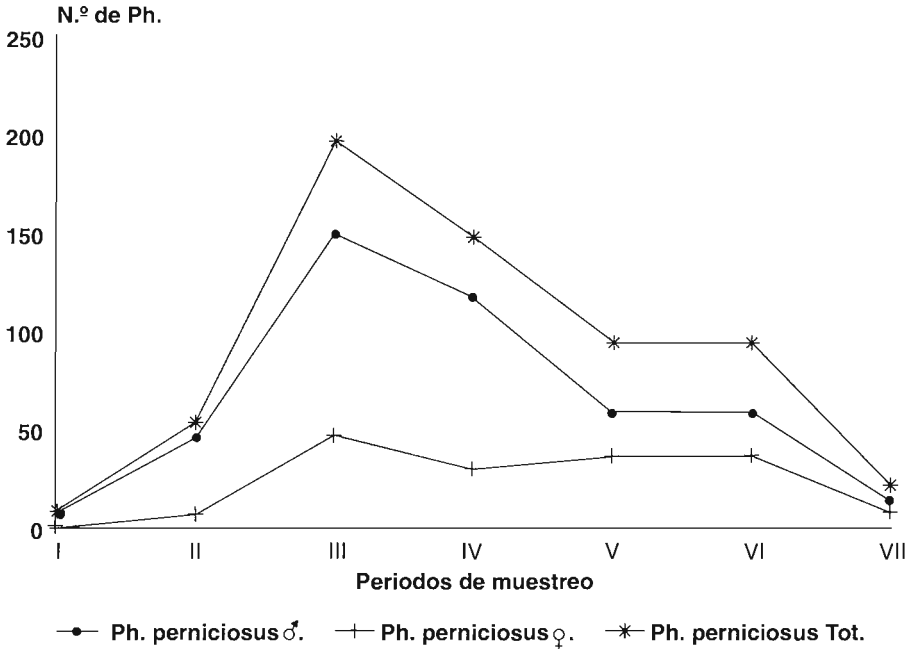


Gráfico 1. *Phlebotomus perniciosus* Newstead.

Estaciones	I	92 ejs.	Estaciones	VIII	7 ejs.	Estaciones	XV	19 ejs.
	II	37 ejs.		IX	8 ejs.		XVI	4 ejs.
	III	13 ejs.		X	20 ejs.		XVII	16 ejs.
	IV	84 ejs.		XI	30 ejs.		XVIII	26 ejs.
	V	103 ejs.		XII	48 ejs.		XIX	26 ejs.
	VI	29 ejs.		XIII	20 ejs.			
	VII	16 ejs.		XIV	19 ejs.			

Tabla V. Capturas de *Ph. perniciosus*. Conjunto de estaciones.

Hemos de señalar las diferencias existentes entre las diferentes estaciones; así, en las estaciones I, IV y V se observan valores de 92, 84 y 103 ejemplares, respectivamente, frente a 4, 7 y 8 ejemplares en las estaciones XVI, VIII y IX.

Phlebotomus (Paraphlebotomus) papatasi Scopoli

Datos globales:

Ph. papatasi es la especie representada en segundo lugar. El total de ejemplares capturados fue de 175 (21.60%), 133 machos (75.14%) y 42 hembras (24.86%). Su distribución a lo largo de los siete periodos de muestreo fue la siguiente:

Per.	Total	Densidad	%	Machos	Densidad	%	Hembras	Densidad	%
I	3	0.22	1.71	2	0.15	1.50	1	0.07	2.38
II	16	1.18	9.14	15	1.10	11.28	1	0.07	2.38
III	35	2.57	20.00	29	2.13	21.80	6	0.44	14.28
IV	47	3.45	26.86	33	2.42	24.81	14	1.03	33.34
V	58	4.26	33.14	43	3.16	32.33	15	1.71	35.72
VI	13	0.95	7.43	8	0.50	6.02	5	0.37	11.90
VII	3	0.22	1.71	3	0.22	2.26	0	0.00	0.0
M. C.	175	1.83	100	133	1.39	75.14	42	0.44	24.86

Tabla VI. Capturas de *Ph. papatasi* por periodos y sexo.

Fenología:

En la tabla VI vemos que *Ph. papatasi* aparece en la primera quincena de junio; la máxima densidad se alcanza durante el periodo V, en la segunda quincena de agosto, con 58 ejemplares (4.26 ejs./m²). A partir de este periodo el número de ejemplares decrece de una forma rápida, siendo nulas las capturas en la segunda quincena de octubre.

Los machos siguen una trayectoria que difiere ligeramente del total: presentan un aumento rápido hasta la segunda quincena de julio —con 29 ejemplares (2.13 ejs./m²)— y una progresión lenta hasta alcanzar el máximo en la segunda quincena de agosto —con 43 ejemplares (3.16 ejs./m²)—. Las hem-

bras presentan una trayectoria en meseta cuyo máximo se sitúa entre los periodos IV y V (1.03 ej./m² – 1.71 ej./m²), entre los últimos días de julio y los primeros de septiembre. Durante el mes de octubre no se capturó ningún ejemplar (Gráfico 2).

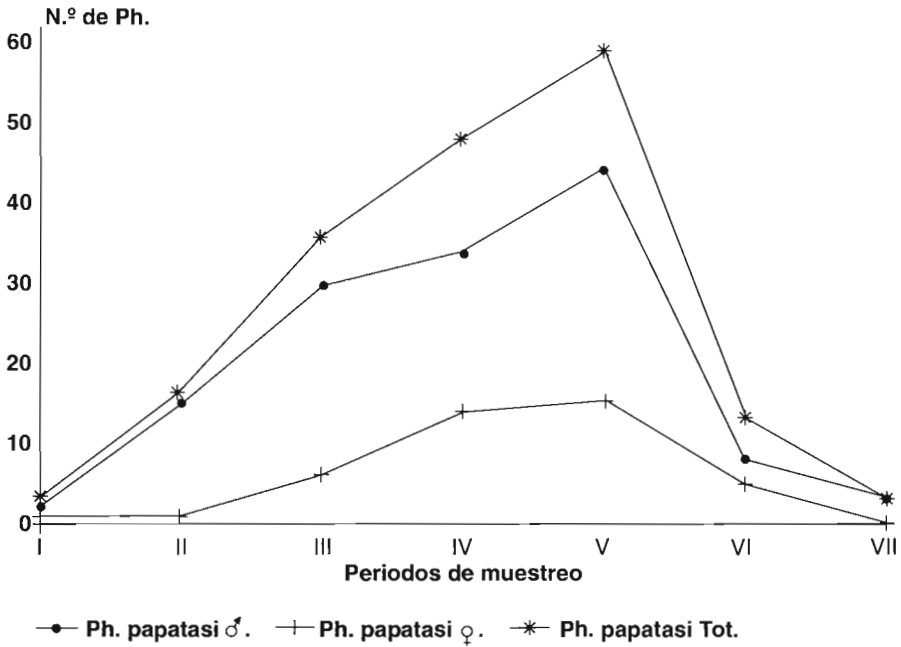


Gráfico 2. *Phlebotomus papatasi* Scopoli

Conjunto de estaciones de muestreo:

Los 175 ejemplares capturados se distribuyeron, en el conjunto de estaciones, según se muestra en la tabla VII.

Estaciones	I	23 ej.	Estaciones	VIII	8 ej.	Estaciones	XV	6 ej.
	II	18 ej.		IX	16 ej.		XVI	10 ej.
	III	13 ej.		X	3 ej.		XVII	2 ej.
	IV	4 ej.		XI	7 ej.		XVIII	12 ej.
	V	1 ej.		XII	4 ej.		XIX	10 ej.
	VI	4 ej.		XIII	8 ej.			
	VII	10 ej.		XIV	5 ej.			

Tabla VII. Capturas de *Ph. papatasi*. Conjunto de estaciones.

Al igual que sucedía con *Ph. perniciosus*, *Ph. papatasi* presenta importantes diferencias entre unas estaciones y otras. Mientras que en las estaciones V, X y XVII las capturas son escasas —1, 3 y 2, respectivamente—, en las estaciones I, II y IX el número de ejemplares es alto —23, 18 y 16 ejemplares, respectivamente.

***Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti* Parrot**

Datos globales:

Ph. sergenti es la tercera especie en cuanto a número de capturas, con 15 ejemplares (1.85%), 11 machos (73.34%) y 4 hembras (26.66%). Omitimos los resultados por periodos y estaciones dado que el número de capturas ha sido bajo y por lo tanto no significativo para analizar su fenología.

***Phlebotomus (Larrousius) ariasi* Tonnoir**

Datos globales:

Ph. ariasi ha resultado ser la especie menos representada, con 3 ejemplares, lo que supone un 0.37% del total de capturas. De estos 3, 1 fue macho y 2 hembras. Como en el caso de *Ph. sergenti*, este número no es significativo para establecer la fenología y su presencia en dependencia de las estaciones.

Conjunto de capturas. Transeptos de muestreo

En este apartado exponemos los resultados en los dos transeptos de muestreo, Somontano Oriental y Monegros Norte, agrupando las especies según la clasificación de CROSET⁹.

	<i>Somontano Oriental</i>		<i>Monegros Norte</i>	
	Número	%	Número	%
Especies euromediterráneas:	547	77.92	73	67.59
Especies zonas áridas:	155	22.08	35	2.41

Grupos de muestreo

Si analizamos el conjunto de capturas en cada uno de los grupos de muestreo obtendremos los siguientes resultados, expresados en la tabla VIII:

Grupo 1: El número de flebotomos capturado fue de 258 ejemplares, el 31.85%. Su distribución por especies fue: 222 ejemplares para *Ph. perniciosus*, 34 para *Ph. papatasi* y 2 para *Ph. sergenti*.

Grupo 2: El número de ejemplares capturados fue de 245, el 30.25% del total. En su distribución por especies, 227 ejemplares correspondieron a *Ph. perniciosus*, 16 a *Ph. papatasi* y 2 a *Ph. sergenti*.

Grupo 3: El número de capturas fue de 139 ejemplares, el 17.17% del total. A *Ph. perniciosus* le correspondieron 58 ejemplares, 76 a *Ph. papatasi*, 3 a *Ph. sergenti* y 2 a *Ph. ariasi*.

Grupo 4: Los flebotomos capturados han sido 121, el 14.94% del total, de los que 79 corresponden a *Ph. perniciosus*, 34 a *Ph. papatasi*, 7 a *Ph. sergenti* y 1 a *Ph. ariasi*.

Grupo 5: El número de capturas se situó en 47 ejemplares, el 5.80%, repartidos en 31 ejemplares para *Ph. perniciosus*, 15 para *Ph. papatasi* y 1 para *Ph. sergenti*.

Especie	M/H	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
<i>Ph. perniciosus</i>		86.05	92.65	41.73	65.29	65.96
	M	60.85	67.76	28.06	52.07	51.06
	H	25.19	24.90	13.67	13.22	14.89
<i>Ph. papatasi</i>		13.18	6.53	54.68	28.10	31.92
	M	7.75	4.49	39.57	26.45	31.92
	H	5.43	2.04	13.67	1.65	0.00
<i>Ph. sergenti</i>		0.77	0.82	2.16	5.04	2.13
	M	0.77	0.41	0.72	4.96	2.13
	H	0.00	0.41	1.44	0.83	0.00
<i>Ph. ariasi</i>		0.00	0.00	1.44	0.83	0.00
	M	0.00	0.00	0.72	0.00	0.00
	H	0.00	0.00	0.72	0.83	0.00

Tabla VIII. Conjunto de resultados por %, especie y sexo por grupos de muestreo.

DISCUSIÓN

Especies capturadas. Muestreo completo

En las revisiones corológicas realizadas por MARTÍNEZ ORTEGA en 1982²⁵ y LUCIENTES en 1987²³ se citan tres especies de *Phlebotomus* para la provincia de

Huesca: *Sergentomyia minuta* Rondani, *Phlebotomus (Paraphlebotomus) papatasi* Scopoli y *Phlebotomus (Larroussius) perniciosus* Newstead. Nosotros incorporamos la provincia de Huesca a la distribución ibérica de *Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti* Parrot y de *Phlebotomus (Larroussius) ariasi* Tonnoir.

La presencia de estas dos especies en la provincia de Huesca es perfectamente lógica. En el caso de *Ph. sergenti* se había confirmado su presencia en las provincias de Gerona y Zaragoza, por lo que, no habiendo barreras naturales que impidan la dispersión de la especie entre éstas y la de Huesca, su captura no debe causar extrañeza. Caso similar es el de *Ph. ariasi*, que ya estaba citado de las provincias de Lérida, Navarra y Zaragoza.

En comparación con el estudio realizado por LUCIENTES²³ para la provincia de Zaragoza, es importante señalar que, en sus muestreos, el 79.84% de sus capturas pertenecieron a la especie *S. minuta*; en nuestro estudio no ha aparecido un solo ejemplar. Este hecho lo achacamos a dos factores: primero por la especificidad mantenida al elegir los puntos de muestreo y, en segundo lugar, por las preferencias tróficas específicas de esta especie, saurios de los géneros *Lacerta* y *Tarentola* muy poco frecuentes en este tipo de lugares.

La clasificación en grupos zoogeográficos de CROSET⁹ presenta a *Ph. perniciosus* y *Ph. ariasi* como especies euromediterráneas y a *Ph. papatasi* y *Ph. sergenti* como pertenecientes a un grupo mesógeno de tendencia ermitica, es decir, especies propias de zonas áridas²⁶. En nuestro estudio, el grupo euromediterráneo supondría el 76.54% de capturas, de las que a *Ph. perniciosus* correspondería un 76.17% y a *Ph. ariasi* un 0.37%. El grupo de especies propias de zonas áridas estaría representado por el 23.45%, el 21.60% correspondería a *Ph. papatasi* y el 1.85% a *Ph. sergenti*.

Si este análisis lo realizamos por separado para cada transecto se observa que en las quince estaciones (I a XV) que pertenecen al Somontano Oriental el número de capturas ha sido de 702 ejemplares (86.67%), de los que el 77.92% corresponde a especies euromediterráneas y el 22.08% a especies propias de zonas áridas. En la zona de Monegros Norte, con cuatro estaciones (XVI, XVII, XVIII y XIX), el número de capturas ha sido de 104 ejemplares (12.84%), de las que el 69.23% pertenece a especies euromediterráneas y el 32.69% a especies propias de zonas áridas.

Los porcentajes señalados anteriormente reflejan que en el Somontano Oriental la relación entre especies euromediterráneas y especies de zonas áridas

es de 3.53/1 frente al 2.09/1 que presenta la zona de Monegros Norte. Estos resultados se acercarían a los obtenidos por RANQUE y cols.²⁹ para la zona situada entre Marsella y Tolón.

Proporción de sexos

La proporción de sexos para cada especie es diferente. En nuestro estudio:

Total <i>Phlebotomus</i> :	2.75	M/H
<i>Ph. perniciosus</i> :	2.67	M/H
<i>Ph. papatasi</i> :	3.17	M/H
<i>Ph. sergenti</i> :	2.75	M/H
<i>Ph. ariasi</i> :	2	H/M

Estos resultados difieren de los presentados por LUCIENTES²³ para *Ph. papatasi*, pues da un valor de 1.87 M/H. Para *Ph. sergenti* y *Ph. ariasi* no podemos realizar una comparación debido a la diferencia de ejemplares capturados por este autor y nosotros. Esta diferencia puede estar motivada por el método de captura empleado, ya que aplicando el método de los papeles adhesivos el porcentaje de captura es mayor para machos que para hembras^{24,31}. Sin embargo, nosotros no hemos tratado de muestrear en los lugares de preferencia para el reposo, sino que, por el contrario, hemos colocado los puntos de muestreo en zonas que suponíamos eran visitadas por los flebotomos durante las horas de actividad. Creemos que no sólo influye el método de trapeo sino también el lugar elegido como punto de muestreo.

Ciclo anual

***Phlebotomus perniciosus* Newstead**

En nuestro estudio, el periodo de actividad se reduce a los meses de junio a octubre, con un pico máximo durante la segunda quincena de julio. Estos resultados se acercarían a los obtenidos en el sur de Francia —zona de Cévennes—, con características geoclimáticas similares^{7,8,14,30}.

Con respecto a otras zonas de la península Ibérica, en la zona de Zaragoza comprendería desde la segunda quincena de abril a finales de noviembre²³ y en el sureste peninsular abarcaría desde la primera quincena de mayo a final de octubre, con dos máximos, uno en la segunda quincena de junio y otro a primeros de septiembre²⁶. Estas diferencias serían consecuencia de la temperatura media ambiental, más elevada que en nuestra zona de estudio.

Especial interés tiene para nosotros el periodo de actividad de las hembras, ya que su capacidad de actuar como vector de Leishmaniosis está directamente relacionada con su periodo de actividad, pudiéndose solapar el periodo de riesgo de transmisión con el periodo de actividad. En nuestro estudio el periodo de actividad no presenta un pico tan acentuado en la segunda quincena de julio; la curva se mantiene a lo largo del muestreo, con densidades que oscilan entre 3.45 ejs./m² y los 2.72 ejs./m². Así, para *Ph. perniciosus* el periodo de riesgo en la transmisión de Leishmaniosis abarcaría los meses de julio a octubre en la zona del Somontano Oriental.

***Phlebotomus papatasi* Scopoli**

El periodo de actividad de *Ph. papatasi* comienza en la primera quincena de junio para finalizar en la primera quincena de octubre, con un máximo en la segunda quincena de agosto. Mientras que para los machos la curva se podría superponer a la de la totalidad, para las hembras no aparecería un pico sino que desde finales de julio a primeros de septiembre presentaría una estabilidad.

En comparación con los datos sobre la zona de Zaragoza y la del sureste peninsular^{23,26} el periodo de actividad se dilata conforme la temperatura media ambiental va siendo mayor.

Como en el caso de *Ph. perniciosus*, tenemos que hacer un comentario especial sobre el periodo de actividad de las hembras, dada la importante implicación de *Ph. papatasi* en la transmisión de Leishmaniosis. Nuestros resultados indican que las hembras de *Ph. papatasi* aparecen en mayo pero no presentan un máximo hasta finales de julio, manteniéndose los valores de la densidad hasta primeros de septiembre. Así, el periodo de mayor riesgo de transmisión de Leishmaniosis para *Ph. papatasi* abarcaría desde finales de julio hasta primeros de septiembre.

La escasez de capturas de *Ph. sergenti* y de *Ph. ariasi* no nos permite fijar con exactitud los periodos de mayor riesgo de transmisión de Leishmaniosis para estas dos especies. Haciendo una abstracción de nuestros resultados con los de otros autores, lo podríamos fijar de forma aproximada entre la segunda quincena de julio y la segunda de octubre para *Ph. sergenti*^{4,13,25,27}.

Conjunto de estaciones. Grupos de muestreo

Hemos planteado los cinco grupos de muestreo con el fin de tratar de establecer una relación entre las especies de animales domésticos que viven en los

corrales unidos a las viviendas humanas y las especies de *Phlebotomus* que conviven con éstas. También se ha tratado de establecer la posibilidad de desplazamiento de flebotomos desde los corrales a las habitaciones humanas.

Grupo 1: Puntos de muestreo en la comunicación vivienda-corral. El número de ejemplares capturados asciende a 258 (31.85%), es decir, prácticamente la tercera parte del total de capturas. La superficie de trampeo empleada fue de 31.36 m², 4.48 m² por periodo. La densidad global en este grupo fue de 8.23 ejs./m².

La especie más representada es *Ph. perniciosus* (86.04%); *Ph. papatasi*, con el 19.43% de las capturas, aparece en segundo término, con importante diferencia. De *Ph. sergenti* sólo se capturaron 2 ejemplares (0.78%). *Ph. ariasi* no se capturó en este grupo.

La relación M/H para *Ph. perniciosus* fue de 2.42, valor ligeramente inferior al correspondiente al total de la especie. En el caso de *Ph. papatasi* el valor de la relación M/H fue de 1.43, muy alejado del establecido en el conjunto de la especie, que fue de 3.17.

Analizando el conjunto de resultados en este grupo podemos deducir la existencia de un trasiego de especímenes desde el corral a la vivienda humana, habida cuenta de que, durante el periodo estival, tanto puertas como ventanas permanecen normalmente abiertas. De igual forma se puede deducir que *Ph. perniciosus*, *Ph. papatasi* y *Ph. sergenti* pueden seguir esta vía de penetración en la vivienda humana.

Grupo 2: Puntos de muestreo donde predomina el ganado lanar. En cuanto a las especies capturadas, la más representada es *Ph. perniciosus* (92.66%); *Ph. papatasi* muestra un porcentaje muy inferior (6.53%), situándose en segundo lugar. De *Ph. sergenti* sólo se capturaron 2 ejemplares (0.82%). *Ph. ariasi* no se capturó en este grupo.

La relación M/H para *Ph. perniciosus* fue de 2.72, discretamente superior a la establecida en el conjunto de la especie. En el caso de *Ph. papatasi*, esta relación fue de 2.2, inferior en casi un punto, 0.97, con respecto al conjunto de la especie. En este grupo también se capturó una hembra de *Ph. sergenti*.

Estos resultados vienen a confirmar la marcada tendencia de *Ph. perniciosus* a preferir como huéspedes a los bóvidos³. Así mismo, dada la tendencia antropófila de *Ph. perniciosus*, podemos deducir que la existencia de un corral con ganado lanar comunicado con la vivienda supone un importante aumento de

posibilidades de contacto del hombre con *Ph. perniciosus* y, por lo tanto, también es un factor de riesgo en ser afectado de Leishmaniosis.

Grupo 3: Puntos de muestreo donde predominan gallinas. El total de ejemplares capturados fue de 139. La densidad global fue de 8.01 ejs./m². En comparación con el grupo 2, la densidad global se reduce a la mitad. Sin embargo, las densidades de cada una de las especies se comportan de manera diferente: *Ph. perniciosus* presenta una densidad de 3.34 ejs./m² (cinco veces inferior) y *Ph. papatasi* presenta un valor de 4.38 ejs./m² (casi cuatro veces superior).

La relación M/H para *Ph. perniciosus* fue de 2.05, inferior en 0.62 puntos a la encontrada para el conjunto de capturas. *Ph. papatasi* presenta un valor de 2.62, también inferior en 0.55 puntos con respecto al del conjunto de capturas. De los datos anteriores se puede deducir la mayor relación flebotomos/huésped entre la presencia de gallinas y genéricamente de animales de pluma y *Ph. papatasi*. Este resultado corrobora, en parte, los resultados de SCHLEIN y cols.³⁵, quienes encontraban densidades siete veces superiores de *Ph. papatasi* con respecto a otros *Phlebotomus* en granjas de pavos en Israel. Se contraponen, por otra parte, a los resultados de ZIVKOVIC y MISCEVIC^{40,41}. Estos autores recalcan que no encuentran relación entre *Ph. papatasi* y las gallinas en estudios realizados en Yugoslavia.

En este punto es importante tener en cuenta que uno de los casos de Leishmaniosis cutánea recogido en la casuística —Barbuñales— correspondía a una joven de 30 años que vivía en la estación IX. En el corral de esta vivienda sólo había gallinas. Otro caso se había detectado en la estación III de Abiego. En este caso convivían en el corral gallinas y tres conejos en la época en que se diagnosticó la Leishmaniosis cutánea en un varón de 15 años. Con estas referencias estamos indicando una posibilidad, ya que a ciencia cierta no podemos saber de dónde procedía el vector que transmitió la Leishmaniosis en estos casos.

De estos datos creemos que es deducible la importancia epidemiológica que posee la presencia de gallinas en corrales comunicados con viviendas humanas, ya que puede suponer una mayor posibilidad de trasiego de *Ph. papatasi* desde el corral a las habitaciones y por lo tanto un mayor riesgo potencial de contraer Leishmaniosis, teniendo en cuenta la marcada antropofilia de esta especie.

Grupo 4: Puntos de muestreo donde predominan otros animales. El número de capturas fue de 121 ejemplares y la densidad global fue de 7.72 ejs./m². El valor de la relación M/H para *Ph. perniciosus* fue de 3.94, superior en 1.25 al

valor global de la especie. Para *Ph. papatasi* este valor se establece en 16, superior al global de la especie en 12.83 puntos.

En este grupo se capturó el 46.47% de los ejemplares de *Ph. sergenti*, debido posiblemente a la apetencia de esta especie por otros huéspedes diferentes del ganado lanar y las gallinas, además de su escasa tendencia antropófila^{7,25}.

Grupo 5: Otros puntos de muestreo. Es el grupo de menor densidad global, pues presenta 2.54 ejs./m². Creemos que ello se debe a que los puntos de muestreo se colocaron en lugares que, aunque dentro de los corrales, no estaban donde habitualmente había animales durante la noche. La baja densidad correspondiente a las hembras, 0.38 ejs./m², corroboraría el razonamiento anterior.

La relación M/H de *Ph. perniciosus* fue de 3.43, 0.72 puntos superior a la de la total de la especie. De *Ph. papatasi* y *Ph. sergenti* no se capturaron hembras.

CONCLUSIONES

1.^a De las cuatro especies de *Phlebotomus* que hemos identificado —*Phlebotomus (Phlebotomus) papatasi* Scopoli, *Phlebotomus (Larroussius) perniciosus* Newstead, *Phlebotomus (Larroussius) ariasi* Tonnoir y *Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti* Parrot—, *Ph. ariasi* Tonnoir y *Ph. sergenti* Parrot suponen primera cita en la provincia de Huesca.

2.^a El grupo euromediterráneo es más frecuente en el Somontano Oriental (zona prepirenaica) que en Monegros Norte (zona árida y seca), mientras que las especies de zonas áridas son más frecuentes en este segundo transecto. En ambas zonas (Somontano y Monegros) existe una mayor representación de las especies correspondientes al grupo euromediterráneo.

3.^a Desde el punto de vista biológico hemos comprobado que, en nuestra zona de estudio, la proporción de sexos se decanta en favor de los machos, salvo en el caso de *Ph. ariasi* Tonnoir, en que esta proporción se invierte.

4.^a Dadas las condiciones geocológicas del medio muestreado la incidencia más elevada, en la relación entre especie y época del año, sería como figura a continuación:

- a) *Ph. perniciosus* Newstead: Se situaría durante los meses de julio a octubre.
- b) *Ph. papatasi* Scopoli: Estaría comprendido entre los últimos días del mes de julio y los primeros de septiembre.
- c) *Ph. sergenti* Parrot: Abarcaría desde la segunda quincena del mes de julio a finales de octubre.

- d) *Ph. ariasi* Tonnoir: Dado el bajo número de capturas obtenido no podemos determinar su periodo de más alto riesgo.

El conjunto de resultados para las especies capturadas nos permite concluir que la época estival es el periodo de más alto riesgo en adquirir la Leishmaniosis.

5.^a Siendo *Ph. perniciosus* Newstead la especie con una mayor densidad global de ejemplares hembras, es esta especie la que presenta la mayor probabilidad de actuación como vector de Leishmaniosis en el Somontano Oriental.

6.^a La comunicación vivienda-corrал es una excelente vía de penetración en las habitaciones humanas de *Ph. perniciosus* Newstead, *Ph. papatasi* Scopoli y *Ph. sergenti* Parrot.

7.^a La existencia de un corral con animales domésticos en comunicación con la vivienda humana supone un mayor riesgo para sus moradores de afectación de Leishmaniosis.

8.^a La presencia de ganado lanar en el corral supone una mayor posibilidad de parasitación por *Ph. perniciosus* Newstead.

9.^a En el caso de que los animales de corral fuesen gallinas, la mayor posibilidad de parasitación correspondería a *Ph. papatasi* Scopoli.

10.^a En el presente estudio no hemos podido establecer una relación de la presencia de *Ph. sergenti* Parrot ni de *Ph. ariasi* Tonnoir con la existencia en el corral de una determinada especie animal.

11.^a En las zonas del corral que están en relación con lugares donde generalmente pernoctan los animales es donde existe una mayor densidad de *Phlebotomus*.

12.^a La ausencia de *Sergentomyia minuta* Rondani en los hábitats peridomésticos muestreados indica la falta del huésped adecuado en esos lugares y avala la especificidad de los puntos elegidos por nosotros para los objetivos marcados en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. ADLER, S.; THEODOR, O. (1927). The behaviour of cultures of *Leishmania* sp. in *Phlebotomus papatasi*. *Ann. Trop. Med. & Paras.*, 4, 21: 111-113.
2. ADLER, S.; THEODOR, O. (1928). Infection of *Phlebotomus sergenti* with *Leishmania tropica*. *Nature*, 122: 278.

3. ASFORD, R. W.; SCHNUR, L. F.; CHANCE, M. L.; SAMAAAN, S. A.; AHMED, H. N. (1977). Cutaneous Leishmaniosis in the Lybian Arab Republic: Preliminary ecological findings. *Ann. Trip. Med. Parasitol.*, 71: 265-271.
4. BAILLY-CHAUMARA, H.; ABONNENC, E.; PASTRE, J. (1971). Contribution à l'étude des Phlébotomes du Maroc (*Diptera, Psycodidae*). Données faunistiques et écologiques. *Cah. ORSTOM. Sér. Ent. Méd. Parasitol.*, 9: 431-460.
5. BETTINI, S. (1984). The actual situation and recend trends of the leishmaniosis in the countries bordering the Mediterranean sea. Working Group of Leishmaniosis. Murcia, 2-4 mayo. *Doc WHO*: 23 pp.
6. BUEN, S. de (1935). Nota sobre un caso de Kala-azar infantil en la provincia de Huesca. *Med. Pais. Cal.*, 8: 483.
7. CROSET, H. (1969). Écologie et systématique des *Phlebotomini* (*Diptera: Psycodidae*) dans deux foyers, français et tunisien, de leishmaniose viscéral. Essai d'interprétation épidémiologique. *Thèse Fac. Montpellier*. 516 pp.
8. CROSET, H.; RIOUX, J. A.; JUMIER, B.; TOUR, S. (1970). Fluctuations annuelles des populations de *Phlebotomus perniciosus* (Newstead, 1911), *Phlebotomus perfiliewi* (Parrot, 1930) et *Sergentomyia minuta parroti* (Adler y Theodor, 1927) (*Diptera: Psycodidae*) en Tunisie du Nord. *Arch. Inst. Pasteur Tunis.*, 47: 43-56.
9. CROSET, H.; RIOUX, J. A.; MAISTRE, M.; BAYAR, N. (1978). Les Phlébotomes de Tunisie (*Diptera: Phlebotomidae*). Mise au point systématique, chorologique et éthologique. *Ann. Paras. Hum. Comp.*, 53: 711-749.
10. DERGACHEVA, T. I. (1967). Ecology of sandflies in a Natural Focus of Zoonotic Cutaneous Leishmaniasis. *WHO. Inter-Regional Travelling Seminar on Leishmaniosis*. Moscow, USSR.
11. DOLMATOVA, A. V. (1967). Geography, Biology and Ecology of Sanflies (*Phlebotomidae*) in the USSR. *WHO. Inter-Regional Travelling Seminar on Leishmaniosis*. Moscow, USSR.
12. ESTAÚN LLANAS, A. (1946). Primeros casos de Botón de Oriente observados en la provincia. *Clínica y Laboratorio*: 424-426.
13. GAUD, J.; LAURENT, J. (1952). Observations sur les Phlébotomes de la région de Rabat. *Bull. Inst. Hyg. du Maroc*, 12: 73-76.
14. GILLET, J. F. (1981). Contribution aux recherches de cartographie épidémiologique. Applications aux milieux urbains. La nuisance culicidienne à Grenoble. Le foyer leishmaniose marseillais. *Thèse 3^{ème} cycle. Écologie appliqué*. Grenoble. 140 pp.
15. GONZÁLEZ, C. F. (1991). Estudio de las poblaciones de *Phlebotomus* spp. (*Diptera, Phlebotomidae*) como vector de Leishmaniosis en el Somontano oriental de la provincia de Huesca. *Tesis Doctoral. Facultad de Medicina. Zaragoza*. 256 pp.
16. GONZÁLEZ, C. F. (1994). Estudio de las poblaciones de *Phlebotomus* spp. (*Diptera, Phlebotomidae*) como vector de Leishmaniosis en el Somontano oriental de la provincia de Huesca. *S. Científica, 3207.12, Instituto de Estudios Altoaragoneses*. Huesca. 256 pp.

17. GUILVARD, E.; RIOUX, J. A.; JARRY, D.; MORENO, G. (1985). Accouplements successifs chez *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 55: 659-664.
18. KILLICK-KENDRICK, R. (1978). Recent advances and outstanding problems in the biology of phlebotominae sandflies. *Acta Tropica*, 35: 397-313.
19. KILLICK-KENDRICK, R. (1983). Investigation of phlebotomine sandflies-vectors of leishmaniasis. *Proc. Indo-Uk. Workshop on Leishmaniasis*: 72-83.
20. LÁZARO CABALLERO, R.; PASTOR BOTIJA, F. (1930). Un caso de kala-azar infantil en la provincia de Huesca. *Med. Pais. Cal.*, 3: 453-455.
21. LEWIS, D. J. (1971). Phlebotomid sandflies. *Bull. WHO*, 44: 535-551.
22. LEWIS, D. J. (1978). Phlebotomine sanfly research. *Symp. Proc. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*: 94-99.
23. LUCIENTES CURDI, J. (1977). Contribución al conocimiento epidemiológico de la Leishmaniosis visceral canina en Zaragoza. Estudio biológico y ecológico de las poblaciones de los flebotomos vectores. *Tesis Doctoral, Facultad de Veterinaria, Zaragoza*. 449 pp.
24. MADOLO-LEBLOND, G. (1983). Les Phlébotomes (*Diptera, Phlebotomidae*) des Îles Ionniennes. *Thèse Pharmacie, Reims*. 218 pp.
25. MARTÍNEZ ORTEGA, E. (1982). Estudio taxonómico y faunístico de los flebotomos (*Diptera, Psychodidae*) del Sureste español. *Tesis de Licenciatura. Sec. Biológicas. Murcia*. 266 pp.
26. MARTÍNEZ ORTEGA, E. (1985b). Los flebotomos ibéricos. II. El Sureste. *An. Biol. (Biol. Anim. I)*, 3: 113-119.
27. MORILLAS MÁRQUEZ, F. (1982). Epidemiología de la Leishmaniosis en la provincia de Granada; estudio biométrico, sistemático y del ciclo anual de los flebotomos. (*Diptera, Phlebotomidae*). *Tesis Doctoral de Farmacia. Granada*. 256 pp.
28. PERFIL'EV, P. P. (1966). Fauna de la USSR; *Diptera*, vol. III, n.º 2. Phlebotomidae (sandflies). Trad. ingl. por *Israel Program for Scientific Translations*, Jerusalem, 1968. 363 pp.
29. RANQUE, J.; QUILICI, M.; DUNAN, S. (1977). Les Leishmanioses de la région provençale. Considérations épidémiologiques et écologiques. *Coll. Inter. CNRS. n.º 239. Écologie des Leishmanioses*. 285-293.
30. RIOUX, J. A.; GOLVAN, Y. J.; CROSET, H.; HOUIN, R.; JUMIER, B.; BAIN, O.; TOUR, S. (1967). Écologie des leishmanioses dans le Sud de la France. 1. Les Phlébotomes. Échantillonnage. Éthologie. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 42: 561-603.
31. RIOUX, J. A.; GOLVAN, Y. J.; CROSET, H.; HOUIN, R. (1969). Les leishmanioses dans le midi méditerranéen. Résultats d'une enquête écologique. *Bull. Soc. Pat. Exot.*, 62: 332-333.
32. RIOUX, J. A.; HOUIN, R.; BAUDOUY, J. P.; CROSET, H.; TOUR, S. (1970). Présence en Corse de *Phlebotomus (Paraphlebotomus) sergenti* Parrot, 1917. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 45: 343-356.

33. RIOUX, J. A.; CROSET, H.; HOUIN, R.; PAPIEROK, B.; TOUR, S. (1971). Observations sur les hauteurs du vol de *Phlebotomus sergenti* Parrot, 1917. *Ann. parasitol. Hum. Comp.*, 46: 329-336.
34. RIOUX, J. A.; KILLICK-KENDRICK, R.; LEANEY, A. J.; YOUNG, C. J.; TURNER, P. P.; LANOTTE, G.; BAILLY, M. (1979). Écologie des Leishmanioses dans le Sud de la France. 11. La leishmaniose viscerale canine: succès de la transmission expérimentale «Chien-Phlébotome-Chien» par la piqûre de *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 54: 401-407.
35. SCHLEIN, Y.; GUNDERS, A. E.; WARBURG, A. (1982). Leishmaniasis in the Jordan Valley. I. Attraction of *Phlebotomus papatasi* (Psychodidae) to turkeys. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 76: 517-520.
36. THEODOR, O. (1936). On the relation of *Phlebotomus papatasi* to the temperature and humidity of the environment. *Bull. Ent. Res.*, 27: 653-671.
37. VLASOV, Y. P. (1932). Über das vorkommen von *Phlebotomus* in der Umgegend von Aschabad in den Haken der Nagertiere (*Rhombomys optimus* Licht. und *Spermophilopsis leptodactylus* Licht.). *Mag. Paraz. Inst. Zool. Acas. Sc. URSS*, 3: 89-102 (cita de Croset, 1969).
38. YOUNG, C. J.; TURNER, D. P.; KILLICK-KENDRICK, R.; RIOUX, J. A.; LEANAY, A. J. (1980). Fructosa in wild-caught *Phlebotomus ariasi* and the possible relevance of sugars taken by sandflies to the transmission of leishmaniasis. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 74: 363-366.
39. ZAHAR, A. R. (1980). Studies on Leishmaniasis. Vectors/reservoirs and their control in the Old World. Part. III. *Middle East. Doc. WHO/VBC/80.776*: 1-78.
40. ZIVKOVIC, V. (1980). Faunistic and ecological investigations of sandflies (*Diptera, Phlebotomidae*) in Serbia. *Acta Vet. (Beograd)*, 30: 67-88.
41. ZIVKOVIC, V.; MISCEVIC, Z. (1973). Identification of Blood Meals of Sandflies (*Diptera, Psychodidae*). *J. Parasitol.*, 59: 1150-1151.

DIVERSIDAD DE CURCULIONOIDEA Y CHRYSOMELIDAE (COLEOPTERA) EN PRADOS DEL PIRINEO CENTRAL (HUESCA)*

P. GURREA SANZ**

F. PÉREZ BARROETA**

RESUMEN.—En el presente trabajo se ha estudiado la fauna de coleópteros fitófagos (Curculionoidea y Chrysomelidae) de cuatro prados montanos del Pirineo Central (Panticosa, Huesca) dedicados a pasto de diente. Se ha realizado un análisis de abundancia, calculándose los índices de diversidad y riqueza tanto de curculiónidos como de crisomélidos para cada uno de los prados estudiados. Se discuten los valores de diversidad obtenidos, constatando una mayor diversidad y un marcado adelanto en la aparición de las especies de curculiónidos y crisomélidos respectivamente. Asimismo, se aporta una relación faunística de las especies encontradas que contribuye al conocimiento entomológico de la zona.

ABSTRACT.—We present in this paper the study of Curculionid and Chrysomelid species collected in several grasslands in Central Pyrenees (Panticosa, Huesca). In the studied zone, curculionid species show a higher diversity, richness and earlier appearance than crisomelids as we can see with diversity and richness indexes. This paper contribute to the entomofauna knowledge of this zone.

KEY WORDS.—Curculionid and Chrysomelid species, diversity, grasslands, Central Pyrenees, Spain.

* Trabajo financiado parcialmente por la CEE, proyecto EV5V-CT94-0435.

** Departamento de Biología. Universidad Autónoma de Madrid. E-28049 CANTOBLANCO (MADRID).

INTRODUCCIÓN

Los Pirineos constituyen un importante sistema montañoso de unos 400 km de longitud que se extiende desde el Mediterráneo hasta el Atlántico, entre los llanos de Aquitania, Languedoc y la cuenca del Ebro. Dentro de la cadena pirenaica, el Pirineo Central es el área que presenta grandes cimas cubiertas de nieve. Esta nieve, situada por encima de los 2.700 m, permanece hasta primeros de julio y es la que origina pequeños cursos de agua de altitud y la existencia de prados montanos.

Durante los meses de julio y agosto, coincidiendo con la máxima actividad vegetativa, se concentra en estos prados gran cantidad de insectos fitófagos, en su mayoría coleópteros, por lo que estos biotopos constituyen una importante fuente de información acerca de la riqueza faunística de la zona y las oscilaciones que experimenta durante el período de actividad.

Los objetivos que se pretenden alcanzar en este trabajo son: a) estimar los cambios de diversidad experimentados en los prados montanos durante el período estival, b) determinar el orden de aparición, si lo hubiere, de los grupos de especies de fitófagos (Curculionoidea y Chrysomelidae) en los prados estudiados, c) comprobar la presencia de especies dominantes, d) contribuir al conocimiento de la entomofauna de Pirineos.

ZONA DE ESTUDIO

La zona objeto de estudio se encuentra situada en el Alto Aragón, en el área de los Pirineos Centrales correspondientes a Panticosa. El territorio, situado concretamente en las coordenadas 30TYN23, a 1.450 m de altitud, es sumamente accidentado, intercalado con típicos prados montanos dedicados a pasto de diente.

Estos pequeños prados están normalmente cercados con vallas bajas de piedra, acompañadas por seto de *Buxus*, *Prunus*, *Sorbus*, *Rosa*, etc. y salpicados de *Plantago*, *Genciana*, *Trifolium*, *Dianthus*, *Daucus*, etc.

Se consideraron cuatro prados colindantes de dimensiones diferentes: P1: 0,7 ha, P2: 0,05 ha, P3: 0,4 ha y P4: 0,38 ha. El total del área muestreada fue de 1,53 ha.

METODOLOGÍA

Para el estudio de la entomofauna, la toma de muestras se ha realizado por el método de manguero directo, utilizando una red entomológica de 80 cm de diá-

metro con la que se manguéó cada prado siguiendo transectos rectilíneos, equivalentes a unos 6.750 golpes de red, en el total de los prados considerados.

Para el estudio de las poblaciones de curculiónidos y crisomélidos, la unidad de muestra que se ha tenido en cuenta ha sido lo que hemos denominado «golpe de manga». Este índice considera la entomofauna recogida al golpear las plantas una sola vez con la manga de captura, arrastrando al interior de la misma los insectos que se encuentran en la vegetación.

En cada prado se han tenido en cuenta 600 golpes de manga, durante el mismo número de días en julio y agosto respectivamente. El período de muestreo abarcó los días 4 y 5 de julio y 2 y 4 de agosto de 1990.

El estudio de la diversidad se realizó aplicando el índice de SHANNON ($H' \equiv \sum p_i \log_2 p_i$), basado en la abundancia relativa o proporcional de especies, y el índice de MARGALEF o riqueza, $DMg = (S-1) / \ln N$ (MAGURRAN, 1989), que da mayor importancia al número de especies presentes, es decir, a la riqueza de especies.

$$p_i = n_i / N$$

n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos

S = número de especies

RESULTADOS

Análisis faunístico

Se recogió un total de 905 ejemplares, de los cuales 405 son Curculionoidea (53 especies) y 500 Chrysomelidae (9 especies). La relación de especies y el número de individuos obtenidos a lo largo del muestreo aparecen representados en la tabla I.

En dicha tabla se observa que los Curculionoidea están representados por tres familias, de acuerdo con el criterio de THOMSON, 1992; 27 especies pertenecen a la familia Brentidae, 25 son Curculionidae y 1 es Eriirhinidae. La familia de los Chrysomelidae presenta un total de 9 especies.

En la figura 1 se ha representado el número de especies de ambos grupos de coleópteros, correspondientes a los meses de julio y agosto respectivamente. Según estos resultados, durante el mes de julio el número de curculiónidos (44)

	PRADO 1		PRADO 2		PRADO 3		PRADO 4		TOTAL	
	julio	agosto	julio	agosto	julio	agosto	julio	agosto	julio	agosto
Familia Brentidae:										
Catapion seniculus (Kirby, 1808)	1			2					2	2
C. seriatosetosulum (Wencker, 1864)										2
Cyanapion gyllenhalii (Kirby, 1808)										1
Eutrichapion columbinum Germar, 1817								1		1
E. curtisi Bohemann, 1839	2								4	2
E. viciae (Kirby, 1808)	6	1			4	2			19	6
E. ervi (Kirby, 1808)				1						2
E. juniperi Boh., 1839				2						2
E. tenue (Kirby, 1808)							1			1
E. lanigerum Germmayer, 1871	1									1
Helianthemapion velatum (Gerstäcker, 1854)				1						1
Holotrichapion ononis (Kirby, 1808)	4									6
Ischnopterapion loti (Kirby, 1808)				1			2	1	4	5
I. plumbeomicans (Rosenhauer, 1856)		1	1		1				3	6
I. (Chorapion) virens (Herbst, 1797)				1						2
Mesotrichapion punctirostre (Gyllenhalii, 1839)	2									2
Oxystoma ochropus (Germar, 1818)	2									3
Protapion trifolii (Linne, 1768)	38	3	11	6	10	7	17	4	127	32
P. ruficroides (Shatzmayr, 1925)	1		1		4				11	3
P. interjectum (Desbrochers, 1895)	6	1			1	1	3	1	34	4
P. apricans (Herbst, 1797)				1					4	2
P. varipes (Germar, 1817)	2		1	1	3		2		16	6
P. nigrirtarse (Kirby, 1808)	2		2			1	1		12	1
P. assimile (Kirby, 1808)	8	3	2	2			1		23	6
P. dichroum (Bedel, 1886)			5	1					5	2
Stenopterapion intermedium (Epplesheim, 1875)										1
Trichapion simile (Kirby, 1811)									1	
Familia Curculionidae:										
Tychius longiclava Hustache, 1937	4						3		14	1
T. micaceus Rey, 1895	13		2	2	1		4		45	5
T. picirostris Fabricius, 1897	1		4				1		6	
Hypera arator Linne, 1758	1						2		6	2
H. meles Fabricius, 1792	2						1		7	
H. postica (Gyll., 1813)			1				1		3	
H. striata Boh., 1834									1	
H. zoilus Scopoli, 1763			1						1	
H. maculipennis Fairmaire, 1859							1		3	
Gymnetron asellus Gravenhort, 1812									1	
G. labille Herbst, 1795									1	
G. pascuorum Gyll., 1827									1	
Mogulones geographicus Goeze, 1777									1	
Smycronix coecus Reich, 1797									1	
S. jungermanniae Reich, 1797	1	3		4			1	1	7	14
S. nebulosus Tourmier, 1873										1
Miarus abiellei Desbrochers, 1893									1	
M. distinctus Boh., 1845							1		1	
Anthonomus rubi Herbst, 1795		2					1	1	1	5
Phyllobius (Dieletus) argentatus Linne, 1758							1		2	
Polydrosus (Eustolus) prassinus Olivier, 1790	1								1	
P. (Tylodrosus) impressifrons Gyll., 1834	1								4	
Peritelus prolixus Kiesenw., 1851	1								1	
P. (Pseudomeira) clairi (Stierlin), 1882		1								1
Mecinus sicardi Hust., 1920				1						1

Tabla I. Se muestran todas las especies obtenidas, con el número de ejemplares capturados por prado y mes (n.º de ejemplares utilizados para los análisis de diversidad). En la columna del total aparece el número de individuos capturados en los 6.750 golpes de manga totales.

	PRADO 1		PRADO 2		PRADO 3		PRADO 4		TOTAL	
	julio	agosto	julio	agosto	julio	agosto	julio	agosto	julio	agosto
Familia Eribinidae:										
Notarius acridulus Linne, 1758			1						1	
Familia Chrysomelidae:										
Asiorestis transversa (Marsham, 1802)	15	16			16	9	5	1	167	122
Labidostomis quadrimaculata Notschoulsky, 1849	7		3		4		24	2	96	8
Cryptocephallus aureolus Suffrian, 1847	2		2				2	1	10	3
C. fulvus Goeze, 1853		18		5		2		15	1	159
C. hypochoeridis (Linneo, 1748)									1	
C. violaceus Laicharting, 1781									1	
C. macellus Suffrian, 1860										1
Longitarsus suturalis (Marsham, 1802)				15				3		25
Lilloceris merdigera (Linneo, 1758)	1								4	

Tabla I. (Cont.)

es mayor que en agosto (26); en crisomélidos, en cambio, el número de especies se mantiene prácticamente igual.

El número de ejemplares, representado en la figura 2, indica un hecho similar, puesto que es en el mes de julio cuando hay más curculiónidos y menos crisomélidos, mientras que en el mes de agosto el número de curculiónidos desciende y aumenta mucho el de crisomélidos.

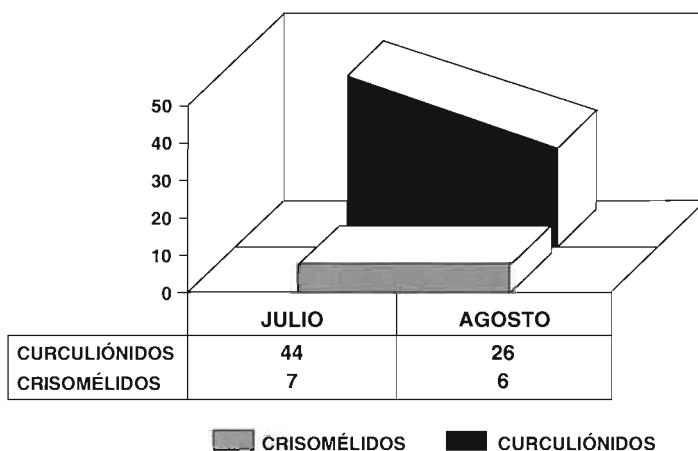


Fig. 1. Se representa la variación del número de especies, tanto de curculiónidos como de crisomélidos, entre julio y agosto.

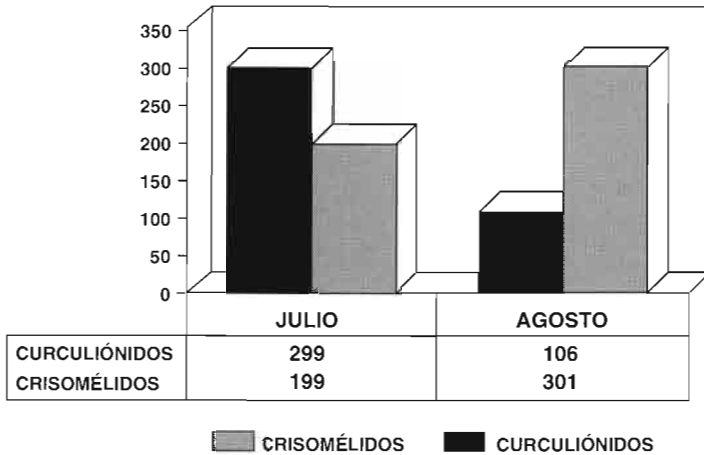


Fig. 2. Se muestra la variación del número de ejemplares total (6.750 golpes de manga) entre julio y agosto.

Análisis de la diversidad

Se han calculado en primer lugar la diversidad y riqueza de toda el área muestreada (figuras 3 y 4 respectivamente), considerando todos los ejemplares y especies recogidos (en 6.750 golpes de red). Observamos que la diversidad total es más alta en julio (3,88) que en agosto (2,92) y sucede lo mismo teniendo en cuenta ambos grupos por separado. En el caso de la riqueza también julio presenta valores más altos para los curculiónidos, sin embargo para los crisomélidos es mayor en agosto. Teniendo en cuenta ambos grupos juntos, la riqueza es mayor en julio.

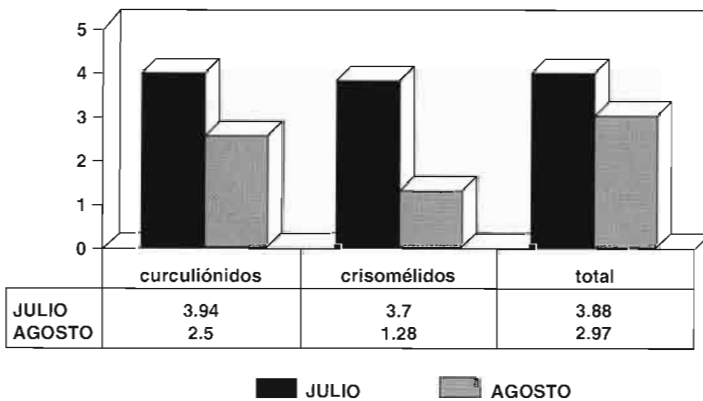


Fig. 3. Se comparan los valores de diversidad total (6.750 golpes de manga) de curculiónidos, crisomélidos y ambos grupos juntos entre julio y agosto.

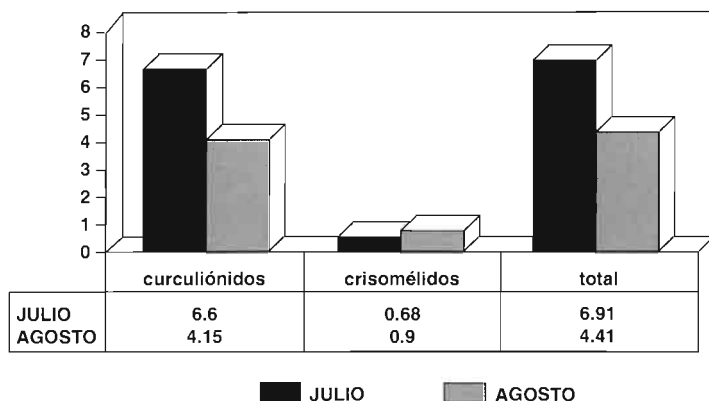


Fig. 4. Se comparan los valores de riqueza total (6.750 golpes de manga) de curculiónidos, crisomélidos y ambos grupos juntos entre julio y agosto.

Las variaciones de la diversidad se han estudiado basándose en los 423 ejemplares y 49 especies recogidos en los 600 golpes de manga efectuados en cada prado estudiado.

En la figura 5 se puede observar la diversidad parcial referida a los curculiónidos en cada prado y en cada mes. Lo que se muestra en esta gráfica es que en todos los prados la diversidad en julio es mayor que en agosto. Los valores para estos coleópteros varían entre 2,38 y 1,61 en julio y 2,07 y 1,03 en agosto.

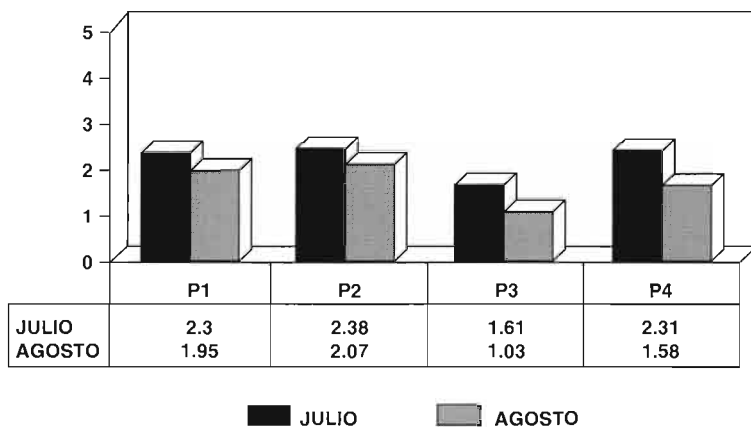


Fig. 5. Diversidades parciales de curculiónidos por cada prado en los meses de julio y agosto.

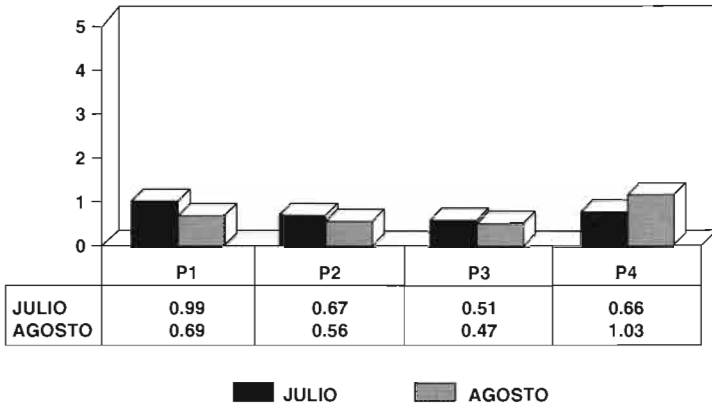


Fig. 6. Diversidades parciales de crisomélidos por cada prado en los meses de julio y agosto.

En la figura 6 están representados los valores de diversidad para los crisomélidos. En este caso los valores de diversidad más altos corresponden al mes de julio, excepto en el prado 4, donde la diversidad es mayor en agosto. En julio los valores de diversidad oscilan entre 0,99 y 0,51, mientras que en agosto se sitúan entre 1,03 y 0,47.

Los curculiónidos obtienen siempre mayor diversidad que los crisomélidos, tanto en julio como en agosto (2,59 y 2,37 respectivamente). No obstante, se observa un hecho interesante: mientras en curculiónidos la diversidad es mayor en julio que en agosto, en el caso de los crisomélidos es en el mes de agosto cuando presentan más alta la diversidad (0,96 y 1,18 respectivamente).

Los valores de riqueza aparecen representados en las figuras 7 y 8. Se puede ver que los valores se corresponden con lo que sucedía en el caso de la diversidad.

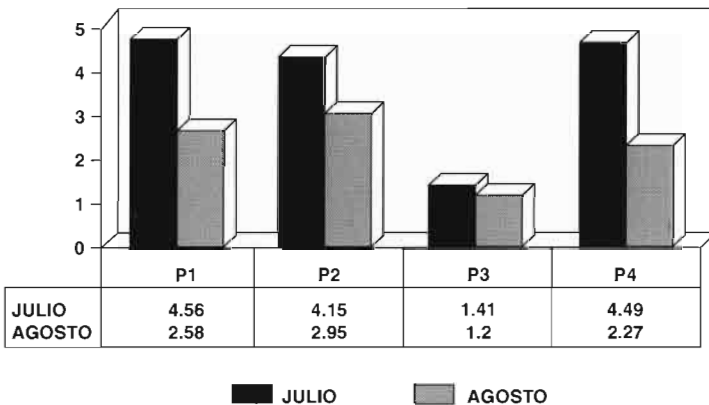


Fig. 7. Riqueza parcial de curculiónidos para cada prado en los dos meses muestreados.

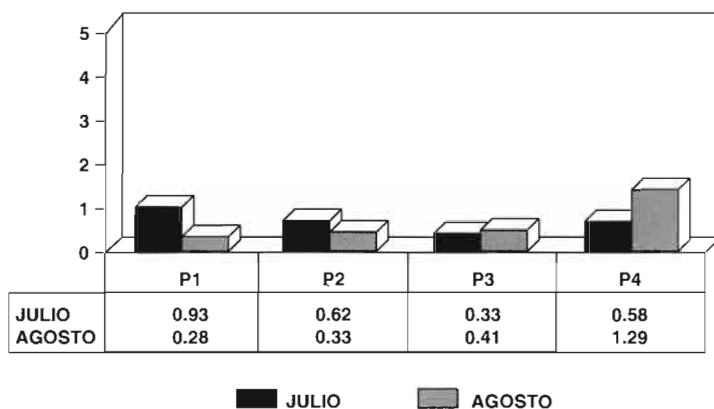


Fig. 8. Riqueza parcial de crisomélidos para cada prado en los dos meses muestreados.

Para los curculiónidos, en los cuatro prados el mes de julio presenta una mayor riqueza (oscila entre el 1,41 y el 4,56) que agosto (cuyos valores se sitúan entre 1,2 y 2,95). Para los crisomélidos, en los prados 1 y 2 es más rico el mes de julio; el prado 4 es más rico en agosto y la única diferencia que se puede apreciar aquí está en el prado 3, donde la riqueza es mayor en agosto (0,41) que en julio (0,33).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Del análisis de la composición faunística de los prados estudiados se constata que estos ecosistemas son ricos en especies de coleópteros fitófagos, sobre todo Curculionioidea.

Ninguna de las especies que hemos capturado a lo largo de este trabajo había sido citada con anterioridad en la provincia de Huesca, a excepción de *Asiorestis transversa* (Navas, 1927), *Cryptocephallus violaceus* (Macho Variego, 1909) y *Protapion trifolii* (Macho Variego, 1909).

Esto permite concluir que el 93,6% de las especies recogidas son nuevas citas para el Pirineo de Huesca, lo que se debe fundamentalmente a que los ecosistemas estudiados en algunos casos son de difícil acceso y también a que en esta vertiente de los Pirineos, aunque existen estudios sobre otros grupos de insectos como lepidópteros (CALLE y PALANCA, 1972; PALANCA, 1987) o carábidos (PALANCA, 1981), los Curculionioidea y Chrysomelidae no han sido estudiados aún en profundidad.

Sí se conocen sin embargo referencias de Curculionoidea y Chrysomelidae de la vertiente pirenaica francesa (DAJOZ, 1960; DRUMMOND, 1958) o de otras regiones del Pirineo (PETITPIERRE, 1980, 1983, 1988).

En el análisis realizado sobre la diversidad total de los Curculionoidea y Chrysomelidae en los prados montanos durante los meses de julio y agosto, es clara la diferencia. Es más alta en julio (3.88) que en agosto (2.97). Esto nos indica, en principio, que la mayoría de las especies de estos coleópteros están asociadas a plantas de ciclo vegetativo temprano o bien que parte de ellas presentan dos generaciones al año, como se afirma (HOFFMANN, 1958) para la especie *Protapion dichroum*, y han de ajustarse al máximo al período favorable del ciclo estival.

Las diversidades parciales nos muestran que los Curculionoidea, con un índice del 3.94, son más diversos en estos prados que los Chrysomelidae, con un índice del 2.5. Esta diferencia es atribuible a que en los prados, como ya es conocido (MORRIS & RISPIN, 1987), el número de especies de curculiónidos es mayor que el de crisomélidos.

Reviste un notable interés poder concluir, a la vista de los resultados obtenidos en este estudio, que existe una secuencia evidente entre curculiónidos y crisomélidos, de manera que los primeros en aparecer en el campo son los curculiónidos, para ser «sustituídos» paulatinamente por los crisomélidos en el transcurso del período estival. Este comportamiento puede interpretarse como una manera de salvar la competitividad entre las especies y por tanto favorecer un mejor aprovechamiento de los recursos del ecosistema por parte de estos coleópteros fitófagos.

Finalmente, se ha comprobado la presencia de especies dominantes como *Protapion trifolii*, *Asiorestis transversa*, *Labidostomis quadrimaculata* y *Cryptecephallus fulvus*. De estas especies, *C. fulvus* y *P. trifolii* han sido reconocidas como plagas del trébol cultivado en Francia (BALACHOWSKY, 1963), por lo que no sorprende que en estos prados vecinos también sus poblaciones sean muy numerosas.

BIBLIOGRAFÍA

- BALACHOWSKY, A. S. 1963. *Entomologie Appliquée à l'agriculture*. Tome I. Coléoptères. Masson et Cie Éditeurs. 1386 pp.
- CALLE, J.; PALANCA, A. 1972. Notas sobre distribución ecológica de Macrolepidópteros Altoaragoneses II, Noctuidae. *Pirineos*, 104: 83-93.

- DAJOZ, P. 1960. Contribution à l'étude de la faune entomologique des Pyrénées Orientales. Notes biogéographiques sur quelques localités. *Vie et Milieu*, 11; 465-471.
- DRUMMOND, D. C. 1958. Records of some species of *Oreina* Chev. (Col. Chrysomelidae) and their foodplants in Pyrenees Orientals. *Entom. Monthly Mag.*, 94: 203.
- HOFFMANN, A. 1950. *Faune de France 62. Coléoptères Curculionides (première partie)*. Paris, Féd. franç. Soc. Sci. Nat.: 1-486.
- HOFFMANN, A. 1954. *Faune de France 62. Coléoptères Curculionides (deuxième partie)*. Paris, Féd. franç. Soc. Sci. Nat.: 487-1208.
- HOFFMANN, A. 1958. *Faune de France 62. Coléoptères Curculionides (troisième partie)*. Paris, Féd. franç. Soc. Sci. Nat.: 1209-1839.
- MACHO VARIEGO, V. 1909. Excursión anual de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales al Pirineo Aragonés (8-15 julio de 1907). *Bol. Soc. Arag. C. Nat.*, 8: 67-79.
- MAGURRAN, A. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Vedral, Barcelona. 200 pp.
- MORRIS, M. G.; RISPIN, W. E. 1987. Abundance and Diversity of the Coleopterous fauna of a Calcareous Grassland under different cutting regimes. *Journal of Applied Ecology*, 24: 451-465.
- NAVAS, L. 1927. Lista sistemática de los coleópteros enviados por el padre Navas en junio de 1926 según el catálogo de 1906. *Bol. Soc. Entom. España*, 10: 30-33.
- PALANCA, A. 1987. *Aspectos faunísticos y ecológicos de Lepidópteros altoaragoneses*. Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología, 2. Jaca. 317 pp.
- PETITPIERRE, E. 1980. Catàleg dels Coleòpters crisomèlids de Catalunya, I. Cryptocephalinae. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 45 (3): 65-76.
- PETITPIERRE, E. 1983. Catàleg dels Coleòpters crisomèlids de Catalunya, II. Donacinae, Criocerinae, Clytrinae, Lamprosomatinae y Eumolpinae. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 49 (5): 87-96.
- PETITPIERRE, E. 1988. Catàleg dels Coleòpters crisomèlids de Catalunya, III. Chrysomelinae I, Galerucinae. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 55 (7): 79-100.
- PORTA, A. 1929. *Fauna Coleopterorum Italica*. Piacenza.
- TEMPERE, G.; PERICART, J. 1989. *Faune de France, 74: Coléoptères Curculionidae. 4ème partie: complément, corrections, additions et répertoire*. Fed. fr. Soc. sc. Nat., 400 pp.
- VIEDMA, M. G. 1964. Contribución al conocimiento de la tribu Cneorhinini. Revisión de los géneros *Attactagenus* Tournier y *Philopedon* Stephens y consideraciones acerca de *Cneorhinus* Sconherr, *Leptolepurus* Desbrochers y *Bletonius* Hoffmann (Col. Curculionidae). *E. O. S.*, XL: 455-493.
- WINCKLER, A. 1924-1932. *Catalogus Coleopterorum Regionis Palearcticae*. Wien, pp. 1226-1360.

**DIAGNÓSTICO DEL DETERIORO DE EDIFICIOS
DEL PATRIMONIO HISTÓRICO-ARTÍSTICO DEL SURESTE
DE LA PROVINCIA DE HUESCA**

Cristina MARÍN CHAVES*

Natalia ANDALUZ MORILLO*

Josep GISBERT AGUILAR*

Alicia REMÓN COBETA*

RESUMEN.—El presente estudio se centra en una selección de varios monumentos de la provincia de Huesca: la colegiata de Alquézar, la catedral de Barbastro, el claustro de San Pedro el Viejo, el monasterio de Sigena, la catedral de Huesca y el castillo-abadía de Montearagón. En cada uno de ellos se han analizado las formas de alteración que presentan, así como el grado de deterioro actual. Los factores responsables del deterioro son litológicos, climáticos y arquitectónicos. Es necesario su estudio a través de informes previos a la hora de acometer restauraciones si no se quiere caer en actuaciones inadecuadas.

ABSTRACT.—A selection of some representative monuments from Huesca province is done (Alquezar collegiate, Barbastro and Huesca cathedrals, Montearagón castle, San Pedro el Viejo cloister and Sigena monastery) in order to describe their main alteration forms and the present deterioration degree. Three factors (climate, lithology and arquitectonic disorders) are the main causes found for deterioration in different ways. It is clearly recommended to make previous studies before any restoration, specially in Sigena monastery.

KEY WORDS.—Patrimony, deterioration, previous study, Huesca province, Spain.

* «EQUIPO CONTRAFUERTE». Departamento de Geología (Área de Petrología y Geoquímica). Universidad de Zaragoza. E-50009 ZARAGOZA.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se pretende avanzar en la comprensión de las causas y los procesos de alteración que tienen lugar en los monumentos de la zona. Con esta selección abarcamos lo más característico del patrimonio artístico en la parte sureste de la provincia de Huesca. Se ha realizado intentando conjugar los criterios de importancia histórica y artística del edificio, presencia de restauraciones de distintas épocas, diferentes posiciones ambientales y presencia en los monumentos de distintos tipos de materiales de construcción. Este estudio tiene como finalidad la de contribuir a la conservación del patrimonio histórico-artístico de nuestra comunidad.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y CLIMATOLÓGICA

Los monumentos objeto de estudio están situados en una región que abarca desde las estribaciones de la sierra de Guara hasta la comarca de Monegros, la Hoya de Huesca y el Somontano de Barbastro.

Climatológicamente se caracteriza por unas precipitaciones que van disminuyendo conforme lo hace la altitud, con un régimen de lluvias mediterráneo de matiz continental. En ella las puntas de sequía son muy profundas (GARCÍA-RUIZ *et al.*, 1988). En cuanto a las temperaturas, se caracteriza por descensos térmicos y temperaturas máximas bastante altas. Este factor, unido a la característica sequedad de la cubeta del Ebro, provoca evaporaciones potencialmente muy elevadas (RODRÍGUEZ VIDAL, 1986).

En cuanto a la litología, los monumentos se encuentran todos en materiales terciarios y cuaternarios; se puede distinguir dentro del terciario la formación «Calizas de Guara», del Eoceno medio, y las formaciones «Sariñena» y «Calizas de Sigena», miocenas. Los materiales cuaternarios son fundamentalmente aluvio-coluviones plio-cuaternarios y cuaternarios (SÁNCHEZ NAVARRO, 1988). Estructuralmente, la zona de estudio participa geológicamente de la cadena pirenaica y de la cuenca del Ebro.

COLEGIATA DE ALQUÉZAR

INTRODUCCIÓN

Está localizada en el casco urbano de la localidad. El sustrato geológico es la formación «Calizas de Guara», del Eoceno medio.

La primera mención del castillo de Alquézar como plaza aragonesa se fecha en 1067 (DURÁN GUDIOL, 1990), cuando fue conquistado por Sancho Ramírez. En 1083 comenzaron las obras de ampliación del mismo y en 1093 ya encontramos sala capitular, refectorio y dormitorio. En el año 1114 se procedió a la población de la villa. El castillo-colegiata de Alquézar no tiene unidad románica por haber perdurado su vida comunitaria, que provocó reformas y adiciones de los siglos XIV al XVI. Las referencias más señaladas las debemos a ARCO GARAY (1922) y a UBIETO (1949).

El edificio de la colegiata se construyó en el extremo oeste del recinto superior. El claustro tiene planta trapezoidal, con arcadas semicirculares apoyadas en dobles columnas, pero sólo el ala norte, adosada a la iglesia, es auténticamente románica. Las otras tres se añadieron en 1313 y en ellas se advierte un cierto goticismo a lo cisterciense. Hay pinturas murales y dos capillas, una gótica y otra con portada de arte mixto de gótico, plateresco y mudéjar.

TIPOS DE PIEDRA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

La colegiata de Alquézar está edificada fundamentalmente con sillar y sillarejo de caliza, aunque también existen partes construidas o parcheadas con ladrillo, tapial y arenisca.

El único material descrito petrográficamente es la caliza. Su color varía entre 10YR8/2, 10R5/3 y 10R6/2. Se trata de bioesparitas y bioesparruditas (FOLK, 1959, 1962) (Grainstone a Packstone, según DUNHAM, 1962) con microfósiles. La mineralogía dominante es calcita, aunque a veces aparecen como accesorios granos de cuarzo.

ESTUDIO DE LAS ALTERACIONES

En el interior de la iglesia encontramos desplazaciones, aunque no representan más del 5% del total, asociadas a eflorescencias salinas, costras salinas, ampollas y burilado. Las eflorescencias salinas aparecen en la parte alta de C2N (Fig. 1), en el arco que sostiene la cúpula, por encima de los 5 m.

En el interior de la cárcel y en el piso superior, encontramos manchas de humedad en la pared que linda con el relleno de tierra del claustro, del que sin duda proceden, así como arenización y ampollas botroidales en la parte más

cercana a esta pared de los arcos de arenisca. Cuando llueve, hemos constatado la presencia de manchas de escorrentía de agua procedente del claustro.

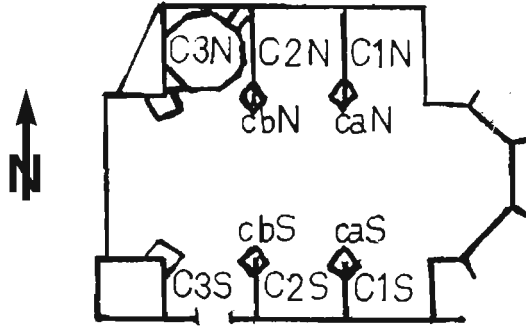


Fig. 1. Nomenclatura utilizada para denominar las distintas capillas y contrafuertes del interior de la iglesia de Alquézar: C1N, capilla 1 norte; C2N, capilla 2 norte; C3N, capilla 3 norte; C1S, capilla 1 sur; C2S, capilla 2 sur; C3S, capilla 3 sur; caN, contrafuerte a norte; cbN contrafuerte b norte; caS, contrafuerte a sur; cbS, contrafuerte b sur.

En la parte norte del crucero de la puerta encontramos colonización vegetal por líquenes marrón, negro, blanco y ocre, asociados a *microkarst*, mientras que en la parte sur se advierte una pátina anaranjada con microalveolado de 2 a 4 mm de diámetro y 1 a 2 mm de profundidad.

En el claustro hallamos colonización vegetal, que corresponde a líquenes negruzcos, asociada a *microkarst*, la cual afecta al 75% de la superficie del mismo.

En la fachada exterior norte la alteración más importante es la formación de costras sobre el sillar, especialmente en los bordes del mismo, a las que se asocian líquenes blanquecinos y negruzcos. En la este encontramos desplazamientos, fragmentación y pulverización en el lado norte de la puerta principal y, sobre todo, de la cárcel. Se trata de procesos con distintas intensidades, que producen redondeamiento de aristas y pérdida de material de hasta el 30% del sillar.

CONCLUSIONES

El estado de conservación de la colegiata es bastante bueno, aunque se halla ampliamente restaurada. Esta conservación puede ser debida, en gran parte, al tipo de material.

Los principales problemas aparecen como consecuencia de la humedad, que se infiltra por varios motivos:



Fig. 2. Esquema de la puerta de la cárcel (fachada este de la colegiata de Alquézar), donde se reseñan las distintas alteraciones ordenadas de mayor a menor grado. CV: colonización vegetal.

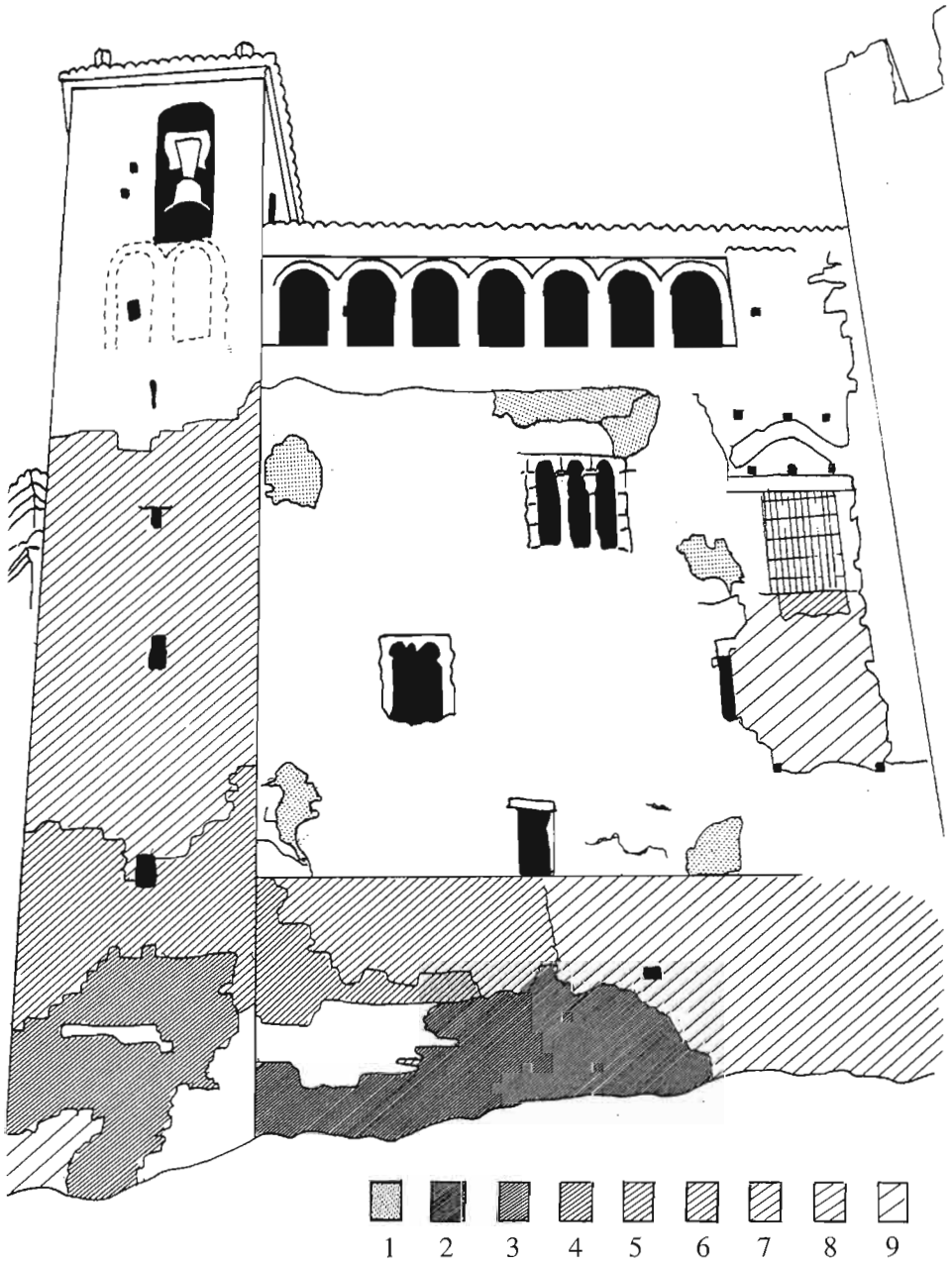


Fig. 3. Esquema de la distribución de las alteraciones en la fachada sur de la colegiata de Alquézar. 1, desplazación en el talia; 2-9, deterioro por humedad ordenado de mayor a menor grado de alteración.

— Desagüe ciego del claustro (ángulo sudeste de la fachada exterior) y filtraciones directas del claustro al muro de la cárcel.

— Filtración a partir de rellenos de tierra, coluviones y escombros (puerta de la cárcel).

— Regacho exterior de la fachada norte.

El gradiente topográfico y la falta de una buena impermeabilización explican estas filtraciones.

En el crucero de la puerta podemos observar que el plano de separación de las alteraciones tiene dirección 095° (o sea E-W), de lo cual puede deducirse que la insolación es el factor clave en la diferencia de alteración.

La elevada humedad del claustro, por sus condiciones de tamaño, forma y vegetación, es un factor importante para el desarrollo de las alteraciones descritas en él.

RECOMENDACIONES

Aunque la colegiata no presenta graves problemas, para solucionar los existentes sería conveniente proceder a un desescombrado controlado del interior de la cárcel y parte baja del claustro y a la impermeabilización del suelo del patio de este, así como del regacho externo que afecta a la capilla del Santo Cristo.

CATEDRAL DE BARBASTRO

INTRODUCCIÓN

La catedral de Barbastro se halla enclavada en pleno casco urbano de esta ciudad. El sustrato geológico es la formación «Sariñena», de edad miocena. Según PANO GRACIA (1988) y SÁNCHEZ RUBIO *et al.* (1981), la actual catedral fue erigida en el solar de un templo anterior. Se utilizó como material piedra picada procedente del derribo que todavía es hoy visible en las zonas bajas de los ábsides. En 1518 se rescindió el contrato y se firmó uno nuevo con maese Sariñena. En 1521 se pagaba a un picapedrero, Juan de Burdeos, por «quatro mil piedras [que] ha de cortar y traher para la obra de la seu de la dicha ciutat» (A.M.B., *in* PANO, 1988), pero no se menciona el nombre de las canteras o el lugar de donde se sacaba la piedra. En 1528 ya debía de estar al frente de las obras Juan de Segura, único maestro ligado normalmente a la construcción de la seo hasta 1533.

La catedral de Barbastro es una iglesia de tipo salón dentro de la división de *hallenkirchen* que se apoyan sobre pilares fasciculados (PANO, 1988). Sobresale por la armonía de sus proporciones, la tremenda unidad espacial y la racionalidad reinante. Sus elementos formales participan todavía de un lenguaje a mitad de camino entre lo gótico y lo renacentista. Las bóvedas de crucería estrellada y florones constituyen uno de los rasgos más característicos de su recinto interior, lo mismo que al exterior lo es su torre exenta, caso único dentro de nuestras *hallenkirchen*.

TIPOS DE PIEDRA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Destacaremos dos tipos de areniscas y dos de ladrillos, además de calizas como rocas ornamentales:

— Arenisca ocre de color variable, según las diferentes partes en que esté colocada (2,5Y6/4, exterior, 10YR5/3, interior), de grano medio-fino (0,8-0,25 mm). Se trata de una litoarenita.

— Arenisca de color blanquecino (5YR7/2), utilizada en los sillares de restauración en la parte norte en las bases de las columnas.

— Dos tipos de ladrillo de color variable entre 2,5Y7/4 y 10R4/8, en el exterior, y 10 YR 7/2, en el interior.

ESTUDIO DE LAS ALTERACIONES

En el exterior del muro oeste se observa sobre la puerta principal una mancha de humedad con eflorescencias salinas. En la parte alta de la portada de arenisca encontramos un deterioro apreciable de desplazación en un 60%, arenización y ennegrecimiento vertical en los contrafuertes. En el interior existen eflorescencias salinas en baja proporción.

En el exterior del muro norte encontramos descamación, que afecta a un 70% del muro. Se asocia a niveles de descamación, desplazaciones, arenización, ampollas y rubefacción. La arenización afecta al 80% de la fachada y está asociada al resto de las alteraciones descritas. En ocasiones supone una pérdida de material de 10 cm de espesor con respecto a la superficie original. En el interior aparecen eflorescencias salinas, que afectan fundamentalmente a la argamasa, rubefacción en el 10% de los muros interiores y ampollas botroidales.

En el exterior de la fachada distinguimos tres niveles de alteración según la orientación:

1. Orientación E y NE. Son los muros menos deteriorados, con ampollas, costras y arenización en un grado medio de intensidad.

2. Muros con orientación NNW y NW. Presentan desplazación en relación con ampollas y costras ligeramente endurecidas hasta una altura de tres metros. En la NW las costras y ampollas están menos desarrolladas. A partir de los 3 m aparece arenización bastante intensa, rubefacción y alguna desplazación.

3. Muros SSE. Son los más deteriorados. Se presentan los mismos procesos pero con afección mucho mayor (a veces el grosor de medio sillar).

DISCUSIÓN

La presencia de alteraciones ligadas a los 3 m inferiores es constante en todo el edificio; están provocadas por ascensos capilares y por la topografía de la zona. La catedral se halla al pie de una pequeña ladera que se alza al norte del edificio, de manera que se crean flujos ascendentes de agua desde el sustrato siguiendo el modelo propuesto por TOTH (1963). A esto habría que añadir el hecho de que la parte norte es la zona de umbría, con lo cual la humedad se mantiene durante un periodo de tiempo mayor. Los movimientos del agua por el seno de una roca con alto contenido en carbonatos tienden a empobrecer el medio cementante, con lo que se debilita internamente la roca (ESBERT y MARCOS, 1983).

Los ciclos térmicos diarios o estacionales debilitan también la resistencia mecánica del material (ESBERT y MARCOS, 1983). Este efecto, aunque presente en todo el exterior, es más marcado en las partes altas y, probablemente, es el responsable de la mayoría de las desplazaciones.

Otra observación destacable es la de que los ángulos más resguardados en las zonas altas son los que presentan mayor alteración. Se trata de nuevo de un problema de retención de humedad por dificultad de secado tras la precipitación. Otra zona que presenta una alteración importante es la parte superior de la fachada oeste, debido también a que se trata de una zona sometida a un mayor impacto de la lluvia.

RECOMENDACIONES

1. Impermeabilización de todos los cimientos o impermeabilización del muro norte y esquinas noreste y noroeste. Por la peculiar situación topográfica

de la catedral, con esta impermeabilización local se protegen parcialmente los otros muros.

2. El arreglo de las cubiertas. La instalación en el tejado de un corredor voladizo hacia el exterior es una medida directa contra la humedad. Una ventilación adecuada y un diseño de ventanas y calefacción que favorezca la formación de corrientes de aire en las zonas húmedas es una medida indirecta de gran utilidad. Para actuar correctamente en este sentido, habría antes que elaborar unos mapas de humedad de las paredes.

CLAUSTRO DE SAN PEDRO EL VIEJO

INTRODUCCIÓN

La iglesia y el claustro de San Pedro el Viejo se hallan enclavados en el centro de la ciudad de Huesca, en la plaza de San Pedro, rodeada por edificaciones cercanas y pegadas a las paredes del monumento. Se encuentra sobre materiales cuaternarios indiferenciados. La primitiva iglesia de San Pedro el Viejo, de construcción mozárabe o quizá visigoda, tuvo la función de catedral durante la dominación musulmana. Tras la conquista de la ciudad de Huesca por el rey Pedro I fue donada por éste a un monasterio francés, que estableció allí un priorato benedictino. En 1117 la primitiva iglesia fue derribada y se construyó la que actualmente encontramos. Data de la primera mitad del siglo XII (1117-1158). El claustro se construyó a finales del siglo XII y es obra del maestro de San Juan de la Peña. A mediados del siglo XIII se levantó el cimborrio que cubre el crucero y, a finales del mismo siglo, la torre y la capilla de San Ponce, actual antesacristía. La sacristía es del siglo XVI, con reformas realizadas en el siglo siguiente. En 1975 se derribó el pórtico que cubría la entrada y se dejó exenta la torre. (NAVAL, 1978; BALAGUER, 1985; VALLÉS, 1985).

La portada es de estilo románico, aunque fue realizada en el siglo XIX. El claustro tiene estructura simple en forma de rectángulo, con cuatro crujías. En su derredor y sobre un banco corrido se levantan columnas pareadas que sostienen un capitel único para las dos columnas y en el que descansan los arcos de medio punto. Consta de 38 capiteles con un programa iconográfico completo.

TIPOS DE PIEDRA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El claustro fue construido con sillares de piedra arenisca. Presenta varios tipos de areniscas de varios tonos (marrones claros, amarillos) y diferente tamaño de grano:

1. Arenisca de color 2,5Y5/3. Tamaño de grano, entre 0,25 y 0,5 mm (arena media).
2. Arenisca de color 2,5Y7/4. Tamaño de grano, entre 0,25 y 0,12 mm (arena fina) y 0,25 y 0,5 mm (arena media).
3. Arenisca de color 10YR5/4. Tamaño de grano, entre 0,25 y 0,12 mm (arena fina).

ESTUDIO DE LAS ALTERACIONES

El estudio se ha centrado en la caracterización alterológica del claustro de San Pedro el Viejo, pero hay que señalar como dato de gran interés la presencia, en la fachada orientada al W de la entrada a la iglesia, de una grieta que sigue activa por asentamientos diferenciales de los cimientos.

De manera generalizada, existe una pátina cromática de tonos marrones, cuyo color correspondería a 10YR3/3 y que cubre en mayor o menor medida los sillares del claustro. En las columnas se distribuye la pátina según su orientación: las que dan al patio tienen menos pátina, les siguen las laterales y por fin las de orientación hacia el corredor. Las zonas donde falta pátina es por que ha sufrido arenización o descamación la arenisca, arrastrando la pátina consigo. Esta pátina es de color negro en la mayoría de los capiteles.

En las zonas orientadas al corredor, al patio y al exterior, encontramos decoloraciones, con distribución vertical, sobre todo en los arcos. En las orientadas al patio las decoloraciones afectan, además de la zona superior, a los capiteles y fustes. Asociada a estas decoloraciones, se registra en mayor o menor grado arenización. En las zonas protegidas y de interiores se da, sobre todo, arenización y presencia de eflorescencias salinas. En las exteriores se advierte ennegrecimiento en las zonas altas con un desarrollo vertical y en relación con las zonas de decoloraciones. Por último, se pueden ver pequeñas grietas dispersas en el claustro, así como algunos sillares con manchas de rubefacción.

El proceso generalizado es el de la arenización, que produce en menor medida descamaciones tanto en la arenisca como en la pátina. También encontramos algunas desplazaciones y alvéolos.

DISCUSIÓN

En todo el claustro hallamos en general un buen estado de conservación, si bien una gran parte de la piedra es de restauración. No obstante, algunos de los

capiteles que muestran gran arenización y deterioro en general fueron construidos y colocados hace menos de un siglo.

Las decoloraciones blancas son zonas de lavado producidas por el agua de lluvia ácida, que provoca una acción más destructiva en la piedra; así se explica la arenización que encontramos asociada a estas zonas de lavado. La arenización también aparece en las zonas inferiores como consecuencia del aporte de agua desde el suelo. La zona donde se da el máximo de oscilación en cuanto al contenido de humedad es donde encontramos el mayor deterioro. En cuanto al resto de orientaciones al patio, al no sufrir la evaporación tan intensa, permanecen húmedas en mayor superficie y tiempo. En estas la banda de oscilación del nivel de agua se encontraría en la zona media de los fustes y por eso el máximo de deterioro se centra en estas zonas.

Cuestión aparte son las zonas interiores y resguardas, como las capillas. En éstas el grado de arenización es alarmante. La humedad es la causante de ello, pues provoca que el agua que ha entrado en la piedra no pueda evaporarse, con lo que la arenización progresa hacia el interior de la roca.

En las zonas de los fustes el agua contenida en la roca se evapora antes por el hecho de que pasa de circular por un volumen de roca con una superficie amplia a hacerlo por menor volumen de roca y una mayor superficie específica por la que evaporarse. Esta es una circunstancia que facilita el proceso de arenización en estas zonas.

En el banco es característica la colonización por líquenes y descamación. En esta zona la piedra está saturada en agua durante más tiempo. La descamación sería un proceso más relacionado con los ciclos climáticos de hielo y deshielo que se producen en el agua que hay en el interior de la piedra.

La existencia de macetas sobre el banco corrido acelera el proceso de deterioro. En las zonas donde se ubican éstas, presenta grandes descamaciones y el grado de humedad es mayor.

Las sales que encontramos en el claustro se encuentran en zonas interiores y protegidas. En estos lugares también es común que se dé un elevado grado de arenización, lo que se halla en relación directa también con la humedad de la roca y la cristalización de sales que rompen la estructura interna de la misma.

El ennegrecimiento que encontramos, sobre todo en la fachada exterior sur, posiblemente sea debido a la contaminación del aire que, con ayuda del agua de lluvia, se deposita en la piedra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El principal agente causante del deterioro es el agua. La lluvia, acidificada por efectos de la contaminación atmosférica actual, provoca un deterioro de desarrollo vertical en las zonas superiores de todo el edificio. Sería conveniente evitar esta acción del agua con una canalización del agua de las cubiertas y de la cornisa hacia zonas exentas de piedra e impermeabilizando los contactos de los canales.

Para evitar la subida de agua por capilaridad sería necesaria la impermeabilización de los cimientos de una manera eficaz. En cuanto a las zonas interiores y resguardadas, donde existe un elevado grado de humedad en el ambiente, sería necesaria su ventilación. Por último, recomendamos se retiren las macetas que se disponen sobre el banco del claustro o se evite que el agua de riego entre en contacto con la piedra, ya que esta acelera el proceso de deterioro de estas zonas.

MONASTERIO DE SIGENA

INTRODUCCIÓN

Localizado a unos 56 km al SE de la capital, geológicamente se halla en los depósitos aluviales de la llanura de inundación del río Alcanadre.

Sigena tiene hondas vinculaciones con la historia aragonesa desde su nacimiento como reino, gozó de la protección y el apoyo de varios de nuestros monarcas más importantes. Su nacimiento varía, según los autores, entre el 1183 (DEL ARCO y PANO) y el 1188 (UBIETO) y se explica por su ubicación. Desde su nacimiento y construcción, alrededor de los años 1188-1208, a su decadencia hacia 1281-1300 y su destrucción definitiva en 1936 por incendio, Sigena atraviesa una serie de vicisitudes ligadas a la vida de la corte.

Las características artísticas del monumento están sobradamente tratadas en los estudios correspondientes; no obstante, diremos que este conjunto está hecho de sumas y añadidos, de reformas y periodos de ocaso en los que no tuvo el más mínimo mantenimiento. Si su planta estructural sufre en sus elementos principales alteraciones menores, no ocurre lo mismo con las dependencias de habitación y corte. La gran cantidad de personas que llegó a albergar supuso una carga muy fuerte en la estructura y la planta del conjunto y la introducción de materiales de muy diversa índole y, con ellos, algunos factores de deterioro.

TIPOS DE PIEDRA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Encontramos arenisca con tres variedades, dependiendo de su antigüedad. Aproximadamente el 90% del monumento está construido con sillares de este material. La arenisca original es una sublitoarenita de color ocre (10YR6/4), la de la restauración antigua, una litoarenita de color 5Y5/4 y grano fino (0,25 mm de tamaño medio). Por último, la de la última restauración es una calciarenita de color ocre claro (10YR8/4) de grano fino (0,25 mm de media).

ESTUDIO DE ALTERACIONES

En el ala este del claustro domina la arenización, generalizada y bastante intensa, distribuida por toda la superficie y asociada al resto de las alteraciones: abrasión, descamación y desplazación, principalmente. La rubefacción afecta al tercio superior y parece ser consecuencia del incendio de 1936. Por último, se encuentran ampollas, eflorescencias salinas y grietas.

En el ala sur del claustro predomina la descamación, seguida de una intensa arenización distribuida de manera similar a la del ala este. También hay abundantes ampollas y desplazaciones, mientras que las eflorescencias salinas, la abrasión y la alveolización son, proporcionalmente, menos importantes. En el exterior, el proceso más generalizado es la tafonización. Aparecen en menor grado abrasión, desplazación y colonización vegetal.

Un problema muy grave observable en todos los muros externos del monasterio, incluidos los del claustro, es el efecto de la restauración, que se efectuó colocando losas para tapar los sillares deteriorados en lugar de sustituirlos. Esta medida no remedia el problema sino que, a juicio de estos autores, lo agrava, ya que los procesos de alteración siguen activos pero no a la vista, lo cual dificulta su cuantificación.

En el interior de la iglesia, en el ábside sur, la arenización vuelve a ser el principal problema de alteración. Es un proceso muy intenso asociado a descamación y ampollas.

En el muro norte del coro las eflorescencias salinas asociadas con descamación y arenización son las alteraciones más reseñables; la rubefacción es aquí un fenómeno reducido.

La arenización, acompañada de rubefacción, destacan en la sala capitular. Es patente sobre todo en los arcos diafragma y en los muros norte y este, donde

también se aprecian sales hasta una altura de 1,80 m. El refectorio, recientemente restaurado, comienza a presentar problemas de eflorescencias salinas y arenización.

DISCUSIÓN

El problema más grave que encontramos en el monasterio de Sigüenza es el de la humedad por capilaridad y las eflorescencias salinas. La procedencia del agua hay que buscarla en el sustrato. VARÓN (1773) señala que el monasterio fue construido sobre una laguna. Lo más probable es que se tratara de un humedal o «paúl». El problema de la capilaridad se agrava en zonas como el ala este del claustro, la sala capitular o el muro norte del coro, debido a la presencia de un regacho de agua que discurre paralelo al muro este del claustro. Si observamos las losas del exterior de la sala capitular, justo por encima del regacho, podemos deducir una relación clara entre las eflorescencias salinas, la descamación y la arenización.

Asimismo, se advierte otra relación forma-proceso de alteración en el deterioro en la columna NE del panteón real, donde la descamación y la arenización serían el resultado de la conjugación del efecto de la humedad ya comentado, por un lado, y de su orientación, por el otro. Las variaciones de temperatura producen una dilatación diferencial entre las zonas internas y externas de la roca y se traducen en la descamación. Este fenómeno, coadyuvado por la acción del viento, favorece la desagregación granular y, en última instancia, la pérdida de material.

Otro hecho patente es la mayor alteración del interior respecto al exterior. Los arcos del antiguo dormitorio de dueñas se conservan aceptablemente, a pesar de estar al descubierto. Contrariamente, la sala capitular recientemente techada se encuentra mucho más deteriorada por un proceso actual. Una posible causa de esta diferencia podría estar en la elevada humedad de los recintos cuando estos se encuentran cubiertos. Según ESBERT y MARCOS (1983), si el aire está saturado de humedad no hay evaporación, no existe circulación y el agua avanza hacia el interior de la piedra. Sin embargo, para explicar en detalle la causa última de este deterioro tan fuerte y rápido sería preciso un estudio detallado de las humedades relativas del aire de estos recintos y de la piedra para determinar exactamente el sentido de la circulación del agua.

Como ya hemos comentado en la parte descriptiva, antes de la guerra civil se realizó una restauración a base de sustitución de sillares y colocación de losas

recubriendo los sillares alterados. Sin embargo, el deterioro ha seguido activo por detrás de estas losas con el agravante de que, al no estar a la vista, no es posible cuantificar su magnitud, al margen de no poder determinar si se produce, a escala reducida, el mismo efecto de velocidad de alteración de partes cubiertas frente a partes aireadas que hemos comentado más arriba. No obstante, en uno de los puntos que hemos podido observar se ha detectado un hueco de unos 25 cm, hecho que nos confirma la gravedad del asunto. Además, estos sillares y losas se están degradando superficialmente siguiendo la misma tónica que se ve en Montearagón en cuanto a la relación entre el tamaño del grano y la alteración.

En la zona de contacto entre el ábside sur y central encontramos un efecto de desplazación que atribuimos a procesos de gelivación.

RECOMENDACIONES

Urge un estudio detallado que debería contemplar, al menos, la dinámica del nivel freático en el suelo, mapas de humedades de muros, arcos y contrafuertes y determinación de humedad ambiental en las distintas salas del edificio. Aun a falta de este estudio, nos atrevemos a recomendar el desvío —o perfecta impermeabilización del canal— del regato de agua en el ala este del claustro, el drenaje del perímetro monumental y la impermeabilización de cimientos.

CATEDRAL DE HUESCA

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Huesca se halla enclavada sobre un cerro testigo en la depresión de la Hoya de Huesca. Se encuentra sobre materiales cuaternarios indiferenciados. La catedral se sitúa en el centro histórico de la ciudad.

Bajo el reinado de Jaime I se comenzó la edificación de la actual catedral en una plaza contigua a la mezquita-catedral. De 1294 a 1308 se construyó la cabecera de cinco ábsides, parte de los muros del crucero, la capilla de las naves laterales y la llamada sacristía vieja. De 1327 a 1348 se erigieron las columnas de la nave central y el abovedado de las laterales. Se comenzó la construcción de la torre-campanario sobre la actual sala capitular (antigua capilla de San Juan Evangelista) y en 1369 se levantó la cuarta planta del campanario, pero no se culminó hasta 1422. En 1410 es cuando se construyó la crujía meridional de un

claustro gótico que no llegó a terminarse. Ya en 1497-1499 se trabajó en el levantamiento a mayor altura de los muros del crucero, cubriéndolos con bóveda estrelladas, y los del ábside mayor. De 1509 a 1511 se realizaron las bóvedas de la nave central (ARCO, 1924; NAVAL, 1978 y DURÁN, 1991). Entre los años 1969 y 1971 se restauró con desencalado el interior de la catedral, se bajó el suelo al actual nivel y se quitó el coro de su primitiva ubicación. Exteriormente, se cambió la mayoría de la piedra sillar, mientras que en el interior las piedras sustituidas fueron muy pocas.

La fachada principal, orientada al oeste, consta de dos partes, una inferior gótica y la superior renacentista. En la inferior encontramos la portada, en la que se distinguen 14 estatuas a tamaño natural que representan once apóstoles y san Juan Bautista, san Lorenzo y san Vicente. Encima de cada estatua encontramos guardapolvos muy bien trabajados. De estos parten siete arcos ojivos, entre los que se disponen las estatuas de piedra de dieciséis mártires, catorce vírgenes, diez ángeles y ocho profetas.

TIPOS DE PIEDRA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

La catedral está construida casi por completo con sillares de arenisca. Así, distinguimos dos tipos de areniscas: una litoarenita de tonos marrones, cuyo color corresponde al 10R6/4 y su tamaño de grano se sitúa entre 0,50 y 0,35 mm (utilizada en la restauración) y otra más oscura, 10R5/8, y de un tamaño de grano entre 0,25 y 0,12 mm. (arenisca original). Comparativamente la porosidad que presenta esta última es mayor que la litoarenita empleada en la restauración, aunque composicionalmente son semejantes.

ESTUDIO DE LAS ALTERACIONES Y DISCUSIÓN

El estado en el que se encuentra la piedra de restauración es en general bueno, aunque se empiezan a apreciar en las zonas bajas del edificio alteraciones, arenización y descamación. Estas alteraciones denotan problemas de ascensos de agua por capilaridad desde el sustrato y son en extremo alarmantes si consideramos que los materiales son de una restauración de hace 20 años.

En la fachada principal (W) estas areniscas no presentan alteraciones evidentes, excepto alguna descamación en algún sillar, hasta los 65 cm de altura, en que se advierte arenización, descamación y colonización vegetal. En la fachada sur encontramos descamaciones, ennegrecimientos distribuidos en chorreras y

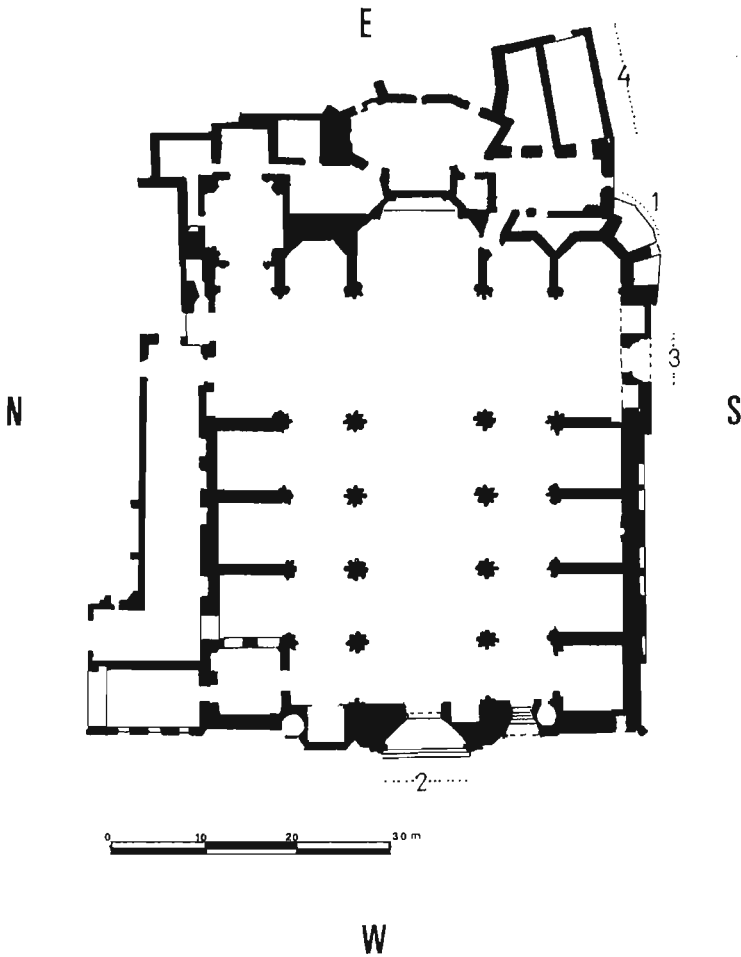


Fig. 4. Planta de la catedral de Huesca. Zona 1: zona de proliferación de líquenes. Zonas 2 y 3: portadas principal y meridional. Zona 4: fachada de la antigua sacristía conservada con materiales antiguos.

descamación asociada al ennegrecimiento. Aparecen estos ennegrecimientos en la zona de contacto de los contrafuertes con las paredes y alerones de la catedral, lo que parece producto de la contaminación y de la colonización vegetal.

En las paredes con orientación SE-E de esta fachada hay gran profusión de líquenes; facilita su presencia la ausencia del sol sobre estas paredes, por lo que se encuentran con un grado de humedad óptimo para el desarrollo de los líquenes.

La arenisca sin restaurar presenta un estado de conservación mucho peor. Posee el 80% de la superficie afectada por arenización (60%), descamación (15%) y alveolización (5%).

En la portada principal con orientación al W la arenisca presenta una pátina negra, irregularmente distribuida (20%). En un principio toda la portada estaría cubierta por esta pátina, eliminada posteriormente por arenización y descamación. Los alveolos se dan sobre todo en los 1,5 m inferiores y se encuentran siguiendo alineaciones de la propia arenisca. En la portada sur la pátina negra está más distribuida por toda la superficie que en la anterior; la arenisca se halla menos afectada por la arenización y por tanto en un mejor estado de conservación.

En la pared correspondiente a la antigua casa de la sacristía nos encontramos con un muro antiguo que ha evolucionado alterándose por descamación en la parte inferior, lo que ha dado sillares rebajados y con bordes redondeados. En la zona superior la alteración que se presenta es la alveolización. Los alveolos se desarrollan mayoritariamente siguiendo alineaciones estructurales de la piedra. Esta evolución parece lógica si seguimos un modelo cuyo agente principal de deterioro es el agua que sube por capilaridad desde el sustrato; los niveles inferiores permanecen durante más tiempo con el agua en el interior de la piedra, mientras que en la zona donde se producen los alveolos nos encontramos con la banda de fluctuación del nivel del agua según las variaciones climáticas. En épocas de calor se produce un máximo de evaporación del agua que provocaría el deterioro.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según el estudio que se ha realizado de una pared no restaurada de la catedral se ve que esta ha tenido problemas por el ascenso capilar de agua del suelo desde antiguo. Estos problemas no parece que hayan sido subsanados en la restauración realizada hace veinte años, ya que empezamos a encontrar sillares de restauración de las zonas bajas con problemas de arenización y descamación. Para evitar que se desarrollen más estas incipientes alteraciones sería necesaria una impermeabilización eficaz de los cimientos que evite el ascenso de agua por capilaridad.

CASTILLO DE MONTEARAGÓN

INTRODUCCIÓN

Se encuentra a unos 7 km al este de la ciudad de Huesca, en lo alto de un cerro y sometido por tanto al régimen de vientos, lluvias y contrastes de tempe-

ratura de la zona de una manera más agresiva que si se tratara de un lugar resguardado. La litología está constituida por materiales miocenos dispuestos en bancos de areniscas marrones que se intercalan con tramos más lutíticos.

El castillo-abadía de Montearagón fue construido (1086-1087) con fines militares. En 1089 se fundó una capilla real y ya en 1097 se instalaron en él los canónigos regulares agustinianos. La vida monástica duró hasta la desamortización de Mendizábal (1835). Poco después de la exclaustración, sufrió un incendio que lo redujo a ruinas. El castillo es de planta irregular y se adapta a la morfología de la loma en la que está ubicado. Dibuja un hexágono irregular con punta afilada hacia el este; su eje mayor es de dirección E-W (GUITART, 1976 y ESCO, 1987).

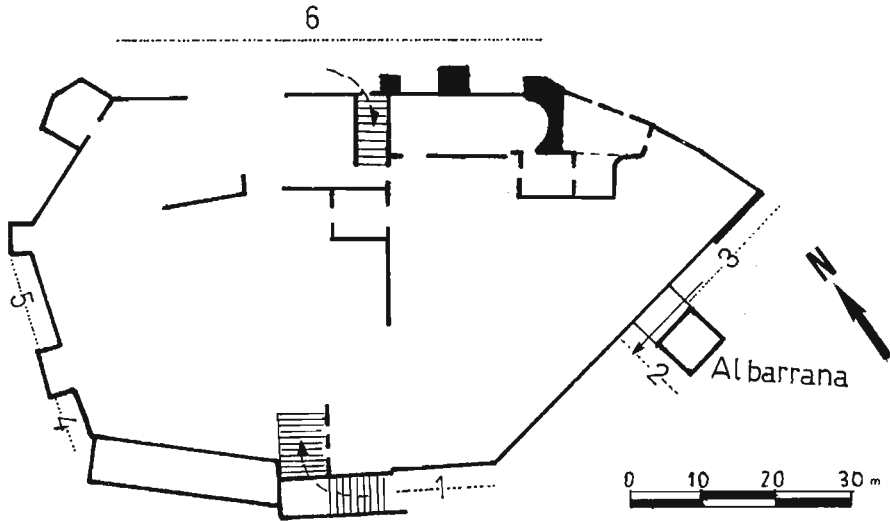


Fig. 5. Planta del castillo en su estado actual. La numeración corresponde a las diferentes fachadas estudiadas.

TIPOS DE PIEDRA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El castillo está construido en su totalidad con piedra sillar de arenisca. Se han diferenciado dos tipos de areniscas, que se distribuyen aleatoriamente por todo el castillo:

1. Litoarenita con tamaño de grano entre 0,12 mm a 0,25 mm, con un color en corte fresco que oscila entre marrón (10YR5/8) y marrón amarillento (2,5Y5/6 ó 6/8) y, en superficie expuesta, marrón verdoso (5Y6/4).

2. Litoarenita de mayor tamaño de grano que la anterior (0,75-0,85 mm) con color superficial igual y, en corte, fresco verdoso (5Y7/3). Proporcionalmente, presenta mayor porosidad este tipo de litoarenita que el anterior. Entre estos dos tipos de areniscas existe una variabilidad con tamaños de grano intermedios; incluso pueden aparecer en un mismo sillar dos zonas diferenciadas con arenisca de diferente tamaño de grano.

ESTUDIO DE LAS ALTERACIONES

Encontramos de manera generalizada en el primer tipo de litoarenita un tipo de alteración: la alveolización. En el segundo tipo suelen predominar en ella los procesos de arenización y descamación. Las diferencias de alteraciones se destacan mucho más en las fachadas con orientación sur (mayor) y este (menor). Se aprecia de manera generalizada en todo el castillo (60%) la existencia de una pátina anaranjada que cubre la piedra.

El proceso de arenización se registra en todas las fachadas y se manifiesta como rebajamiento del sillar, desplazaciones, descamaciones o alveolos. También aparecen en todas las fachadas rubefacciones en mayor o menor medida.

Una forma de alteración que se da con frecuencia en estas fachadas de orientación N-NE es la desplazación y también la descamación. Otra alteración muy frecuente en todas las fachadas es la presencia de grietas y fracturas.

DISCUSIÓN

Como ya se ha visto, la construcción del castillo se efectuó con los mismos tipos de arenisca en todas las fachadas por lo que el factor de la variabilidad composicional no justifica por sí solo el diferente deterioro que se observa en las distintas orientaciones.

Las orientaciones SW y W presentan el mayor grado de deterioro por la presencia de alveolos. Las orientaciones NE se caracterizan por la masiva colonización de líquenes y hongos sin descamaciones ni desplazaciones y microalveolos. El grado de deterioro de estas fachadas es el menor.

Las orientaciones E y S se caracterizan porque en ellas se aprecia una diferenciación muy clara de las alteraciones según el tipo de arenisca presente. Las areniscas de grano fino sufren más deterioro que las de grano grueso; la forma de alteración de las primeras son los alveolos y, de las segundas, la arenización

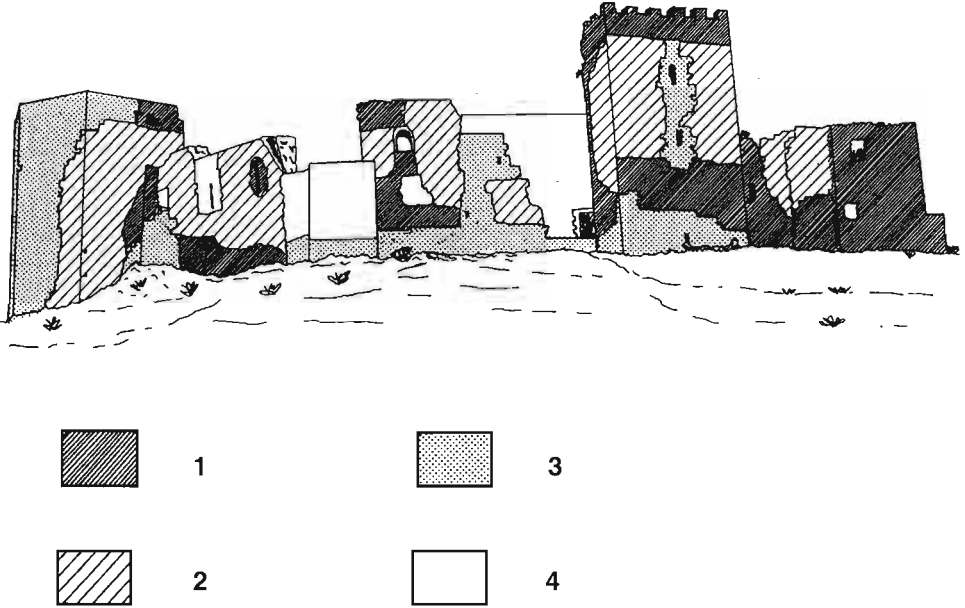


Fig. 6. Croquis de las fachadas de orientación W-NW. Se diferencian cuatro zonas. 1: arenisca antigua muy deteriorada. 2: arenisca poco deteriorada. 3: arenisca de la última restauración. 4: hormigón o cemento.

y la descamación. Según esto se puede decir que el tamaño de grano de la arenisca, junto con la orientación de la fachada, es un factor controlador del deterioro de la piedra.

El agente agresor que parece causar estas alteraciones es el agua, facilitado por la existencia de escombreras en contacto con las paredes.

Otro factor que influye en el deterioro de la piedra es la altura. Se ve que generalmente está más deteriorado el material más cercano al suelo. Esto podría ser debido a los efectos de capilaridad. Este mayor grado de deterioro se puede constatar en las zonas que fueron restauradas no hace mucho tiempo; la arenisca de restauración está empezando a alterarse (arenización) en los sillares más bajos, las dos o tres primeras hiladas desde el suelo.

Otra forma de alteración generalizada en el castillo es la presencia de una pátina anaranjada, que posiblemente sea de oxalatos de calcio. Se puede aventurar esta hipótesis por similitud con otros casos [LAZZARINI & SALVADORI (1989)

y DEL MONTE & SABBIONI (1987)] pero habría que corroborarla con análisis químicos. La presencia de esta pátina está asociada a un grado de conservación mucho mejor de la piedra.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El castillo está sufriendo una degradación importante en las fachadas S y W a causa de la humedad acumulada en los escombros y por ascensos de agua por capilaridad.

Sería importante desescombrar e impermeabilizar los muros S y W (los más dañados), con lo que se evitaría el progreso del deterioro —y derrumbamiento subsecuente—, mientras no se proceda a una restauración más completa del conjunto monumental.

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES GLOBALES

Las hemos dividido según los distintos factores que dan lugar a las alteraciones.

FACTOR CLIMÁTICO

Entre los monumentos estudiados, son el de Sigena, Alquézar y Montearagón aquellos que no presentan interferencias para su estudio en relación con la climatología. No obstante, Sigena, por el incendio sufrido y por la alteración debida a aguas freáticas, no es apto para sacar conclusiones climáticas. Alquézar nos proporciona un modelo válido para calizas. Montearagón suministra un modelo climático más generalizable, por estar construido con arenisca (el material más usado en los monumentos de la zona).

Conclusiones. El principal deterioro de origen climático en los monumentos estudiados es debido a ascensos capilares de agua en zonas de intensa evaporación y a acumulaciones de humedad. En segundo lugar estarían las oscilaciones térmicas y las heladas. En tercer lugar tendríamos la agresividad añadida del agua de lluvia por la contaminación, con efectos detectables en las aglomeraciones urbanas más importantes —Huesca y Barbastro.

Recomendaciones. Las recomendaciones respecto a problemas de aguas, ascensos capilares y humedades se ofrecen en el apartado «Factor arquitectónico».

En cuanto a las oscilaciones térmicas, hay dos vías de ataque al problema. Por un lado, medidas de dulcificación del entorno, con soluciones de tipo

«verde o ecológico» a través de árboles y plantas que reduzcan la oscilación térmica, así como la «siembra» de líquenes sobre la roca tras comprobar más detalladamente su efecto protector. En cualquier caso serían necesarios estudios específicos. La segunda medida hace referencia a los revestimientos de la piedra para impedir la entrada del agua en la roca y reducir los efectos de las heladas.

Hemos de recordar aquí que todos los monumentos estudiados tuvieron —en la época de su construcción y posteriormente— revestimientos de cal, argamasa o coloides naturales (leche, clara de huevos y grasa de animales), que permiten una muy buena protección de la piedra manteniéndola con su aspecto de «roca desnuda». No obstante, es necesario un estudio previo para poder recuperar de manera eficaz estos tratamientos.

FACTOR LITOLÓGICO

Básicamente hay dos tipos de rocas en los monumentos estudiados: la caliza de Alquézar y la arenisca de Huesca-Barbastro-Sigena. Como tercer tipo de material hay que incluir al ladrillo.

Conclusiones. La caliza de Alquézar se altera por disolución y por desagregación-pulverización, pero los dos procesos son moderados o reducidos; puede afirmarse que es el material de mayor calidad intrínseca.

La arenisca de Huesca-Barbastro-Sigena es el material más extendido. No hemos podido probar una relación clara entre la composición mineralógica de la arenisca y la facilidad de deterioro; contrariamente, sí hemos establecido una relación entre este parámetro y la granulometría de la roca. Este efecto no debe atribuirse al tamaño del grano en sí, sino al tamaño de la porosidad intergranular asociada a cada tamaño de grano y que aumenta proporcionalmente con el valor de este parámetro. Por tanto, las de grano más grueso se alteran menos que las de grano fino para una misma posición en el monumento.

Recomendaciones. En las restauraciones, siempre que sea posible, conviene elegir sillares de grano grueso; caso de no ser posible esta selección, se debe colocar los sillares de grano más grueso en las partes bajas de los muros y los de grano más fino en posiciones más elevadas.

Sería deseable un estudio de canteras en el que, además de controlar la granulometría promedio y el color de la roca aflorante, se estudiara la variación composicional para intentar establecer qué variedad es la más resistente a la

intemperie. Esto es especialmente interesante ya que el material —areniscas terciarias del valle del Ebro— presenta afloramientos extensísimos con características ornamentales muy parecidas, lo cual permite una selección en función de la composición más adecuada y resistente.

FACTOR ARQUITECTÓNICO

Los problemas pueden dividirse en:

a. Humedades en cimientos: Siempre son procedentes estudios detallados para preparar una impermeabilización total o parcial de cimientos. Maticemos en este sentido que Alquézar es el único monumento en el que este problema es relativamente poco importante, mientras que en Sigena urge una rápida actuación antes de que el deterioro del edificio sea irreversible.

b. Humedades provenientes de las cubiertas o el drenaje del edificio: Sería deseable que los tejados sobresalieran al menos unos 50 cm respecto a la vertical del muro del edificio. Esta recomendación no sólo evitaría deterioros por humedades sino también los de contaminación atmosférica. La evolución de la humedad de los muros en el interior del edificio debería controlarse a través de los mapas de humedades. Este control permitiría un adecuado diseño de ventilación-calefacción que, de una manera muy económica, contribuiría a una importante reducción de los procesos de deterioro en el interior de los monumentos.

c. Deterioros por agrietamientos debidos a asentamientos diferenciales: Aunque presente, este problema es minoritario y sin una importancia relevante.

d. Deterioros atribuibles a restauraciones inadecuadas: Nos parece notoriamente evidente que en ninguna de las restauraciones realizadas en los monumentos —tanto las actuales como en las de principios de siglo— se realizó un estudio de las causas de la degradación de la piedra. Prueba de ello son los importantes deterioros existentes en sillares instalados hace 20 años (catedral de Huesca) e incluso hace tan sólo un año (Sigena). También hay deterioros notables en las restauraciones de principios de siglo, aunque en este caso ya media un periodo de tiempo más dilatado. Más grave es el caso de Sigena, donde hay pruebas —especialmente en la sala capitular— de que el deterioro actual ha aumentado y puede estar inducido por las recientes restauraciones.

Así pues, recomendamos que se realicen estudios previos sobre las causas del deterioro, estudio que en Sigena urge se realice a corto plazo si queremos salvar esta joya de nuestro patrimonio.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDALUZ, N.; GISBERT, J. y MARÍN CHAVES, C. (1992). *Estudio previo del deterioro de los edificios histórico artísticos de la comarca de Caspe*. Informe Departamento de Geología de la Universidad de Zaragoza. 50 pp.
- ARCHIVO MUNICIPAL DE BARBASTRO (1521-1522). Legajo 178. *Actas del concejo*, f. 28 vº.
- ARCO GARAY, R. del (1915). El arte en el monasterio de Sigena. *Archivo de arte español*, pp. 101-120. Madrid.
- ARCO GARAY, R. del (1916). El castillo de Alquézar. *Linajes de Aragón*, VII, pp. 54-57. Zaragoza.
- ARCO GARAY, R. del (1922). *El castillo-abadía de Alquézar*. Madrid.
- ARCO GARAY, R. del (1924). *La Catedral de Huesca (monografía histórico-arqueológica)*. Ed. Vicente Campo. Huesca.
- BALAGUER, F. (1985). *Las capillas del claustro de San Pedro el Viejo*. Ed Institución Fernando el Católico. Zaragoza. Separata de la *Revista Seminario de Arqueología Aragonesa*, II.
- DEL MONTE, M. & SABBIONI, C. (1987). A study of the patina called scialbatura on imperian Roman marbles. *Studies in Conservation*, 32, pp 114-121.
- DUCHAUFOUR, P. H. (1970). *Manual de edafología*. Ed. Masson. Barcelona. 1975.
- DUNHAM, R. J. (1962). Classification of carbonate rocks according to deposicional texture. In W. E. Ham (ed.), Classification of carbonate rocks. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem.*, 1, pp. 108-121.
- DURÁN GUDIOL, A. (1987). *El castillo-abadía de Montearagón en los siglos XII y XIII*. Colección temas aragoneses, n.º 59. Institución Fernando el Católico. Zaragoza. 214 pp.
- DURÁN GUDIOL, A. (1990). *La villa y la colegiata de Alquézar*. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 63 pp.
- DURÁN GUDIOL, A. (1991). *Guía de la Catedral de Huesca*. Obispado de Huesca. 47 pp.
- ESBERT, R. M. y MARCOS, R. M. (1983). *Las piedras de la catedral de Oviedo y su deterioración*. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Asturias. Oviedo. 147 pp.
- ESCO SAMPÉRIZ, C. (1987). *El monasterio de Montearagón en el siglo XIII; poder político y dominios eclesiásticos en el Alto Aragón*. Ayuntamiento de Huesca. 137 pp.
- FOLK, R. L. (1959). Practical petrographic classification of limestones. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 43, pp. 1-38.
- FOLK, R. L. (1962). Spectral subdivision of limestones types. In W. E. Ham (ed), Classification of carbonate rocks. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem.*, 1, pp. 62-84.
- GARCÍA-RUIZ, J. M.; PUIGDEFÁBREGAS, J. & CREUS, J. (1985). *Los recursos hídricos superficiales del alto Aragón*. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 224 pp.
- GUITART APARICIO, C. (1976). *Castillos de Aragón*, vol. I. Librería General. Zaragoza.

- LAZZARINI, L. & SALVADORI, O. (1989). A Reassessment of the formation of the patina called scialbatura. *Studies in consevation*, 34, pp. 20-26.
- MUNSELL (1990). *Soil color charts*. Edition revised. Munsell color. Macbeth division of Kollmorgen instruments corporation.
- NAVAL, A. y J. (1978). *Huesca. Siglo XVIII*. CAZAR.
- PANO GRACIA, J. L. (1988). Autores y cronología de la catedral de Barbastro (Huesca). *Artigrama*, 5, pp. 81-104. Zaragoza.
- PANO RUATA, M. de (1883). *El real monasterio de Sigena. Su historia y descripción*. Lérida.
- QUIRANTES, J. (1978). *Estudio sedimentológico del terciario continental de los Monegros*. Institución Fernando el Católico. Zaragoza. 207 pp.
- RODRÍGUEZ VIDAL, J. (1986). *Geomorfología de las Sierras Exteriores oscenses y su piedemonte*. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 172 pp.
- SÁNCHEZ NAVARRO, J. A. (1988). Los recursos hídricos de las sierras de Guara y sus somontanos. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 336 pp.
- SÁNCHEZ NAVARRO, J. A.; MARTÍNEZ GIL, F. J.; SANROMÁN SALDAÑA, J. & DE MIGUEL CABEZA, J. L. (1988). Manifestaciones hidrológicas e hidroquímicas de flujos subterráneos procedentes de formaciones poco permeables del terciario en el somontano de Huesca. *Est. Geol.*, 44 (5-6), pp. 445-452.
- SÁNCHEZ RUBIO, A.; SALAS AUSENS, J. A.; BURILLO JIMÉNEZ, G. (1981). Gastos del concejo de Barbastro en la construcción y mantenimiento de edificios religiosos (1500-1550). *Seminario de arte aragonés*, 33, pp. 247-264. Zaragoza.
- SANCHO, C. y BENITO, G. (1990). Factors controlling tafoni weathering in the Ebro Basin (NE Spain). *Z. Geomorph N. F.*, 342, pp. 167-177. Berlín. Stuttgart.
- TOTH, J. (1963). A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins. *Geophys. Research*, 68, pp. 4795-4811.
- UBIETO ARTETA, A. (1949). La construcción de la colegiata de Alquézar. *Pirineos*, 11-12, pp. 253-266. Jaca.
- UBIETO ARTETA, A. (1986). *El monasterio dúplice de Sigena*. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 32 pp.
- VALLÉS, J. (1985). *Así es... San Pedro el Viejo*. Ed. Guara. Zaragoza. 42 pp.
- VARÓN, M. A. (1773). *Historia del real monasterio de Sigena*. Pamplona.

DISPONIBILIDADES TÉRMICAS PARA LOS CULTIVOS EN EL FONDO DE LA DEPRESIÓN DE SARIÑENA*

Alberto MARTÍ EZPELETA**

RESUMEN.—El fondo de la depresión de Sariñena está ocupado en su mayor parte por los nuevos regadíos de Monegros I. Tanto los cultivos que en ellos se desarrollan como las nuevas especies y variedades que podrían introducirse presentan unas necesidades térmicas para su óptimo crecimiento. Para conocer la potencialidad térmica de la zona de estudio, así como la disponibilidad de calor y de frío que los cultivos pueden tener en ella, se analiza con detalle el ritmo de las temperaturas máximas y mínimas diarias a lo largo del año, calculando su intensidad, frecuencia y probabilidad de ocurrencia. Asimismo, se estima la acumulación máxima, media y mínima de grados-día y de horas-frío dentro del año agrícola.

ABSTRACT.—The bottom of the Sariñena hallow is occupied by the new irrigated land of Monegros I. All crops that growth here and the new species and varieties that could be introduced are some thermal necessities to their very good growth. To know the thermal potenciality of that area and his resources of cold and frost it is analyzed the rhythm of the maximum and minimum daily temperatures along the year, knowing their intensity, frequency and probability. Also is calculated the maximum, mean and minimum acumulation of degree days and chilling hours.

KEY WORDS.—Thermal resources, temperature, degree days, chilling hours, Sariñena hallow.

* Este estudio es continuación del trabajo realizado por MARTÍ (1992) y financiado mediante una ayuda del I.E.A.

** Departamento de Geografía. Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Santiago de Compostela.
15703 SANTIAGO (LA CORUÑA).

INTRODUCCIÓN

La temperatura es, sin duda, el más decisivo entre los elementos climáticos para el desarrollo y la distribución espacial de las especies vegetales. Los umbrales térmicos dirigen el ritmo anual de la actividad biológica y se constituyen en auténtico factor limitante cuando sobrepasan ciertos valores, distintos para cada especie vegetal.

La temperatura condiciona el hecho de que un cultivo pueda o no desarrollarse en un territorio. Además, interviene en el proceso vegetativo de las plantas, ya que el crecimiento de los cultivos es el resultado de los múltiples efectos que ejercen las variaciones de temperatura sobre las funciones de la planta, tales como la respiración, la transpiración o la fotosíntesis.

Cada una de las fases en que se divide el ciclo vegetativo de los cultivos requiere unas condiciones de temperatura óptimas en las cuales la planta se desarrolla con mayor rapidez. Además, el hecho de que la planta pase de una fase a la siguiente se debe a que se dan unas temperaturas determinadas.

Para llegar a la plenitud de desarrollo una especie vegetal precisa acumular diariamente una cantidad determinada de temperatura o grados-día. El hecho de que la planta presente unas necesidades térmicas específicas para completar su ciclo vital es algo que ya explicó Reaumur en 1735 (LORENZETTI y PANDOLFI, 1987), pero es a comienzos del siglo XX cuando se utiliza el concepto de suma térmica. Este considera la contribución diaria de temperatura en las diversas fases y períodos de desarrollo como expresión de una necesidad térmica constante para cada especie, independientemente del lugar de cultivo.

Muchos vegetales necesitan, además, pasar un período mayor o menor de tiempo durante el cual las temperaturas deben bajar de un cierto umbral; estas necesidades son también diferentes para cada tipo de planta y se manifiestan en dos fenómenos: uno es la llamada vernalización, que es el proceso necesario en muchas especies para florecer normalmente; el otro es el de la parada de crecimiento vegetativo o de reposo invernal, que se produce en la mayoría de los vegetales de nuestra región y cuyo levantamiento está condicionado, en muchos casos, a que se satisfagan unos ciertos requerimientos de temperatura inferior a un valor determinado.

Así, por ejemplo, la mayoría de los árboles frutales necesitan pasar un período con temperaturas bajas para salir del reposo invernal y para inducir su floración, ya que se han comprobado retrasos en ella cuando las necesidades de frío

no han sido suficientemente satisfechas (TABUENCA, 1975). Pero las plantas leñosas no son las únicas que requieren de bajas temperaturas para el levantamiento del reposo invernal, sino que también muchos bulbos, rizomas o tubérculos se ven afectados por estos requerimientos.

A la duración media específica del reposo de una determinada especie o variedad se le conoce como sus «necesidades de frío», que vienen cuantificadas por el número de horas que se han producido durante el reposo invernal por debajo de una temperatura umbral. A estas horas es a las que denominamos horas-frío.

En el presente trabajo se van a analizar las disponibilidades térmicas de las tierras situadas en el fondo de la depresión de Sariñena, incluidas en su mayor parte en el área de riegos de Monegros I. La depresión de Sariñena está sobreexcavada al sur del Somontano oscense barbastrino, hallándose poco individualizada respecto a la depresión de Almodévar, con la que enlaza por el noroeste a través de Tardienta. Se alarga unos 60 km en dirección NO-SE y queda bloqueada hacia el sur por la sierra de Alcubierre, que resalta entre 400 y 600 m sobre el fondo de la misma. Desde el punto de vista geomorfológico el rasgo más característico es el modelado en glacis y en terrazas fluviales, formas que dan origen a plataformas detríticas ligeramente inclinadas hacia los ejes fluviales de los ríos Alcanadre y Flumen que atraviesan la depresión.

Para conocer el potencial térmico de estas tierras monegrinas hemos analizado con detalle el ritmo de las temperaturas máximas y mínimas diarias a lo largo del año, centrándonos en su intensidad, frecuencia y probabilidad de aparición. De esta forma podremos conocer los límites entre los que se mueven las temperaturas en la zona de estudio así como los niveles térmicos más frecuentes a lo largo del año. El cálculo de la integral térmica para diferentes cultivos, así como de la acumulación de horas-frío, serán también necesarios para conocer la disponibilidad de calor y de frío que los cultivos requieren para su óptimo desarrollo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Como base de nuestro análisis se han utilizado los datos recogidos en el observatorio de Sariñena durante una serie de 30 años comprendida entre 1961 y 1990 (Centro Meteorológico del Ebro). Dicho observatorio está situado a 281 m de altitud, en el interfluvio de los ríos Flumen y Alcanadre, y sus datos definen muy bien las condiciones térmicas del área de riegos de Monegros I que se

extiende por el fondo de la depresión de Sariñena, caracterizada por una gran homogeneidad topográfica.

Para llevar a cabo el tratamiento estadístico de los datos diarios se han utilizado intervalos de tiempo inferiores al mes: la pñntada (período de cinco días) y la década (período de diez días). Ello nos ha permitido alcanzar un gran detalle en el conocimiento de las variaciones de estas variables a lo largo del año, que en un estudio de tipo agroclimático pueden ser esenciales y que quedan diluidas muchas veces al utilizar períodos más amplios.

En primer lugar, para conocer con detalle el régimen de las temperaturas a lo largo del año así como los niveles térmicos más usuales en cada una de las 73 pñntadas, se ha realizado una distribución de frecuencias pentádica de las temperaturas máximas y mínimas por intervalos de intensidad.

A continuación, para establecer los límites entre los que oscilan las temperaturas en los distintos momentos del año así como la probabilidad de ocurrencia de ciertos niveles térmicos, se han calculado los valores térmicos máximos y mínimos que no podrán superarse con varios niveles de probabilidad. El método empleado ha sido el modelo probabilístico de BAIER y RUSSELO (1968), utilizado ampliamente en los estudios de Ecología y Climatología agrarias desarrollados en Italia (PANDOLFI y PITZALIS, 1977; PITZALIS, 1978; LORENZETTI y NARDI, 1986) y más recientemente en la comarca de los Monegros (MARTÍ, 1993). Dicho método está basado en el cálculo de los parámetros a y b de la siguiente regresión:

$$y = a + b\partial$$

siendo y = valor de la temperatura.

∂ = valor de la desviación estándar normal correspondiente a la frecuencia acumulada porcentual.

a = valor medio de la serie térmica analizada.

b = desviación estándar de la serie.

Los valores térmicos que no pueden ser superados con varios niveles de probabilidad se obtienen sustituyendo ∂ por los valores de desviación estándar normal correspondientes a cada uno de los niveles porcentuales utilizados.

Respecto a la suma de temperaturas requerida por los cultivos, se le han adjudicado diversos nombres tales como integral térmica, días-grado, grados-día, temperatura acumulada, constante térmica, etc. Y muchos han sido también los métodos propuestos para su cálculo (GILMORE y ROGERS, 1958; NEWMAN, 1968; BROWN, 1969; MONOTTI, 1977). La O.M.M., en la Guía de Prácticas de Meteorología Agrícola (1982), indica que la temperatura acumulada se obtiene

restando a la temperatura media un umbral o base determinado (el cero de crecimiento de cada cultivo) y sumando todos los valores positivos obtenidos. Este es el método que se ha utilizado en este trabajo, empleado ya por GARCÍA SANJUÁN (1974) o por LÓPEZ BONILLO (1988) en Murcia y Tarragona respectivamente.

Para el cálculo de la integral térmica en Sariñena se tomaron las temperaturas medias decádicas en los años agrícolas (noviembre-octubre) desde 1961 hasta 1990. Los umbrales térmicos elegidos han sido 0°, 5°, 10° y 15°, con los que se facilitan mucho los cálculos ya que entre ellos quedan incluidos los valores térmicos que constituyen el cero de crecimiento de los principales cultivos de la zona de estudio, es decir, el umbral de temperatura por debajo del cual la actividad de la planta se paraliza:

Cero de crecimiento de diferentes cultivos:

Trigo y cebada	4°
Maíz	10°
Sorgo	10°
Arroz	10°
Alfalfa	9°
Girasol	5°
Soja	5°
Olivo y vid	10°

De esta manera, a las temperaturas medias decádicas se les ha restado el umbral térmico correspondiente y multiplicado el resultado por el número de días de la década, que puede variar entre 8 y 11. Para cada año agrícola de la serie y para los cuatro umbrales elegidos se han sumado acumulativamente todos los valores decádicos obtenidos. De esta forma se ha podido conocer la integral térmica anual media, así como la máxima y la mínima de la serie analizada.

Por último, para obtener el número de horas-frío acumuladas en la zona de estudio era necesario primero establecer el umbral térmico por debajo del cual la planta comienza a almacenarlas. Esta temperatura umbral es variable para las diferentes especies y diversos autores han trabajado con valores entre 4° y 12°. Casi todos los trabajos modernos al respecto usan como umbral la temperatura de 7°, que hoy se considera a todos los efectos como un valor fijo en la determinación de horas-frío (WEINBERGER, 1956; ARON, 1983; CASTELLÓ, 1984; GIL-ALBERT, 1986; PITZALIS, 1987), por lo que tomaremos este valor como temperatura umbral en nuestro análisis.

La duración del período de reposo es otro de los aspectos que es preciso determinar. Aunque normalmente este empieza algún tiempo antes de la caída de la hoja, se considera que es este el momento a partir del cual comienzan a acumularse las horas-frío. Sin embargo, el final de esta acumulación es más difícil de precisar, ya que cuando el desborre de las yemas comienza a apreciarse visualmente puede hacer varios días que el reposo real ha terminado. En los trabajos al respecto se suele tomar como fecha límite entre el 1 de febrero en las zonas templado-cálidas y el 1 de marzo en las zonas templadas más frías por su carácter continental (GIL-ALBERT, 1986). En el caso de la depresión de Sariñena, caracterizada por un clima templado con matiz continental, tomaremos la fecha del 1 de marzo como final de la acumulación de frío y, así, el período para el que calcularemos el número de horas con temperaturas por debajo de 7° será el comprendido entre el comienzo de octubre y el final de febrero.

El problema se presenta al intentar la evaluación de estos períodos fríos, ya que el observatorio de Sariñena no posee termógrafo que registre con exactitud el número total de horas por debajo de un determinado umbral. Se hace, pues, necesario deducir algún método que permita el cálculo de las horas-frío acumuladas partiendo de las temperaturas medias. La correlación más simple, aunque también la más inexacta, es la de WEINBERGER (1956). Otro método de cálculo muy frecuente es el basado en la correlación de MOTA, en el que el número mensual de horas-frío se determina por la fórmula:

$$y = 485,1 - 28,5 x$$

donde y = número mensual de horas $< 7^{\circ}$

x = temperatura media mensual

TABUENCA (1964, 1975), en sus numerosos trabajos sobre árboles frutales en la Estación Experimental de Aula Dei de Zaragoza, adaptó esta correlación a los datos del valle del Ebro y obtuvo la fórmula siguiente:

$$y = 700,4 - 48,6 x$$

En el cálculo, cuando en un mes el valor de y resulta negativo, la acumulación de horas-frío se considera interrumpida.

Así pues, en nuestro trabajo hemos seguido la fórmula de MOTA adaptada al valle del Ebro por TABUENCA y la hemos aplicado a la misma serie utilizada para el cálculo de la integral térmica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

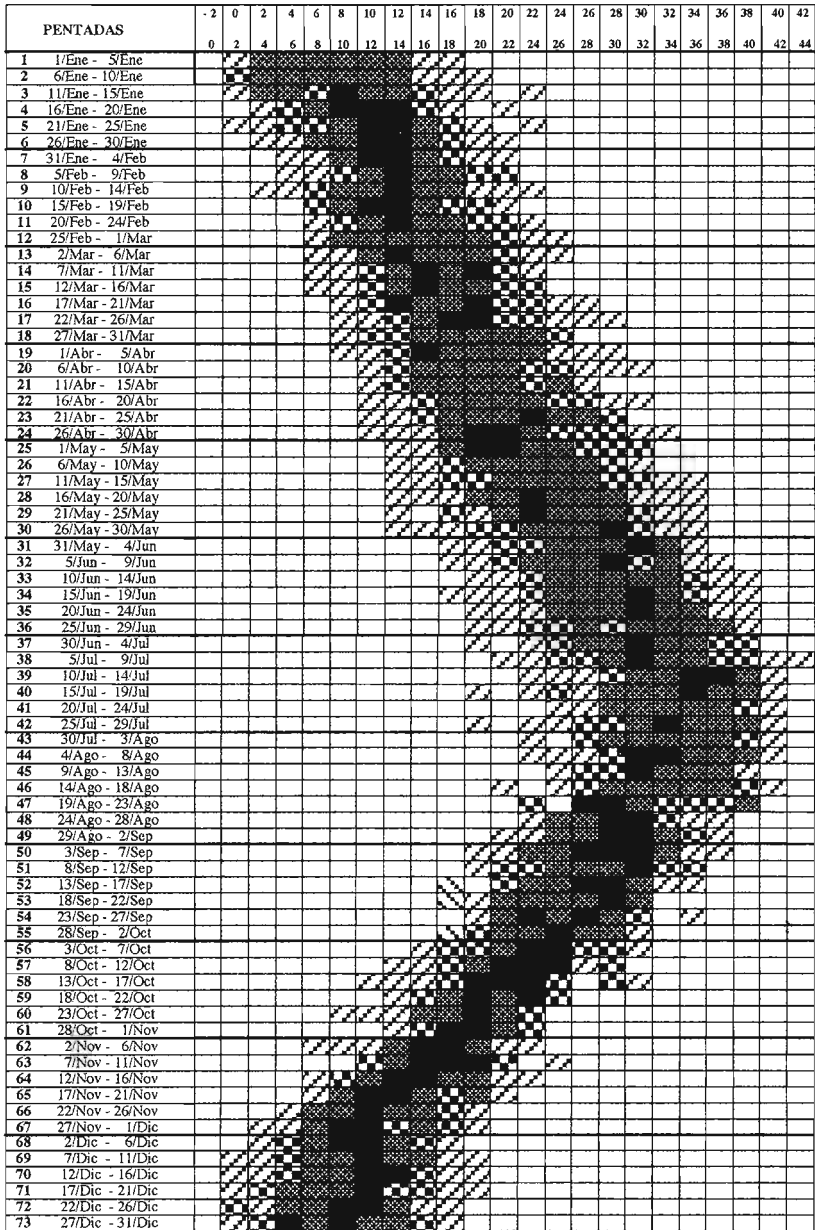
La distribución de frecuencias pentádicas de las temperaturas máximas y mínimas diarias registradas en Sariñena queda recogida en las figuras 1 y 2. La frecuencia de aparición de cada intervalo de temperatura viene dada por cuatro tipos de trama; cuanto más oscura sea, mayor será la frecuencia de aparición del nivel térmico correspondiente, como indica la leyenda de las figuras. Estos gráficos proporcionan de forma detallada una completa información acerca del régimen térmico a lo largo del año, así como de las temperaturas más probables en cada una de las péntadas.

Respecto a las temperaturas máximas (figura 1), la amplitud alcanzada en las tierras llanas de la depresión de Sariñena es muy elevada, tanto a nivel anual como a nivel pentádico. Se registran temperaturas máximas en torno a los 0° en los primeros días de enero o en la segunda quincena de diciembre; frente a estas temperaturas tan bajas se alcanzan con frecuencia temperaturas superiores a 36° en la segunda mitad de julio y primera de agosto. De esta manera se registran amplitudes anuales de 40°.

La péntadas de primavera y verano son las que presentan la mayor variabilidad, con amplitudes interanuales que pueden alcanzar los 24° en el mes de junio. Durante este mes pueden registrarse en una misma péntada temperaturas máximas entre 18° y 42°. Por el contrario, la mayor regularidad térmica se presenta a finales de diciembre y comienzos de enero, con amplitudes pentádicas de 18° y cuyos límites se sitúan entre los 0° y los 18°.

Estos límites pentádicos van incrementándose conforme transcurren las péntadas desde comienzos de año hasta el mes de julio, durante el que se mantienen relativamente constantes para volver a descender a partir de mediados de agosto. Los límites externos de cada péntada aparecen generalmente con frecuencias de aparición muy bajas, inferiores al 5%; a medida que cada intervalo de temperatura se aproxima al centro de la serie pentádica su frecuencia de aparición aumenta, por lo que las temperaturas con mayor probabilidad de ocurrencia quedan más agrupadas a lo largo del año y con una variabilidad menor (tramas más oscuras); esta se incrementa al considerar los valores que una vez cada cinco o más años tienen lugar durante una péntada determinada.

A diferencia de las máximas, las temperaturas mínimas (Fig. 2) registran una menor amplitud, tanto anual como pentádica. La curva que dibujan los gráficos es mucho menos cerrada, lo que implica, como decimos, una menor oscilación térmica entre los meses fríos y cálidos. Las temperaturas mínimas



< 5 % 5 - 9 % 10 - 19 % ≥ 20%
 1 día cada 5 o más años 1 día cada 4 años 1 día cada 2 años 1 ó 2 días cada año
   

Fig. 1. Distribución de frecuencias pentádicas de las temperaturas máximas diarias registradas en Sarriena.

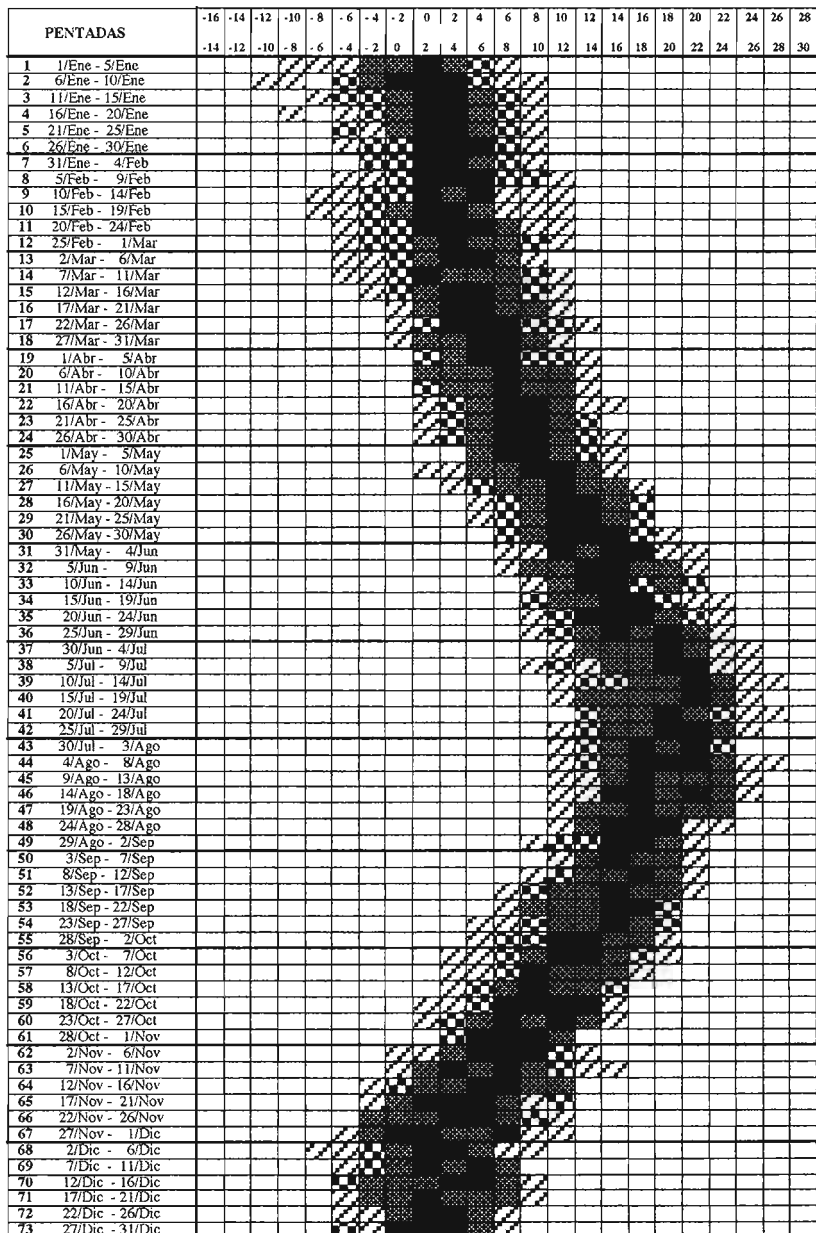


Fig. 2. Distribución de frecuencias pentádicas de las temperaturas mínimas diarias registradas en Sariñena.

más bajas, registradas a comienzos de enero, alcanzan valores entre -10° y -12° , mientras que las mínimas más altas, registradas principalmente durante el mes de julio, superan en alguna ocasión los 26° . Así resultan amplitudes anuales de 38° .

Otra característica que diferencia las temperaturas mínimas de las máximas es que estas últimas presentan una mayor variabilidad durante los meses invernales, mientras que en la primavera y el verano las temperaturas mínimas son más regulares, lo contrario que ocurría con las máximas. Así encontramos que durante las primeras pentadas de enero tienen lugar temperaturas entre -10° y 10° , con una amplitud de 20° . En las pentadas de julio, en las que se registran las mínimas más altas, los límites entre los que se mueven están en torno a 10° - 12° y a 26° - 28° , lo que constituye una amplitud térmica de 16° .

Otro hecho que se deduce de la observación de las figuras es la diferente evolución que experimentan las temperaturas mínimas en comparación con las temperaturas máximas. Mientras estas presentan un progresivo y lento incremento desde los primeros días de enero hasta alcanzar los máximos de julio, las temperaturas mínimas mantienen un nivel térmico comprendido entre 0° y 6° relativamente constante hasta comienzos de abril, que es cuando las mínimas empiezan a incrementarse lentamente. El descenso de las temperaturas máximas a partir de mediados de agosto se realiza de forma brusca y continuada hasta comienzos de noviembre; de nuevo se vuelve a observar cómo las temperaturas mínimas se mantienen con una mayor frecuencia entre los 0° y los 6° hasta final de año.

Los resultados de aplicar el modelo probabilístico de BAIER y RUSSELO a las temperaturas diarias se muestran en las tablas I y II, donde aparecen reflejados los valores térmicos pentádicos de las máximas y de las mínimas que no serán superados para 21 niveles de probabilidad, desde el 1% hasta el 99%. En las figuras 3 y 4 hemos tratado de sintetizar esta densa información de manera que pueda ser percibida más rápidamente. No se han representado los 21 grados de probabilidad calculados sino tan sólo 9 de ellos, dejando además fuera los extremos (1% y 99%).

En estos gráficos se comprueba claramente la variabilidad interanual de las temperaturas. Normalmente se considera la temperatura como un parámetro climático muy regular que sufre pocas oscilaciones interanuales, especialmente las temperaturas medias, a diferencia de otros parámetros como las precipitaciones, caracterizadas por una importante variabilidad, sobre todo en climas como el

PÉNTADA	1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%
1/1-5/1	-1,488	1,99	3,29	4,15	4,87	5,48	6,02	6,49	7,0	7,43	7,9	8,36	8,8	9,30	9,77	10,3	10,9	11,6	12,5	13,8	16,2
6/1-10/1	-2,01	948	2,49	3,52	4,38	5,11	5,76	6,32	6,92	7,44	8,0	8,55	9,07	9,67	10,2	10,8	11,6	12,4	13,5	15,0	18,0
11/1-15/1	-1,51	1,44	2,99	4,02	4,88	5,61	6,26	6,82	7,42	7,94	8,5	9,05	9,57	10,1	10,7	11,3	12,1	12,9	14,0	15,5	18,5
16/1-20/1	1,51	3,99	5,29	6,15	6,87	7,48	8,02	8,49	9,0	9,43	9,9	10,3	10,8	11,3	11,7	12,3	12,9	13,6	14,5	15,8	18,2
21/1-25/1	2,97	5,32	6,54	7,36	8,04	8,62	9,13	9,57	10,0	10,4	10,9	11,3	11,7	12,2	12,6	13,1	13,7	14,4	15,2	16,4	18,8
26/1-30/1	3,34	5,76	7,02	7,86	8,56	9,15	9,68	10,1	10,6	11,0	11,5	11,9	12,3	12,8	13,3	13,8	14,4	15,1	15,9	17,2	19,6
31/1-4/II	5,14	7,14	8,18	8,88	9,46	9,95	10,3	10,7	11,1	11,5	11,9	12,2	12,6	13,0	13,4	13,8	14,3	14,9	15,6	16,6	18,6
5/II-9/II	4,54	7,16	8,53	9,44	10,2	10,8	11,4	11,9	12,4	12,9	13,4	13,8	14,3	14,8	15,3	15,9	16,5	17,3	18,2	19,6	22,2
10/II-14/II	3,17	5,73	7,06	7,95	8,69	9,32	9,87	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2	12,7	13,2	13,7	14,2	14,9	15,6	16,5	17,8	20,4
15/II-19/II	4,54	6,96	8,22	9,06	9,76	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2	12,7	13,1	13,5	14,0	14,5	15,0	15,6	16,3	17,1	18,4	20,8
20/II-24/II	6,01	8,28	9,47	10,2	10,9	11,4	11,9	12,4	12,8	13,2	13,7	14,1	14,5	14,9	15,4	15,9	16,4	17,1	17,9	19,1	21,3
25/II-1/III	5,21	7,90	9,30	10,2	11,0	11,6	12,2	12,7	13,3	13,7	14,3	14,8	15,2	15,8	16,3	16,9	17,5	18,3	19,2	20,6	23,3
2/III-6/III	6,01	8,70	10,1	11,0	11,8	12,4	13,0	13,5	14,1	14,5	15,1	15,6	16,0	16,6	17,1	17,7	18,3	19,1	20,0	21,4	24,1
7/III-11/III	7,67	10,0	11,2	12,0	12,7	13,3	13,8	14,2	14,7	15,1	15,6	16,0	16,4	16,9	17,3	17,8	18,4	19,1	19,9	21,1	23,5
12/III-16/III	7,34	9,76	11,0	11,8	12,5	13,1	13,6	14,1	14,6	15,0	15,5	15,9	16,3	16,8	17,3	17,8	18,4	19,1	19,9	21,2	23,6
17/III-21/III	7,11	9,80	11,2	12,1	12,9	13,5	14,1	14,6	15,2	15,6	16,2	16,7	17,1	17,7	18,2	18,8	19,4	20,2	21,1	22,5	25,2
22/III-26/III	8,48	11,2	12,6	13,6	14,4	15,1	15,7	16,2	16,8	17,2	17,8	18,3	18,8	19,3	19,8	20,4	21,1	21,9	22,9	24,3	27,1
27/III-31/III	8,51	11,2	12,6	13,5	14,3	14,9	15,5	16,0	16,6	17,0	17,6	18,1	18,5	19,1	19,6	20,2	20,8	21,6	22,5	23,9	26,6
1/IV-5/IV	7,71	10,6	12,1	13,1	13,9	14,6	15,3	15,8	16,4	16,9	17,5	18,0	18,5	19,1	19,6	20,3	21,0	21,8	22,8	24,3	27,2
6/IV-10/IV	8,38	11,3	12,8	13,9	14,7	15,5	16,1	16,7	17,3	17,8	18,4	18,9	19,4	20,0	20,6	21,2	22,0	22,8	23,9	25,4	28,4
11/IV-15/IV	9,61	12,3	13,7	14,6	15,4	16,0	16,6	17,1	17,7	18,1	18,7	19,2	19,6	20,2	20,7	21,3	21,9	22,7	23,6	25,0	27,7
16/IV-20/IV	11,3	14,0	15,4	16,3	17,1	17,7	18,3	18,8	19,4	19,8	20,4	20,9	21,3	21,9	22,4	23,0	23,6	24,4	25,3	26,7	29,4
21/IV-25/IV	10,3	13,3	14,9	16,0	16,9	17,6	18,3	18,8	19,5	20,0	20,6	21,1	21,7	22,3	22,8	23,5	24,2	25,1	26,2	27,8	30,8
26/IV-30/IV	10,7	13,6	15,1	16,1	16,9	17,6	18,3	18,8	19,4	19,9	20,5	21,0	21,5	22,1	22,6	23,3	24,0	24,8	25,8	27,3	30,2
1/V-5/V	12,2	15,0	16,4	17,4	18,2	18,9	19,5	20,0	20,6	21,0	21,6	22,1	22,6	23,1	23,6	24,2	24,9	25,7	26,7	28,1	30,9
6/V-10/V	12,9	15,7	17,1	18,1	18,9	19,6	20,2	20,7	21,3	21,7	22,3	22,8	23,3	23,8	24,3	24,9	25,6	26,4	27,4	28,8	31,6
11/V-15/V	11,9	15,3	17,1	18,3	19,2	20,1	20,8	21,4	22,1	22,7	23,4	24,0	24,6	25,3	25,9	26,6	27,5	28,4	29,6	31,4	34,8
16/V-20/V	12,8	16,0	17,7	18,8	19,7	20,5	21,2	21,8	22,4	23,0	23,6	24,1	24,7	25,3	25,9	26,6	27,4	28,3	29,4	31,1	34,3
21/V-25/V	15,1	18,0	19,5	20,5	21,3	22,0	22,7	23,2	23,8	24,3	24,9	25,4	25,9	26,5	27,0	27,7	28,4	29,2	30,2	31,7	34,6
26/V-30/V	14,9	17,9	19,4	20,5	21,3	22,1	22,7	23,3	23,9	24,4	25,0	25,5	26,0	26,6	27,2	27,8	28,6	29,4	30,5	32,0	35,0
31/V-4/VI	18,5	21,1	22,5	23,4	24,2	24,8	25,4	25,9	26,4	26,9	27,4	27,8	28,3	28,8	29,3	29,9	30,5	31,3	32,2	33,6	36,2
5/VI-9/VI	18,4	21,0	22,3	23,2	23,9	24,6	25,1	25,6	26,1	26,6	27,1	27,5	28,0	28,5	29,0	29,5	30,2	30,9	31,8	33,1	35,7
10/VI-14/VI	16,6	20,0	21,7	22,9	23,7	24,7	25,4	26,1	26,7	27,3	28,0	28,6	29,2	29,8	30,5	31,2	32,0	33,0	34,2	35,9	39,3
15/VI-19/VI	20,1	22,8	24,2	25,1	25,9	26,5	27,1	27,6	28,2	28,6	29,2	29,7	30,1	30,7	31,2	31,8	32,4	33,1	34,1	35,5	38,2
20/VI-24/VI	20,1	22,9	24,4	25,4	26,2	26,9	27,5	28,1	28,6	29,1	29,7	30,2	30,7	31,2	31,8	32,4	33,1	33,9	34,9	36,4	39,2
25/VI-29/VI	19,3	22,5	24,2	25,3	26,3	27,1	27,8	28,4	29,1	29,6	30,3	30,9	31,4	32,1	32,7	33,4	34,2	35,2	36,3	38,0	41,2
30/VI-4/VII	20,5	23,5	25,1	26,2	27,1	27,8	28,5	29,0	29,7	30,2	30,8	31,3	31,9	32,5	33,0	33,7	34,4	35,3	36,4	38,0	41,0
5/VII-9/VII	22,1	25,0	26,5	27,5	28,3	29,0	29,7	30,2	30,8	31,3	31,9	32,4	32,9	33,5	34,0	34,7	35,4	36,2	37,2	38,7	41,6
10/VII-14/VII	23,6	26,4	27,9	28,9	29,7	30,4	31,0	31,6	32,1	32,6	33,2	33,7	34,2	34,7	35,3	35,9	36,6	37,4	38,4	39,9	42,7
15/VII-19/VII	22,5	25,4	26,9	27,9	28,7	29,4	30,1	30,6	31,2	31,7	32,3	32,8	33,3	33,9	34,4	35,1	35,8	36,6	37,6	39,1	42,0
20/VII-24/VII	24,6	27,0	28,3	29,2	29,9	30,5	31,1	31,5	32,1	32,5	33,0	33,4	33,9	34,4	34,8	35,4	36,0	36,7	37,6	38,9	41,3
25/VII-29/VII	23,7	26,3	27,6	28,5	29,2	29,9	30,4	30,9	31,4	31,9	32,4	32,8	33,3	33,8	34,3	34,8	35,5	36,2	37,1	38,4	41,0
30/VII-3/VIII	23,1	25,8	27,2	28,1	28,9	29,5	30,1	30,6	31,2	31,6	32,2	32,7	33,1	33,7	34,2	34,8	35,4	36,2	37,1	38,5	41,2
4/VIII-8/VIII	24,9	27,3	28,6	29,5	30,2	30,8	31,4	31,8	32,4	32,8	33,3	33,7	34,2	34,7	35,1	35,7	36,3	37,0	37,9	39,2	41,6
9/VIII-13/VIII	25,6	27,6	28,6	29,3	29,9	30,4	30,8	31,2	31,6	32,0	32,4	32,7	33,1	33,5	33,9	34,3	34,8	35,4	36,1	37,1	39,1
14/VIII-18/VIII	23,7	26,1	27,4	28,2	28,9	29,5	30,0	30,5	31,0	31,4	31,9	32,3	32,7	33,2	33,7	34,2	34,8	35,5	36,3	37,6	40,0
19/VIII-23/VIII	21,1	24,1	25,6	26,7	27,5	28,3	28,9	29,5	30,1	30,6	31,2	31,7	32,2	32,8	33,4	34,0	34,8	35,6	36,7	38,2	41,2
24/VIII-28/VIII	22,7	24,5	25,4	26,0	26,6	27,0	27,4	27,8	28,1	28,4	28,8	29,1	29,4	29,8	30,1	30,5	30,9	31,5	32,1	33,0	34,8
29/VIII-2/IX	22,2	24,3	25,3	26,1	26,7	27,2	27,6	28,0	28,4	28,8	29,2	29,5	29,9	30,3	30,7	31,1	31,6	32,2	33,0	34,0	36,1
3/IX-7/IX	19,2	21,8	23,1	24,0	24,7	25,4	25,9	26,4	26,9	27,4	27,9	28,3	28,8	29,3	29,8	30,3	31,0	31,7	32,6	33,9	36,5
8/IX-12/IX	19,6	22,2	23,6	24,5	25,3	25,9	26,5	27,0	27,5	28,0	28,5	28,9	29,4	29,9	30,4	31,0	31,6	32,4	33,3	34,7	37,3
13/IX-17/IX	18,4	21,0	22,4	23,3	24,1	24,7	25,3	25,8	26,3	26,8	27,3	27,7	28,2	28,7	29,2	29,8	30,4	31,2	32,1	33,5	36,1
18/IX-22/IX	17,6	20,3	21,6	22,5	23,3	23,9	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	26,9	27,4	27,9	28,4	29,0	29,6	30,4	31,3	32,6	35,3
23/IX-27/IX	17,0	19,4	20,7	21,6	22,3	22,9	23,5	23,9	24,5	24,9	25,4	25,8	26,3	26,8	27,2	27,8	28,4	29,1	30,0	31,3	33,7
28/IX-2/X	17,5	19,5	20,6	21,3	21,9	22,4	22,9	23,3	23,7	24,1	24,5	24,8	25,2	25,6	26,0	26,5	27,0	27,6	28,3	29,4	31,4
3/X-7/X	15,3	17,6	18,8	19,6	20,2	20,8	21,3	21,7	22,2	22,6	23,1	23,5	23,9	24,4	24,8	25,3	25,9	26,5	27,3	28,5	30,8
8/X-12/X	14,0	16,4	17,6	18,5	19,1	19,7	20,3	20,7	21,2	21,6	22,1	22,5	22,9	23,4	23,8	24,4	25,0	25,6	26,5	27,7	30,1
13/X-17/X	13,3	15,7	17,0	17,8	18,5	19,1	19,6	20,1	20,6	21,0	21,5	21,9	22,3	22,8	23,3	23,8	24,4	25,1	25,9	27,2	29,6
18/X-22/X	13,2	15,0	16,0	16,6</																	

PÉNTADA	1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	99%
1/I-5/I	-7.85	-5.64	-4.49	-3.72	-3.08	-2.54	-2.06	-1.64	-1.2	-.816	-.4	.016	-.4	.848	1.26	1.74	2.28	2.92	3.69	4.84	7.05
6/I-10/I	-7.49	-5.28	-4.13	-3.36	-2.72	-2.18	-1.70	-1.28	-.84	-.456	-.04	.376	.76	1.20	1.62	2.10	2.64	3.28	4.05	5.20	7.41
11/I-15/I	-7.55	-5.14	-3.88	-3.04	-2.34	-1.74	-1.22	-.765	-.275	-.145	.6	1.05	1.47	1.96	2.42	2.94	3.54	4.24	5.08	6.34	8.75
16/I-20/I	-6.62	-4.27	-3.05	-2.23	-1.55	-.978	-.468	-.026	.45	.858	1.3	1.74	2.15	2.62	3.06	3.57	4.15	4.83	5.65	6.87	9.22
21/I-25/I	-5.72	-3.58	-2.46	-1.72	-1.10	-.577	-.112	.291	.725	1.09	1.5	1.90	2.27	2.70	3.11	3.57	4.10	4.72	5.46	6.58	8.72
26/I-30/I	-4.58	-2.60	-1.57	-.884	-.310	.177	.607	.980	1.38	1.72	2.1	2.47	2.81	3.21	3.59	4.02	4.51	5.08	5.77	6.80	8.78
31/I-4/I	-4.85	-2.85	-1.81	-1.11	-.536	-.043	.392	.769	1.17	1.52	1.9	2.27	2.62	3.03	3.40	3.84	4.33	4.91	5.61	6.65	8.65
5/I-9/I	-4.25	-2.25	-1.21	-.516	-.064	.557	.992	1.36	1.77	2.12	2.5	2.87	3.22	3.63	4.00	4.44	4.93	5.51	6.21	7.25	9.25
10/I-14/I	-7.58	-4.89	-3.49	-2.55	-1.77	-1.11	-.528	-.021	.525	.993	1.5	2.00	2.47	3.02	3.52	4.11	4.77	5.55	6.49	7.89	10.5
15/I-19/I	-6.28	-4.01	-2.82	-2.03	-1.37	-.811	-.316	.113	.575	.971	1.4	1.82	2.22	2.68	3.11	3.61	4.17	4.83	5.62	6.81	9.08
20/I-24/I	-4.49	-2.42	-1.34	-.62	-.02	.49	.94	1.33	1.75	2.11	2.5	2.89	3.25	3.67	4.06	4.51	5.02	5.62	6.34	7.42	9.49
25/I-1/II	-5.12	-2.77	-1.55	-.736	-.056	.522	1.03	1.47	1.95	2.35	2.8	3.24	3.65	4.12	4.56	5.07	5.65	6.33	7.15	8.37	10.7
2/II-6/II	-3.42	-1.49	-.484	-.188	.748	1.22	1.64	2.00	2.4	2.73	3.1	3.46	3.8	4.19	4.55	4.97	5.45	6.01	6.68	7.69	9.62
7/II-11/II	-4.92	-2.57	-1.35	-.536	.144	.722	1.23	1.67	2.15	2.55	3.0	3.44	3.85	4.32	4.76	5.27	5.85	6.53	7.35	8.57	10.9
12/II-16/II	-3.62	-1.48	-.368	.376	.996	1.52	1.98	2.39	2.82	3.19	3.6	4.00	4.37	4.80	5.21	5.67	6.20	6.82	7.56	8.68	10.8
17/II-21/II	-2.02	-.178	-.782	1.42	1.95	2.41	2.81	3.15	3.53	3.85	4.2	4.54	4.86	5.24	5.58	5.98	6.44	6.97	7.61	8.57	10.4
22/II-26/II	-1.19	.672	1.64	2.29	2.83	3.29	3.69	4.04	4.42	4.74	5.1	5.45	5.77	6.15	6.50	6.90	7.36	7.90	8.55	9.52	11.3
27/II-3/III	-1.62	.308	1.31	1.98	2.54	3.02	3.44	3.80	4.2	4.53	4.9	5.26	5.6	5.99	6.35	6.77	7.25	7.81	8.48	9.49	11.4
1/IV-5/IV	-1.92	1.46	2.32	2.90	3.38	3.79	4.15	4.46	4.8	5.08	5.4	5.71	6.0	6.33	6.64	7.00	7.41	7.89	8.47	9.33	10.9
6/IV-10/IV	-1.32	.816	1.93	2.67	3.29	3.82	4.28	4.69	5.12	5.49	5.9	6.30	6.67	7.10	7.51	7.97	8.50	9.12	9.86	10.9	13.1
11/IV-15/IV	-7.03	1.31	2.36	3.06	3.64	4.14	4.58	4.96	5.37	5.72	6.1	6.47	6.83	7.23	7.61	8.05	8.55	9.13	9.83	10.8	12.9
16/IV-20/IV	.715	2.60	3.59	4.25	4.79	5.26	5.67	6.03	6.41	6.74	7.1	7.45	7.78	8.16	8.52	8.93	9.40	9.94	10.6	11.5	13.4
21/IV-25/IV	1.12	2.95	3.90	4.54	5.07	5.52	5.92	6.26	6.63	6.95	7.3	7.64	7.96	8.33	8.67	9.07	9.52	10.0	10.6	11.6	13.4
26/IV-30/IV	.41	2.48	3.56	4.28	4.88	5.39	5.84	6.23	6.65	7.01	7.4	7.79	8.15	8.57	8.96	9.41	9.92	10.5	11.2	12.3	14.3
1/V-5/V	2.74	4.32	5.15	5.70	6.16	6.65	7.00	7.20	7.52	7.80	8.1	8.39	8.67	8.99	9.29	9.64	10.0	10.4	11.0	11.8	13.4
6/V-10/V	1.32	3.36	4.42	5.13	5.72	6.22	6.66	7.04	7.46	7.81	8.2	8.58	8.93	9.35	9.73	10.1	10.6	11.2	11.9	13.0	15.0
11/V-15/V	2.51	4.78	5.97	6.76	7.42	7.98	8.48	8.91	9.37	9.77	10.2	10.6	11.0	11.4	11.9	12.4	12.9	13.6	14.4	15.6	17.8
16/V-20/V	4.14	6.14	7.18	7.88	8.46	8.95	9.39	9.76	10.1	10.5	10.9	11.2	11.6	12.0	12.4	12.8	13.3	13.9	14.6	15.6	17.6
21/V-25/V	5.24	7.03	7.97	8.59	9.11	9.55	9.94	10.2	10.6	10.9	11.3	11.6	11.9	12.3	12.6	13.0	13.4	14.0	14.6	15.5	17.3
26/V-30/V	5.40	7.27	8.24	8.89	9.43	9.89	10.2	10.6	11.0	11.3	11.7	12.0	12.3	12.7	13.1	13.5	13.9	14.5	15.1	16.1	17.9
31/V-4/VI	7.30	9.17	10.1	10.7	11.3	11.7	12.1	12.5	12.9	13.2	13.6	13.9	14.2	14.6	15.0	15.4	15.8	16.4	17.0	18.0	19.8
5/VI-9/VI	6.24	8.45	9.60	10.3	11.0	11.5	12.0	12.4	12.9	13.2	13.7	14.1	14.5	14.9	15.3	15.8	16.3	17.0	17.7	18.9	21.1
10/VI-14/VI	6.74	8.95	10.1	10.8	11.5	12.0	12.5	12.9	13.4	13.7	14.2	14.6	15.0	15.4	15.8	16.3	16.8	17.5	18.2	19.4	21.6
15/VI-19/VI	7.14	9.35	10.5	11.2	11.9	12.4	12.9	13.3	13.8	14.1	14.6	15.0	15.4	15.8	16.2	16.7	17.2	17.9	18.6	19.8	22.0
20/VI-24/VI	8.67	10.6	11.6	12.2	12.8	13.3	13.7	14.1	14.5	14.8	15.2	15.5	15.9	16.2	16.6	17.0	17.5	18.1	18.7	19.7	21.7
25/VI-29/VI	8.61	10.8	12.0	12.8	13.5	14.0	14.5	15.0	15.4	15.8	16.3	16.7	17.1	17.5	18.0	18.5	19.0	19.7	20.5	21.7	23.9
30/VI-4/VII	8.94	11.1	12.3	13.0	13.7	14.2	14.7	15.1	15.6	15.9	16.4	16.8	17.2	17.6	18.0	18.5	19.0	19.7	20.4	21.6	23.8
5/VII-9/VII	10.1	12.3	13.4	14.2	14.8	15.3	15.8	16.2	16.7	17.0	17.5	17.9	18.2	18.7	19.1	19.6	20.1	20.7	21.5	22.6	24.8
10/VII-14/VII	10.8	13.2	14.4	15.2	15.9	16.5	17.0	17.4	17.9	18.3	18.8	19.2	19.6	20.1	20.5	21.0	21.6	22.3	23.1	24.3	26.7
15/VII-19/VII	10.3	12.5	13.7	14.5	15.2	15.7	16.2	16.7	17.1	17.5	18.0	18.4	18.8	19.2	19.7	20.2	20.7	21.4	22.2	23.4	25.6
20/VII-24/VII	11.6	13.5	14.6	15.2	15.8	16.3	16.7	17.1	17.4	17.8	18.2	18.5	18.9	19.2	19.6	20.0	20.5	21.1	21.7	22.8	24.7
25/VII-29/VII	11.8	13.8	14.8	15.4	16.0	16.5	16.9	17.3	17.7	18.0	18.4	18.7	19.1	19.4	19.8	20.2	20.7	21.3	21.9	22.9	24.9
30/VII-3/VIII	10.3	12.5	13.7	14.5	15.2	15.7	16.2	16.7	17.1	17.5	18.0	18.4	18.8	19.2	19.7	20.2	20.7	21.4	22.2	23.4	25.6
4/VIII-8/VIII	10.7	12.9	14.1	14.9	15.6	16.1	16.6	17.1	17.5	17.9	18.4	18.8	19.2	19.6	20.1	20.6	21.1	21.8	22.6	23.8	26.0
9/VIII-13/VIII	10.8	13.0	14.1	14.9	15.5	16.0	16.5	16.9	17.4	17.7	18.2	18.6	18.9	19.4	19.8	20.3	20.8	21.4	22.2	23.3	25.5
14/VIII-18/VIII	11.3	13.3	14.4	15.1	15.7	16.2	16.7	17.1	17.5	17.9	18.3	18.6	19.0	19.4	19.8	20.3	20.8	21.4	22.1	23.2	25.2
19/VIII-23/VIII	9.71	11.9	13.1	13.9	14.6	15.1	15.6	16.1	16.5	16.9	17.4	17.8	18.2	18.6	19.1	19.6	20.1	20.8	21.6	22.8	25.0
24/VIII-28/VIII	10.2	11.8	12.7	13.3	13.7	14.1	14.5	14.8	15.2	15.4	15.8	16.1	16.4	16.7	17.0	17.4	17.8	18.2	18.8	19.7	21.3
29/VIII-2/IX	9.47	11.2	12.1	12.7	13.2	13.6	14.0	14.3	14.6	14.9	15.3	15.6	15.9	16.2	16.6	16.9	17.4	17.9	18.5	19.4	21.1
3/IX-7/IX	10.0	11.6	12.4	13.0	13.4	13.8	14.2	14.5	14.8	15.1	15.4	15.6	15.9	16.2	16.5	16.9	17.3	17.7	18.3	19.1	20.7
8/IX-12/IX	8.54	10.5	11.5	12.2	12.8	13.3	13.7	14.1	14.5	14.9	15.3	15.6	16.0	16.4	16.8	17.2	17.7	18.3	19.0	20.0	22.0
13/IX-17/IX	6.27	8.62	9.84	10.6	11.3	11.9	12.4	12.8	13.3	13.7	14.2	14.6	15.0	15.5	15.9	16.4	17.0	17.7	18.5	19.7	22.1
18/IX-22/IX	5.94	8.15	9.30	10.0	10.7	11.2	11.7	12.1	12.6	12.9	13.4	13.8	14.2	14.6	15.0	15.5	16.0	16.7	17.4	18.6	20.8
23/IX-27/IX	5.54	7.75	8.90	9.67	10.3	10.8	11.3	11.7	12.2	12.5	13.0	13.4	13.8	14.2	14.6	15.1	15.6	16.3	17.0	18.2	20.4
28/IX-2/X	5.07	7.21	8.33	9.07	9.69	10.2	10.6	11.1	11.5	11.8	12.3	12.7	13.0	13.5	13.9	14.4	14.9	15.5	16.2	17.3	19.5
3/X-7/X	4.17	6.31	7.43	8.17	8.79	9.32	9.78	10.1	10.6	10.9	11.4	11.8	12.1	12.6	13.0	13.4	14.0	14.6	15.3	16.4	18.6
8/X-12/X	3.97	5.90	6.91	7.58	8.14	8.62	9.04	9.40	9.8	10.1	10.5	10.8	11.2	11.5	11.9	12.3	12.8	13.4	14.0	15.0	17.0
13/X-17/X	3.09	4.99	5.98	6.64	7.19	7.65	8.07	8.42	8.81	9.14	9.5	9.85	10.1	10.5	10.9	11.3	11.8	12.3	13.0	14.0	15.9
18/X-22/X	1.61	3.68	4.76	5.48	6.08	6.59	7.04	7.43	7.85	8.21	8.6	8.99	9.35	9.77	10.1	10.6	11.1	11.7			

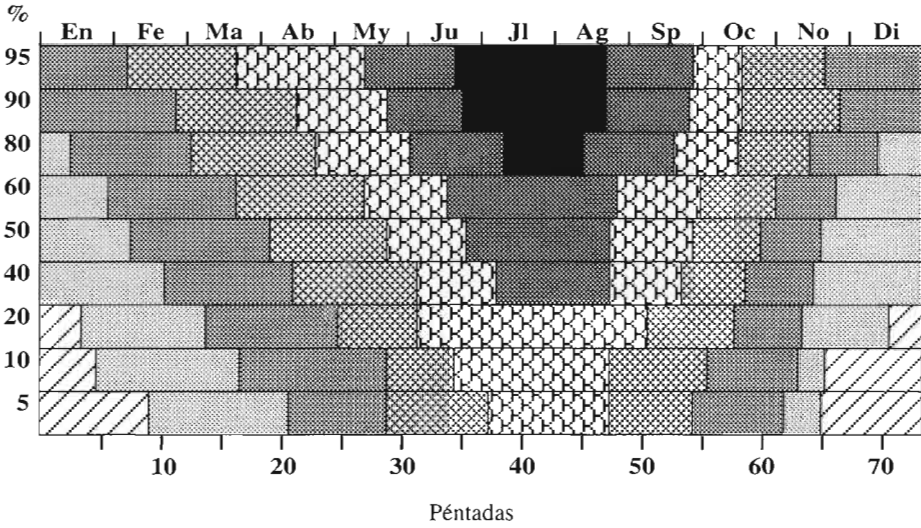


Fig. 3. Temperaturas máximas pentádicas de Sariñena que no pueden ser superadas con varios niveles de probabilidad.

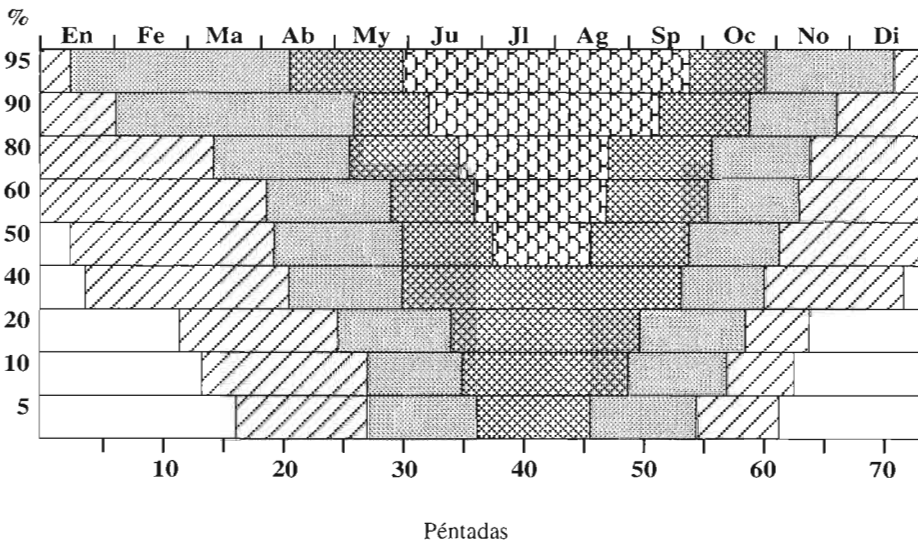


Fig. 4. Temperaturas mínimas pentádicas de Sariñena que no pueden ser superadas con varios niveles de probabilidad.



nuestro. Vemos, sin embargo, que las variaciones experimentadas por las temperaturas máximas y mínimas diarias de unos años a otros pueden alcanzar amplitudes importantes respecto a la media, que en este caso está representada por las temperaturas esperadas en un 50% de los años.

La parte superior de los gráficos corresponde al límite más alto que pueden alcanzar las temperaturas máximas y mínimas; sólo en un 5% de los años estos umbrales pueden ser superados. En el otro extremo de los gráficos vienen representadas las temperaturas más bajas alcanzadas, ya que el 95% de los valores registrados está siempre por encima de ellas. Igualmente, un 5% de los años las temperaturas máximas o mínimas podrán ser inferiores.

Los gráficos nos permiten valorar la disponibilidad térmica del área analizada y en cada momento del año, de manera que podemos conocer las temperaturas esperadas por encima de un nivel determinado de probabilidad. Claro que para precisar mejor la temperatura exacta en un momento del año y con un grado de probabilidad dado será necesario consultar los datos de las tablas I y II.

Una importante aplicación de esta información será la determinación de las fechas en las que con una probabilidad dada se verifiquen las condiciones térmicas mínimas imprescindibles para la germinación de las semillas de un cultivo, así como para la consecución de otras fases de desarrollo de los cultivos que requieren unos niveles térmicos determinados. Asimismo, es posible conocer el momento y la probabilidad con los que se sobrepasen ciertos umbrales térmicos adversos para el desarrollo de los cultivos.

Los resultados obtenidos del análisis de las integrales térmicas o suma de grados-día se reflejan en la tabla III, así como en las figuras 5 y 6. Vemos cómo el fondo de la depresión de Sariñena registra unos altos valores de temperatura acumulada, caracterizados por una importante variabilidad interanual, con diferencias de 1200° entre el año que registró el valor máximo y el año con la integral térmica más baja.

El valor medio de la integral térmica para el umbral de 0° es de 5289°. Los años en los que la suma de temperaturas ha sido más baja, esta ha alcanzado siempre valores superiores a 4700°, pero en ninguna ocasión se han superado los 6000° acumulados.

Con el umbral de 5° el total de grados-día que normalmente se registra en Sariñena es de 3536°. Como mínimo se superan siempre los 2900°, mientras que en el otro extremo la integral máxima alcanzada ha sido de 4124°.

SARIÑENA	0°			5°			10°			15°		
	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
Noviembre I	86	105	106	36	72	56	0	16	6	0	0	0
Noviembre II	129	191	235	36	118	135	0	16	35	0	0	0
Noviembre III	173	230	337	36	164	187	0	16	37	0	0	0
Diciembre I	239	291	408	52	166	208	0	16	37	0	0	0
Diciembre II	271	354	497	52	166	247	0	16	37	0	0	0
Diciembre III	331	405	565	57	166	260	0	16	37	0	0	0
Enero I	376	449	633	57	166	278	0	16	37	0	0	0
Enero II	426	519	660	57	169	278	0	16	37	0	0	0
Enero III	463	593	760	57	211	323	0	16	37	0	0	0
Febrero I	511	687	871	57	217	384	0	16	48	0	0	0
Febrero II	573	755	943	69	254	406	0	16	48	0	0	0
Febrero III	642	799	1002	98	296	425	0	16	48	0	0	0
Marzo I	724	902	1144	130	296	517	0	16	90	0	0	0
Marzo II	817	1005	1243	173	336	566	0	27	90	0	0	0
Marzo III	957	1123	1362	258	380	630	29	27	98	0	0	0
Abril I	1101	1222	1497	352	457	715	73	44	133	0	0	0
Abril II	1208	1347	1658	409	571	826	80	57	194	0	0	0
Abril III	1313	1477	1837	464	666	955	85	86	273	0	0	0
Mayo I	1459	1611	2007	560	774	1075	131	149	343	0	0	27
Mayo II	1593	1800	2165	644	898	1183	165	216	401	0	39	113
Mayo III	1805	2005	2378	801	1023	1341	268	290	505	47	79	179
Junio I	1997	2216	2592	943	1176	1505	360	438	619	89	140	227
Junio II	2180	2423	2797	1076	1311	1660	443	548	724	122	197	311
Junio III	2400	2665	3059	1246	1510	1872	563	644	886	192	289	428
Julio I	2640	2909	3344	1436	1705	2107	703	779	1071	282	383	538
Julio II	2811	3159	3601	1557	1933	2314	774	968	1228	303	483	637
Julio III	3105	3451	3854	1796	2160	2512	957	1174	1371	432	610	766
Agosto I	3326	3711	4110	1967	2360	2718	1078	1311	1527	503	720	894
Agosto II	3548	3939	4404	2139	2570	2962	1200	1448	1721	575	798	1022
Agosto III	3782	4176	4674	2318	2746	3177	1325	1578	1880	644	870	1120
Septiembre I	3965	4410	4923	2451	2919	3376	1408	1708	2029	677	954	1208
Septiembre II	4115	4645	5173	2551	3061	3576	1458	1801	2179	677	1039	1290
Septiembre III	4279	4814	5393	2665	3202	3746	1522	1935	2299	691	1058	1337
Octubre I	4451	5004	5603	2787	3330	3906	1594	2033	2409	713	1098	1398
Octubre II	4591	5155	5783	2877	3438	4036	1634	2084	2489	713	1099	1427
Octubre III	4728	5289	5926	2958	3536	4124	1660	2106	2522	713	1099	1427

Tabla III. Valores decádicos mínimos, medios y máximos de grados-día acumulados en Sariñena entre noviembre y octubre.

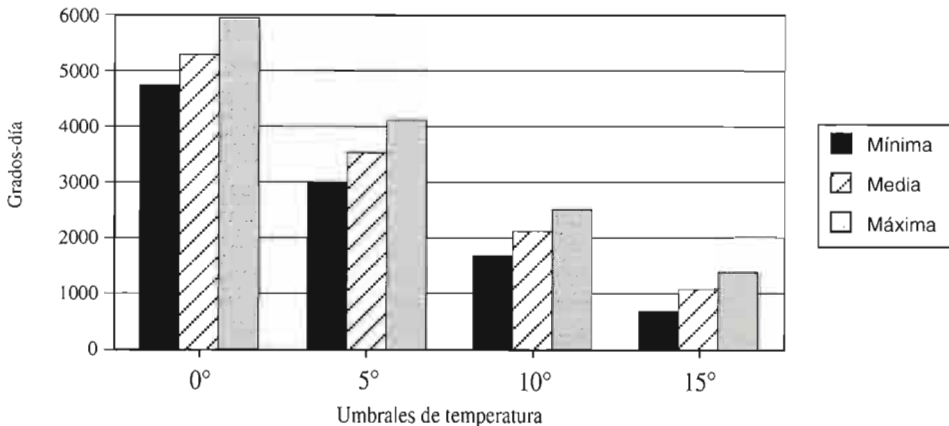


Fig. 5. Integral térmica anual mínima, media y máxima para cuatro umbrales de temperatura en Sariñena.

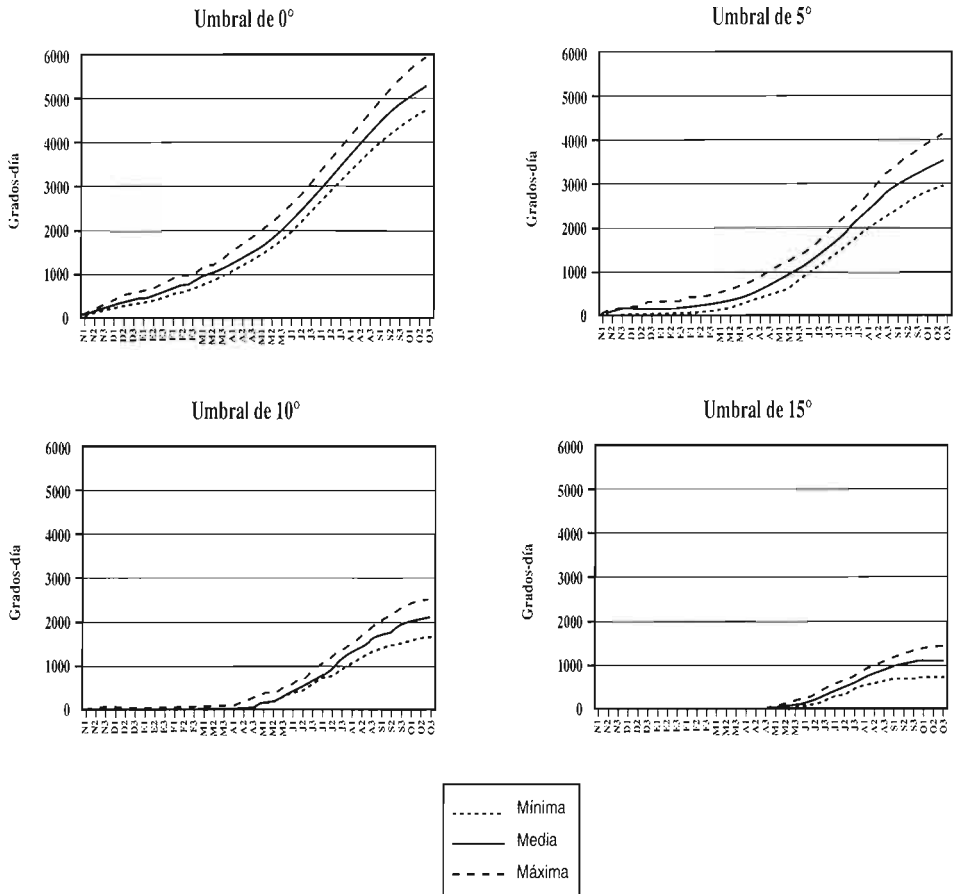


Fig. 6. Valores acumulados mínimos, medios y máximos de grados-día en Sariñena.

Restando 10° a las temperaturas medias diarias la suma de temperatura acumulada se sitúa en 2100° . Los años en los que la suma de temperaturas ha sido más baja superan siempre los 1650° . Sin embargo, en ninguno de los años de la serie analizada se han rebasado los 2600° .

Finalmente se ha calculado la integral térmica con un umbral de 15° . El valor medio es de 1100° . El valor mínimo registrado es de 713, mientras que el máximo se sitúa por encima de los 1400° .

En la figura 6 vienen representados los grados-día acumulados a lo largo de las 36 décadas correspondientes a los años agrícolas que han registrado el valor

máximo, el mínimo y el que más se aproxima al valor medio. En el gráfico correspondiente al umbral de 0° la acumulación de temperaturas es constante desde el comienzo del año, si bien es a partir de finales de abril cuando el aumento de la integral térmica es más rápido, hasta llegar a los 5000° a comienzos de octubre, en que el ritmo vuelve a descender.

En las curvas de temperaturas acumuladas con un umbral de 5°, durante los primeros seis meses la suma de grados-día es muy lenta e incluso se ve interrumpida entre la primera década de diciembre y la segunda de febrero. A partir de mayo es cuando la integral térmica se incrementa en gran medida; alcanza los 3000° a mediados de septiembre, mes a partir del cual la suma de temperatura se hace más lenta.

Si consideramos el umbral de 10° la acumulación de temperaturas no comienza hasta la última década de marzo. A finales de septiembre la suma ha alcanzado los 2000°, a diferencia del caso anterior, en que, para las mismas fechas, se habían acumulado ya más de 3000°.

Por último, la suma de temperaturas a partir de un umbral de 15° se retrasa hasta comienzos de mayo, con una lenta acumulación de grados-día hasta la finalización del año agrícola.

El análisis del número total de horas acumuladas entre octubre y febrero por debajo del umbral de 7° ha puesto de manifiesto de nuevo una importante variabilidad interanual, como se refleja en los valores siguientes correspondientes a los cuartiles de la serie de 30 años analizada:

1%	25%	50%	75%	100%
1180	1395	1527	1784	1999

Vemos cómo, mientras el valor medio es de 1527 horas-frío, en los años con menor cantidad de frío acumulada se alcanzan siempre valores superiores a 1180 horas, si bien ningún año de la serie ha superado las 2000 horas-frío acumuladas.

Como podemos comprobar en la tabla IV y en la figura 7, la acumulación de horas-frío se inicia ya en la última década de octubre, para ascender rápidamente hasta la finalización del mes de febrero. Las curvas que representan el número mínimo y máximo de horas-frío acumuladas muestran los límites inferior y superior entre los que se mueve dicha acumulación; el año medio se halla más cercano al límite superior.

DÉCADAS	SARIÑENA		
	Mín.	Med.	Máx.
Octubre I	0	0	0
Octubre II	0	0	0
Octubre III	22	68	6
Noviembre I	65	125	86
Noviembre II	139	209	222
Noviembre III	186	371	416
Diciembre I	265	524	592
Diciembre II	400	680	697
Diciembre III	520	858	934
Enero I	624	1012	1058
Enero II	745	1118	1255
Enero III	841	1218	1423
Febrero I	939	1315	1679
Febrero II	1046	1425	1810
Febrero III	1180	1527	1999

Tabla IV. Valores decádicos mínimos, medios y máximos de horas-frío acumuladas en Sariñena entre octubre y febrero.

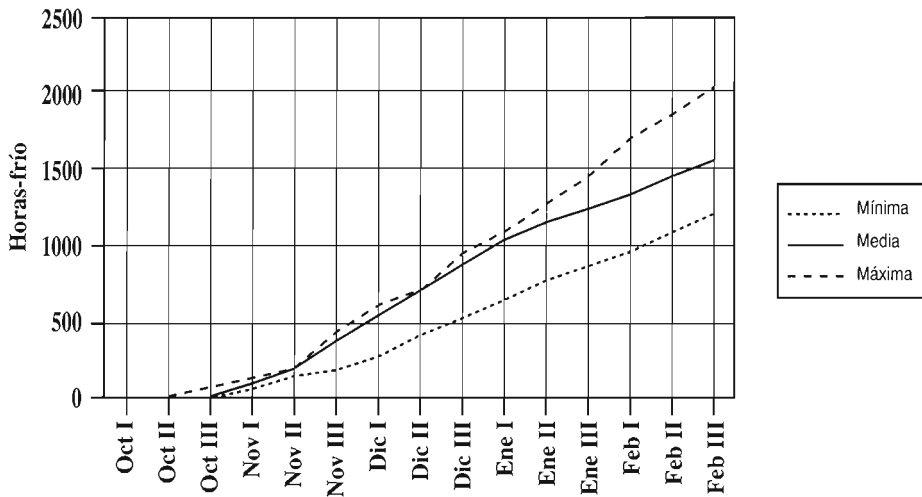


Fig. 7. Acumulación decádica mínima, media y máxima de horas-frío en Sariñena.

CONCLUSIONES

El fondo de la depresión de Sariñena presenta una elevada disponibilidad térmica que le confiere un gran potencial de cara al cultivo de buen número de especies y variedades. Sin embargo, hemos encontrado que tanto las temperaturas máximas como las mínimas registran una alta variabilidad intera-

nual a lo largo de todo el año, lo que hace muy adecuadas unas tablas de probabilidad para conocer cuáles son los niveles térmicos más esperados en cada momento del año.

También hemos comprobado la ventaja de utilizar períodos inferiores al mes (péntada y década) a la hora de analizar el ritmo de las temperaturas, pues desvelan claramente las importantes variaciones de estas entre una péntada y otra, que quedan diluidas al utilizar períodos más amplios.

Como consecuencia de esa elevada variabilidad interanual de las temperaturas, las integrales térmicas, así como la acumulación de horas-frío, presentan igualmente una importante oscilación entre unos años y otros. A pesar de ello los valores obtenidos de grados-día y horas-frío acumulados satisfacen de forma óptima la mayoría de los años las necesidades de los cultivos más extendidos en la zona de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- ARON, R. A., 1983. Availability of chilling temperatures in California. *Agricultural Meteorology*, 28: 351-363. Amsterdam.
- BAIER, W. y RUSSELO, D. A., 1968. A computer program for estimating risk of frost occurrence. *Publ. Agromet. Sect. Plant Inst. Co. Dpt. Agriculture*. Ottawa.
- BROWN, D. M., 1969. Heat unit for corn in southern Ontario. *Ontario Dep. Agr. Food Info. Leaflet*, 111, 31, 1-4.
- CASTELLÓ PUIG, A., 1984. Usos del suelo en la comarca de los Monegros. *Argensola*, 98: 231-267. Huesca.
- GARCÍA SANJUÁN, J. y GARCÍA DE PEDRAZA, L., 1974. Primera contribución al estudio de temperaturas acumuladas en Murcia. *Coloquio sobre problemas de Meteorología Agrícola*. Madrid.
- GIL-ALBERT, F., 1986. *La ecología del árbol frutal*. Serie Técnica. M.A.P.A. 278 pp.
- GILMORE, E. C. y ROGERS, J. S., 1958. Heat units as a method of measuring maturity. *Corn. Agron. J.*, 50: 611-615.
- LÓPEZ BONILLO, D., 1988. *Los climas de Tarragona y sus repercusiones agrícolas*. Diputación de Tarragona. 475 pp.
- LORENZETTI, M. C. y NARDI, M., 1986. Aspetti microclimatici relativi alla temperatura in una stazione della media valle del Tevere. *Annali della Facoltà di Agraria*, XL: 45-73. Perugia.
- LORENZETTI, M. C. y PANDOLFI, A. M., 1987. Modelli biometeorologici per la soia. *Annali della Facoltà di Agraria*, XLI: 129-144. Perugia.

- MONOTTI, 1977. Clasificazione della precocità di maturazione dei mais ibridi mediante somme termiche. *Annali della Facoltà di Agraria*, XXX: 87-106. Perugia.
- MARTÍ EZPELETA, A., 1992. *La Agroclimatología de los Monegros: alternativas al uso tradicional del secano*. I.E.A., «Serie de Investigación Científica» (microficha), Huesca.
- MARTÍ EZPELETA, A., 1993. *Agroclimatología de los Monegros: estudio de aptitud agrícola en función de los condicionantes climáticos*. Tesis doctoral, Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza, 408 pp. + anexo gráfico y estadístico.
- NEWMAN, J. *et al.*, 1968. Growing degree days. *Crops and Soils*, 21 (3): 9-12.
- O.M.M., 1982. *Guía de prácticas agrometeorológicas*. O.M.M., n.º 134. Ginebra.
- PANDOLFI, A. M. y PITZALIS, M., 1977. Effetto della temperatura sul primo sottoperiodo di alcune varietà di riso. *Ecología Agraria*, 15 (2): 117-128. Perugia.
- PITZALIS, M., 1978. La stagione vegetativa in Umbria. *Ecología Agraria*, 14 (2): 89-120. Perugia.
- PITZALIS, M., 1987. Ore di freddo disponibili, in Umbria, in relazione alla dormienza delle arbores. *Annali della Facoltà di Agraria*, XLI: 67-82. Perugia.
- TABUENCA, C., 1964. Necesidades de frío invernal de variedades de albaricoquero, melocotonero y peral. *An. Est. Exp. Aula Dei*, 4 (3-4): 113-132. Zaragoza.
- TABUENCA, C., 1975. Factores climáticos que influyen en el cultivo frutal. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 7 (2): 21-32. Jaca.
- WEINBERGER, J. H., 1956. Prolongued dormancy trouble in peaches in the southeast in relation to winter temperatures. *J. Amer. Hort. Sci.*, 67: 107-112.

INSECTOS LAPIDÍCOLAS Y DEPRIDADORES EN PASTOS ALTOARAGONESES (PIRINEO DE HUESCA)

Antonio PALANCA SOLER*

Cristina CASTÁN LANASPA*

RESUMEN.—Cuando se leen los estudios relativos al comportamiento de hormigas y carábidos, se observa que la impresión generalizada es que ambos grupos compiten fuertemente por el mismo espacio, atacándose mutuamente, y que el hecho de que domine un grupo u otro en un área determinada depende de los resultados azarosos y fluctuantes de esa lucha continua. En este artículo se intenta demostrar que la proporción entre hormigueros y carábidos en una determinada localidad depende realmente de factores ambientales. También se caracterizan los dominios herbáceos del cervunal altimontano mediante la fauna lapidícola.

ABSTRACT.—When the studies relative to the behaviour of ants and ground-beetles are read, it is observed that the generalized impression is that both groups strongly compete by the same space, attacking mutually, and the fact that a group or other dominates in a certain area depends on the chances and fluctuating results of this continued fight. In this paper we try to prove that the proportion between anthills and ground-beetles in a determinate placing really depends on environmental factors. The mat-grass pastures ("cervunales") dominions are characterized by means of the fauna that live under stones, too.

KEY WORDS.—Ground-beetles, ants, grassland, alpine zoogeography, Aragon (Pyrenees, Spain).

* Laboratorio de Zoología, A. Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias de Vigo. Universidad de Vigo. E-36271 VIGO (Pontevedra).

INTRODUCCIÓN

Desde los primeros estudios realizados por nosotros sobre fauna de lepidópteros y carábidos (PALANCA, 1981, 1987) y sobre la acción de diversos factores climáticos en la corología de especies (PALANCA y otros, 1978, 1980, 1984), hemos venido observando los distintos tipos de incidencia que ejercen determinadas familias de insectos sobre los pastos, dependiendo de la geomorfología y las condiciones climáticas de éstos.

Las poblaciones de insectos fitófagos, pulgones, saltamontes, larvas de mariposas, etc., están de alguna forma controladas por depredadores como carábidos, hormigas, arañas y demás insectívoros.

En este artículo se estudia la corología e interacción de dos grupos importantes de insectos depredadores: formícidos y coleópteros carábidos. Ambos grupos de insectos, junto con los arácnidos, representan una parte importante de la fauna lapidícola de los pastos.

Se puede considerar que el nivel de pastos altimontanos se inicia con la desaparición del bosque de caducifolios propiamente dicho, es decir, en las laderas influidas por la humedad (umbrías incluidas) a partir del final del hayedo, tanto cuando ése da paso a pastos directamente (sucede en el sector oceánico, que es el aquí estudiado) como cuando el abeto se hace frecuente, para convertirse en un bosque de coníferas alternando con *Pinus uncinata*. En el nivel más superior de los pastos altimontanos, pastos sin coníferas, según MONTERRAT (1971) podemos diferenciar con cierta claridad tres tipos: piso alpino verdadero, complejo de pasto seco sobre roca caliza y complejo del cervunal ansotano brumoso, propio del Pirineo atlántico elevado.

Este último tipo, en el que tiene lugar nuestro estudio, es un dominio herbáceo constituido sobre todo por cervunal de *Nardus stricta*; de hecho, se trataría de pastos alpinizados de áreas oceánicas más nivosas y húmedas.

Basándonos en nuestros trabajos anteriores –PALANCA y otros (1978)–, en el presente consideramos tres tipos de áreas térmicas: macrotérmicas, que serían aquellas en las que la radiación anual incidente varía entre la máxima posible según la latitud y dos tercios de la misma (solanas); mesotérmicas, con radiación incidente fluctuando entre dos tercios y un tercio de la máxima posible, y microtérmicas, con radiación incidente fluctuando entre cero y un tercio de la máxima posible (umbrías).

ANTECEDENTES

Los Carábidos parecen ser primariamente carnívoros, como queda expuesto en los trabajos de LENGERKEN (1921), JUNG (1940) y SCHERNEY (1955-59). Así mismo, THIELE (1977) indica que casi todos los tipos de insectos, tanto larvas como adultos, son consumidos por las especies de carábidos. Las preferencias alimenticias de especies capturadas por nosotros son las siguientes:

Poecilus cupreus ingiere al principio de la primavera, según SKUARAVI (1959), dos tercios de materia vegetal y un tercio de materia animal, de la que forman gran parte arañas y hormigas, y en el segundo periodo de actividad del año, cuatro quintas partes de su alimentación son larvas de mariposas, áfidos y chicharras; según THIELE (1977) puede ser criado en el laboratorio durante varias generaciones con una dieta de carne.

Poecilus lepidus es casi completamente carnívoro: come larvas de mariposas, áfidos y hormigas. Tres cuartas partes de la alimentación de *Anchomenus dorsalis* consiste en materia animal, principalmente áfidos, orugas y larvas de cantáridos. *Ophonus rufipes* consume sólo un 50% de material animal (áfidos y hormigas), mientras que sus larvas consumen semillas (BRIGGS, 1965). *Harpalus affinis* es 100% fitófago y el caso contrario se presenta en *Calathus fuscipes*, una especie puramente carnívora en cuya alimentación predominan áfidos, orugas y hormigas.

Según SMITH (1957), *Calathus erratus* come áfidos y hormigas principalmente, aunque su mayor preferencia es por los áfidos.

En la mayoría de los Carábidos se ha encontrado una amplia gama de presas. Por lo que se sabe hasta ahora, sólo en algunos pocos géneros aparece un alto grado de especialización. Así, SCHALLER (1950) observó una concurrencia masiva de un colémbolo coincidiendo con un incremento en el número de *Notiophilus biguttatus*; esto se debe a que su larva está especializada en mayor grado para la captura de colémbolos, según BAUER (1975).

Experimentos realizados por LUFT (1974) con larvas de *Steropus madidus* mostraron que aceptaban una gran variedad de comida, aunque rechazaron totalmente la materia vegetal, a pesar de que los adultos son parcialmente fitófagos.

La mayoría de las especies de carábidos, pues, toman una comida extremadamente variada. Algunas especies de prado consumen una proporción no insign-

nificante de materia vegetal; no obstante, aparte del consumo de carroña, la forma más extendida de nutrición es la depredación. Entre los animales depredados figuran principalmente áfidos, hormigas y larvas de lepidópteros.

En conjunto, la mayoría de las hormigas de Europa tienen tendencia hacia una alimentación omnívora según BERNARD (1968). Las preferencias alimenticias de los géneros capturados por nosotros las exponemos a continuación.

Género *Myrmica*: son principalmente carnívoras y no desdeñan ordeñar frecuentemente a los pulgones. Género *Tetramorium*: insectos omnívoros. Género *Tapinoma*: omnívoros pero prefiriendo los alimentos líquidos y sobre todo la secreción de los homópteros. Género *Formica*: no se interesan por la secreción de los pulgones y atacan principalmente coleópteros y orugas. Género *Camponotus*: omnívoros en general, aunque *C. ligniperda* se alimenta de insectos y detritus. Género *Lasius*: con gran avidez por líquidos azucarados, su nutrición es a expensas de pulgones y cóccidos.

Estudios hechos por KOLBE (1969) revelan que las hormigas pueden, de hecho, ejercer una influencia muy considerable en las poblaciones de carábidos; en la vecindad de los hormigueros hay un decrecimiento brusco en el número de especies e individuos de carábidos, mientras que otros coleópteros moradores del suelo no se ven tan afectados. Investigaciones posteriores del mismo autor (1969) muestran que los carábidos son atacados y perjudicados gravemente por las hormigas, lo que significa que la correlación negativa entre la frecuencia de hormigas y la de carábidos se debe a una causa real.

THIELE (1977) indica que las hormigas juegan también un significativo papel negativo debido a su concurrencia en grandes masas (bajo las piedras por ejemplo), molestando y haciendo volar a otros insectos. La reducción en el número de especies y de individuos cerca de los hormigueros no se debe necesariamente sólo a la depredación. Según KAJAK, BREYMEYER, PETAL y OLECHOWICZ (1972) las hormigas pueden ser consideradas como uno de los invertebrados depredadores más efectivos. Entre sus presas no sólo hay herbívoros, sino también saprófagos y artrópodos depredadores (arañas, dípteros, etc.).

MATERIAL Y MÉTODOS

Áreas de muestreo y recolección de material: durante los meses de julio y agosto de 1978 se muestrearon tres grandes áreas del Pirineo aragonés. En cada una de

ellas se levantó sistemáticamente y a lo largo de varios transectos un centenar de piedras, capturándose todos los ejemplares de Carábidos encontrados y varios ejemplares de Formícidos por hormiguelo encontrado. Las áreas muestreadas fueron:

a) Transecto Zuriza-Guarrinza. El valle del Veral o de Ansó, en cuya cabecera se encuentra Zuriza, es el más occidental de los valles transversales aragoneses. En su parte más oriental el valle está limitado por el contrafuerte calcáreo de Chipeta (2.175 m S/M) y Petraficha (2.149 m S/M). En éste se encuentra el collado de Tortiella (1.921 m S/M), cambio de vertiente entre el valle del Veral y el del Aragón Subordán (Guarrinza).

En este transecto se citan los siguientes puntos de muestreo:

Zuriza: se encuentra en la parte occidental del valle, sobre aluviones y glaciares, en la confluencia de los barrancos de Petraficha y Petrechema, que dan origen al río Veral. 1.200 m S/M. 30TXN7948. Área mesotérmica. Fondo de valle. Calizas.

Prados norte: encima del barranco de Petraficha. Ladera de pendiente débil. 1.500 m S/M. 30TXN8047. Área mesotérmica. Ladera. Calizas.

Pinaré I: situado al oeste de la Carena Quimboa. 1.700 m S/M. 30TXN8048. Área macrotérmica. Ladera. Calizas.

Collado de Tortiella: en este collado cambia la vertiente entre Zuriza y Guarrinza. 1.800-1.900 m S/M. 30TXN8246. Área mesotérmica. Ladera. Calizas.

Petraforca: ladera del pico de 2.391 m de altitud situado al este de la sierra de Alano. 2.100-2.300 m S/M. 30TXN8343. Área mesotérmica. Ladera. Calizas.

b) Transecto Canal Roya-valle de Tena, en el que se citan los siguientes puntos de muestreo:

Lagos de Anayet: Anayet es un monte de 2.500 m de altitud situado entre las cabeceras de las cuencas del Aragón y del Gállego. 2.200 m S/M. 30TYN0939. Área mesotérmica. Llano junto a ibón. Andesitas.

Las Arroyetas: en la ladera sur de Anayet. 2.100-2.300 m S/M. 30TYN0738. Áreas macrotérmicas. Ladera. Andesitas.

Valle de Tena: valle recorrido por el río Gállego. El muestreo se realizó en la cabecera del valle. 1.700 m S/M. 30TYN1241. Área macrotérmica. Ladera. Esquistos.

c) Ibón de Piedrafita, situado al pie de peña Telera, en el valle de Tena, a 1.600 m S/M. 30TYN1630. Área mesotérmica. Llano junto a ibón. Calizas. En esta localidad se ha muestreado por un lado el área comprendida entre los niveles de agua mínimo y máximo, en el momento en que éste era mínimo, y por otro los niveles inmediatamente superiores, a los que no llega el agua en ninguna ocasión.

El material recolectado se fijó en alcohol al 75% y se etiquetó convenientemente para su estudio posterior.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La igualdad de varianzas en un grupo de muestras es un requisito previo importante para varias pruebas estadísticas. Para comprobar la homogeneidad de las mismas se utilizó el test de Bartlett (SOKAL & ROHLF, 1981). Las diferencias estadísticas entre las medias fueron determinadas por medio del análisis de la varianza. Como los datos originales no presentaban homocedasticidad se les aplicó una transformación angular.

Para comparar la estructura de las poblaciones muestreadas y ver cómo varían en el espacio se han utilizado los índices de diversidad de Shannon y de Margalef. Como las diversidades dependen a la vez de las frecuencias relativas de las especies y del número de éstas, que puede variar mucho de una población a otra, las comparaciones se realizan por intermedio de la equitatividad, que se define como la relación entre la diversidad real y la diversidad máxima (DAGET, 1976).

Para caracterizar el conjunto de insectos lapidícolas de los pastos estudiados, hemos ajustado un modelo log-lineal de Motomura (DAGET, 1976) a la distribución global de abundancias, comprobando el correcto grado de ajuste mediante el coeficiente de correlación de Bravais-Pearson y el test de la *ji-cuadrado*. También se comparan las distintas poblaciones mediante el número m , llamado constante del medio de Motomura, que es el antilogaritmo de la pendiente de la recta.

Para estudiar la correlación y el grado de relación que hay entre hormigas y carábidos se han utilizado el coeficiente de contingencia C y la *ji-cuadrado* (CALVO, 1978), aplicados sobre una tabla de contingencia en la que se representan los porcentajes de cada uno de los grupos en las diversas áreas muestreadas.

Para conocer la similitud entre las diversas áreas muestreadas se ha partido de una matriz de correlación y, dada la frecuencia con que aparecen ceros en los datos, hemos recurrido a utilizar el coeficiente de correlación de rangos de Spearman. A partir de la matriz obtenida construimos un dendrograma utilizando el método mínimo (SNEATH y SOKAL, 1973) y el algoritmo general de la clasificación ascendente jerárquica (DIDAY y otros, 1982).

RESULTADOS

Se han capturado e identificado 24 especies de carábidos y 14 de formícidos, que a continuación se exponen:

Carábidos: el orden taxonómico es el seguido por JEANNEL (1941-42): *Cechenus (Iniopachys) pyrenaeus* (SERVILLE, 1821); *Nebria (s. str.) lafresnayei* SERVILLE, 1821; *Notiophilus pusillus* G. R. WATERHOUSE, 1833; *Peryphus (Omoperyphus) hypocrita* DEJEAN, 1831; *Peryphus (s. str.) testaceus* (DUFTSCHMID, 1812); *Peryphus (s. str.) andreae* (FABRICIUS, 1787); *Peryphus (Testidiolum) pyrenaeus* DEJEAN, 1831; *Princidium (testedium) bipunctatum* (LINNEO, 1761); *Ophonus (Pseudophonus rufipes* DE GEER, 1774); *Harpalus (s. str.) affinis* (SCHRANK, 1781); *Poecilus (s. str.) cupreus* (LINNEO, 1758); *Poecilus (Parapoecilus) lepidus* (LESKE, 1785); *Steropus (s. str.) madidus* (FABRICIUS, 1775); *Pterostichus (Lianoe) dufouri* DEJEAN, 1828; *Calathus (s. str.) melanocephalus* (LINNEO, 1758); *Calathus (s. str.) erratus* C. R. SAHLBERG, 1827; *Calathus (s. str.) fuscipes* (GOEZE, 1777); *Agonum (s. str.) marginatum* (LINNEO, 1758); *Agonum (s. str.) mulleri* (HERBST, 1784); *Amara (s. str.) aenea* (DE GEER, 1774); *Percosia (s. str.) equestris* (DUFTSCHMID, 1812); *Cyrtonotus (s. str.) aulicus* (PANZER, 1797); *Pelor (Iberozabrus) obesus* SERVILLE, 1821; *Cymindis (s. str.) humeralis* (FOURCROY, 1785).

Formícidos: el orden taxonómico es el seguido por BERNARD (1968): *Myrmica scabrinodis* (NYL, 1846); *Myrmica sabuleti* MEINERT, 1860; *Myrmica rubra* (LINNEO, 1758); *Myrmica sulcinodis* NYL, 1846; *Tetramorium caespitum* (LINNEO, 1758); *Tapinoma erraticum* (LATREILLE, 1798); *Formica lemani* BONDROIT, 1917; *Formica rufibarbis* FABRICIUS, 1794; *Formica sanguinea* LATREILLE, 1789; *Camponotus ligniperda* (LATREILLE, 1802); *Lasius niger* (LINNEO, 1758); *Lasius alienus* (FOERSTER, 1850); *Lasius flavus* (FABRICIUS, 1781); *Lasius umbratus* (NYL, 1846).

La distribución de estas especies y el número de capturas se exponen en las tablas I, II y III.

En el análisis simple de la varianza de los datos transformados angularmente, se ha fijado la hipótesis de que no existe una diferencia significativa entre las medias cuadráticas, obteniendo una razón crítica F de 0,183. Siendo $F_{0,05(9,370)} = 1,920$ y $F_{0,01(9,370)} = 2,500$, no puede decirse que las medias presenten una diferencia significativamente distinta.

Tomando como base una tabla de contingencia 2×10 , en la que se representan los porcentajes del número de carábidos y de hormigueros en cada una de las

áreas muestreadas, hemos obtenido un coeficiente de contingencia C igual a 0,70 y una *ji-cuadrado* igual a 996,90, que para 9 grados de libertad corresponde a una probabilidad menor del 0,001. Atendiendo a estos valores, podemos afirmar que hay relación entre los dos conjuntos de atributos.

DISCUSIÓN

La forma en que los individuos están repartidos entre las diferentes especies queda reflejada en los índices de diversidad; no obstante, como no hay representación en todas las áreas de todas las especies capturadas, utilizaremos la equitatividad –relación entre la diversidad real y la máxima– para hacer una comparación entre áreas. Como avance a esta comparación podemos fijarnos en el análisis de la varianza de los datos, que nos indica que la forma en que los individuos están repartidos entre las diferentes especies es similar en todas las áreas considerándolas en su conjunto; ahora bien, atendiendo al coeficiente de contingencia C , vemos una gran influencia del atributo “localidad” sobre el atributo “familia de insecto”.

Este conjunto queda muy bien definido mediante el modelo log-lineal de Motomura, lo que implica, según INAGAKI (1967), que todos los individuos de todas las especies de esta comunidad lapidícola tienen necesidad para subsistir de una superficie mínima rigurosamente igual; en este caso está claro que el hormiguero funciona como un individuo.

Atendiendo a la equitatividad, podemos agrupar las poblaciones en tres conjuntos: Prados, Anayet y Tortiella, con equitatividades altas; Petraforca, que presenta la más baja, y el resto, con equitatividades intermedias. Considerando que una gran diversidad es expresión de mayor estabilidad, tomaremos Prados, Anayet y Tortiella para hacer una primera comparación: estas tres localidades están situadas en áreas mesotérmicas, a altitudes que varían entre 1.500 y 2.500 m S/M; observamos que la principal diferencia entre ellas en lo que se refiere a la fauna es que las hormigas dominan claramente en terrenos calizos de menor altitud (70 sobre 30), mientras que esta dominancia se invierte en los andesíticos (20 sobre 80). Esta diferencia en cuanto a la fauna podría deberse en un principio a la altitud y el tipo de terreno.

El estudio llevado a cabo sobre la matriz de correlación, que se refleja en el dendrograma de la figura 1, nos permite definir similitudes entre las poblaciones

CARÁBIDOS, ejemplares	Zuriza	Prados	Pinaré	Tortíella	Petraforca
<i>Pelor (Iberoabrus) obesus</i>					22
<i>Poecilus (Parapoecilus) lepidus</i>			4	6	
<i>Calathus (s. str.) fuscipes</i>	4		4		
<i>Peryphus (Testidiolum) pyrenaeus</i>		1			4
<i>Calathus (s. str.) melanocephalus</i>	4				1
<i>Harpalus affinis</i>	1	1			
<i>Agonum (s. str.) mulleri</i>		2			
<i>Notiophilus pusillus</i>	2				
<i>Ophonus (Pseudophonus) rufipes</i>	2				
<i>Calathus (s. str.) erratus</i>	2				
<i>Amara (s. str.) aenea</i>	2				
<i>Cymindis (s. str.) humeralis</i>				1	1
<i>Pterostichus (Lianoe) dufouri</i>					1
<i>Poecilus (s. str.) cupreus</i>		1			
<i>Peryphus (s. str.) testaceus</i>	1				
FORMÍCIDOS, hormigueros					
<i>Tetramorium caespitum</i>	6	1	15	6	4
<i>Lasius flavus</i>	16	2	10	3	1
<i>Formica lemani</i>			3	9	3
<i>Lasius niger</i>	13	2			
<i>Lasius alienus</i>			6	1	1
<i>Tapinoma erraticum</i>	2	2	1		
<i>Myrmica sulcinodis</i>				4	1
<i>Myrmica scabrinodis</i>	2				
<i>Myrmica sabuleti</i>	1		1		
<i>Myrmica rubra</i>		2			
<i>Formica rufibarbis</i>	1				
<i>Formica sanguinea</i>			1		
<i>Lasius umbratus</i>			1		

Tabla I. Resultado de los muestreos realizados en el transecto Zuriza-Guarrinza.

CARÁBIDOS, ejemplares	Arroyetas	Anayet	Tena
<i>Peryphus pyrenaeus</i>	24	3	
<i>Nebria lafresnayei</i>	15	3	
<i>Cechenus pyrenaeus</i>	9	1	
<i>Pterostichus dufouri</i>	6	4	
<i>Calathus melanocephalus</i>		6	
<i>Princidium bipunctatum</i>		5	
<i>Cyrtotus aulicus</i>	1	1	
<i>Peryphus testaceus</i>			1
FORMÍCIDOS, hormigueros			
<i>Formica lemani</i>	4	1	5
<i>Tetramorium caespitum</i>	4		3
<i>Myrmica sulcinodis</i>		5	
<i>Lasius flavus</i>	3		
<i>Lasius alienus</i>	2		1
<i>Lasius niger</i>	1		
<i>Camponotus ligniperdus</i>	1		
<i>Tapinoma erraticum</i>	1		

Tabla II. Resultados de los muestreos realizados en el transecto Canal Roya-valle de Tena.

de las tres localidades anteriormente citadas, que tomamos como punto de referencia, y las restantes.

Junto a Anayet se sitúan Arroyetas y Petraforca, las tres localidades que presentan un porcentaje máximo de carábidos respecto al de hormigueros. Mientras que Anayet y Arroyetas están en terreno andesítico, el de Petraforca es calizo; así pues, sólo la altitud, superior a 2.100 m S/M en los tres casos, es el factor común. Puesto que el resto de las localidades están por debajo de esta altitud, podríamos concluir que es el factor altitud el determinante del tipo de fauna lapidícola.

Prados, Pinaré, Zuriza y Piedrafita seco forman otro grupo de localidades, todas situadas entre 1.200 y 1.700 m S/M; en ellas la relación media entre carábidos y hormigas es de 35/65.

CARÁBIDOS, ejemplares	Área encharcable	Área seca
<i>Agonum mulleri</i>	16	
<i>Calathus melanocephalus</i>		8
<i>Poecilus lepidus</i>	6	2
<i>Calathus erratus</i>	6	2
<i>Princidium bipunctatum</i>	5	
<i>Peryphus andreae</i>	2	
<i>Harpalus affinis</i>	2	
<i>Agonum marginatum</i>	2	
<i>Amara aenea</i>	2	
<i>Percosia equestris</i>	2	
<i>Peryphus hypocrita</i>	1	
<i>Steropus madidus</i>	1	
<i>Notiophilus pusillus</i>		1
FORMÍCIDOS, hormigueros		
<i>Lasius flavus</i>		6
<i>Myrmica rubra</i>	1	
<i>Lasius alienus</i>		1
<i>Tetramorium caespitum</i>		1
<i>Lasius niger</i>		1
<i>Myrmica scabrinodis</i>		1

Tabla III. Resultados de los muestreos realizados en el ibón de Piedrafita.

Tortiella y Tena quedan también agrupadas; están situadas a altitudes entre 1.700 y 1.900 m S/M y son las localidades que presentan mayor proporción de hormigas (17/83).

Piedrafita encharcable queda separada del resto y, a pesar de tener una altitud baja, el número de carábidos es extraordinariamente alto (97,8%). En el ibón de Piedrafita (Tabla III) se muestreó, por un lado, el área comprendida entre los niveles de agua mínimo y máximo en el momento en que éste era mínimo (mes de agosto) y por otro las áreas circundantes a la anterior y a las que no llega el agua en ninguna ocasión. Se observa que el mayor número de carábidos se captura en las zonas que se inundan durante un periodo del año, mientras que con los formícidos sucede lo contrario. Se hace patente la influencia del encharcamiento en la ausencia de formícidos.

	Piedrafitita encharcable	Piedrafitita seco	Arroyetas	Anayet	Tena
C	97,83%	56,52%	77,46%	79,31%	10,00%
H	2,17%	43,48%	22,54%	20,69%	90,00%
S	2,98%	2,63	2,83	2,91%	1,68
M	2,57	2,12	2,53	2,44	1,27
eS	0,83	0,83	0,79	0,92	0,84
eM	0,72	0,67	0,71	0,77	0,64
eje.	46	23	71	29	10
esp.	12	9	12	9	4
	Zuriza	Prados	Pinaré	Tortiella	Petraforca
C	30,51%	35,71%	17,39%	23,33%	72,22%
H	69,49%	64,29%	82,61%	76,67%	27,78%
S	3,24	3,09	2,74	2,49	2,09%
M	2,82	2,32	2,38	2,13	1,73
eS	0,83	0,97	0,82	0,89	0,63
eM	0,72	0,73	0,72	0,76	0,52
eje.	59	14	46	30	36
esp.	15	9	10	7	10
	Conjunto carábidos		Conjunto hormigueros		Total
%	55,22%		44,78%		100%
eje.	201		163		364
S					4,47
M					4,24
eS					0,85
eM					0,81
m	0,86		0,72		0,90
esp.	24		14		38

Tabla IV. Porcentajes de carábidos (C) y hormigueros (H); valores de diversidad de Shannon (S) y Margalef (M); valores de equitatividad (eS y eM) en las áreas estudiadas y en el conjunto de ellas; esp. = número de especies; eje. = número de ejemplares; constante del medio de Motomura (m).

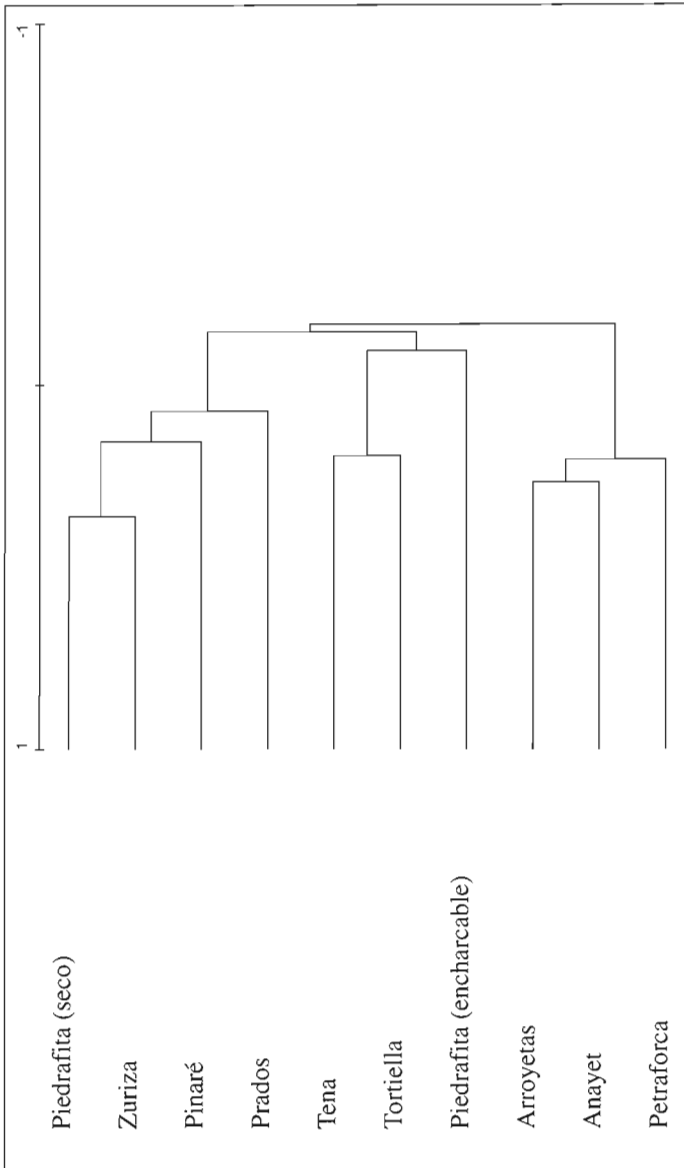


Figura 1. Dendrograma a partir de matriz de correlación "r_s" de Spearman.

CONCLUSIONES

La altitud parece ser un factor decisivo en la composición faunística, si bien el factor último de influencia sería la humedad del suelo, que aumenta con la altitud.

La litología del terreno no parece tener influencia sobre la composición de la fauna lapidícola; en todo caso, la influencia quedaría reducida al número de piedras aptas para servir de refugio y por tanto al número de hormigueros y carábidos por metro cuadrado.

Parece ser que la interacción entre carábidos y hormigas sólo tiene lugar si compiten por el mismo refugio, pero no queda reflejada en la composición de la fauna de una localidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. X. Espadaler su gran ayuda en la determinación del material de formícidos.

BIBLIOGRAFÍA

- BAUER, T. (1975). Zur Biologie und Autokologie von *Notiophilus biguttatus* F. und *Bembidion foraminorum* STRM als Bewohner Okaologisch extremer standorte, Zum Lebensformtyp des visuelle jagenden. Raubers unter den Laufkafern (II). *Zool. Anz.*, 194: 305-318.
- BERNARD, F. (1968). *Les Fourmis d'Europe Occidentale et Septentrionale*. Masson et Cie. Paris.
- BRIGGS, J. B. (1965). Biology of some ground Beetles (*Coleoptera Carabidae*) injurious to strawberries. *Bull. Entomol. Res.*, 56: 79-93.
- CALVO, F. (1978). *Estadística aplicada*. Ediciones Deusto. Bilbao. 8 (1): 73-80.
- DAGET, J. (1976). *Les modèles mathématiques en écologie*. Masson. Paris.
- DIDAY, E.; LEMAIRE, J.; POUGET, J. et TESTU, F. (1982). *Éléments d'analyse de données*. Dunod. Paris.
- INAGAKI, H. (1967). Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive. *Vie et Milieu*, 18 (1), B: 153-166.
- JEANNEL, R. (1941-42). *Faune de France. Coléoptères Carabiques I y II*. Librairie de la Faculté des Sciences. Paris.
- JUNG, W. (1940). Ernährungsversuche an *Carabus*-Arten. *Entomol. Bl.*, 36: 117-124.

- KAJAK, A.; BREYMEYER, A.; PETAL, J. y OLECHOWICZ, E. (1972). The influence of ants on the meadow invertebrates. *Ekologia polska*, 20 (17): 163-171.
- KOLBE, W. (1968). Der Einflub der Waldameise auf die Verbreitung Von Kafern in der Bodenstreu eines Eichen-Birken-Waldes. *Natur. U. Heimat.*, 3: 120-124.
- KOLBE, W. (1969). Kafer in Witzungsbereich der Roten Waldameise. *Entomol. Z.*, 79: 269-280.
- LENGERKEN, H. VON (1921). *Carabus auratus* und seine Larve. *Arch. Naturgesch*, 87 (A): 31-113.
- LUFF, M. L. (1974). Adult and larval feeding habits of *Pterostichus madidus* F. (Coleoptera Carabidae). *J. Nat. Hist.*, 8: 403-409.
- MONTERRAT, P. (1971). El ambiente vegetal jacetano. *Pirineos*, 101: 5-23.
- PALANCA S., A. (1981). *Aspectos faunísticos y ecológicos de Carábidos altoaragoneses*. Fundación Juan March, Serie Universitaria. Madrid. 50 p.
- PALANCA S., A. (1987). *Aspectos faunísticos y ecológicos de Lepidópteros altoaragoneses*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 317 p.
- PALANCA S., A.; ASCASO, C. y otros (1978). Interacción entre la radiación y los ciclos biológicos de Coleópteros minadores de resinosas en el Valle del Roncal (Navarra). En: *VI Simposio de Bioclimatología*. Ed. C.S.I.C. Madrid.
- PALANCA S., A. y CASTÁN, C. (1980). Índice de Primavera: Nuevo índice bioclimático para el estudio de la influencia del clima sobre la fauna. En: *Avances sobre la investigación en bioclimatología*. Ed. C.S.I.C. Sevilla.
- PALANCA, A. y CASTÁN, C. (1984). Influence of Geomorphology on the Spatial Distribution of Insect Fauna in High Aragon Mountain Pastures. In: LAZARE, MARTY et DAJOZ (eds.). *Ecology des Milieux Montagnards et de Haute Altitude*. Bordeaux. France. ISBN 2-903694-02-8.
- SCHALLER, F. (1950). *Notiophilus biguttatus* F. (Coleoptera) und *Japix solifugus* HALIDAY (Diplur.) als spezielle Collembolenrauber. *Zool. Jb. Syst.*, 78: 294-296.
- SCHERNEY, F. (1955). Untersuchgen uber Vorkommen un Wirtschaftliche Bedeutung rauberisch lebender Kafer in Feldkulturen. *Z. Pflanzenbau Pflanzenschutz*, 6: 49-73.
- SCHERNEY, F. (1959). *Unsere Laufkafer*. Wittenberg: ziemsem.
- SKUHRVAY, V. (1959). Die Nahrungder Fedcarabiden. *Acta Soc. Entomol. Csl.*, 56: 1-18.
- SMITH, H. (1957). Onderzoek naar et voedsel von *Calathus erratus*. SAHLB. en *Calathus ambiguus* PAIK. aan de hand van hun magen in honden. *Entomol. Ber. Amst.*, 17: 199-209.
- SNEATH, P. H. and SOKAL, R. R. (1973). *Numerical taxonomy*. Freeman and Company. San Francisco.
- SOKAL, R. R. and ROHLF, F. J. (1981). *Biometry*. Freeman. San Francisco.
- THIELE, H. v. (1977). *Carabid beetles in their environments*. Springer-Verlag. New York.

EL GÉNERO *MORCHELLA* EN BOSQUES DE CONÍFERAS DEL ALTOARAGÓN

Fernando PALAZÓN LOZANO*

RESUMEN.—Pretendemos con este artículo dar una visión generalizada sobre el género *Morchella*, que, aun siendo tan conocido y popular en sus aspectos gastronómicos, está muy lejos de serlo en los taxonómicos. Nos centraremos especialmente en las especies de las coníferas de montaña, de las cuales tenemos una mayor experiencia derivada de los estudios y observaciones sobre el terreno durante más de 15 años. Tras una pequeña introducción, se explica cómo el estudio del género debe hacerse basándose en los caracteres morfológicos, organolépticos y microscópicos, el hábitat y el desarrollo biológico. Por último, partiendo de la clasificación de las especies más frecuentes del género, se describen 11 especies, todas ellas recolectadas en los valles pirenaicos de Aragüés del Puerto, Hecho y Aragón.

ABSTRACT.—With this article we are trying to give a complete picture about a genus, *Morchella*, which is hardly known under the taxonomic point of view in spite of being very known under the gastronomic one. We are specially going to get concentrated on the different kind of mountain conifers, about which we have a bigger experience as a result of several studies and observations on the ground for over 15 years. After a little introduction, it is explained how the study of the genus must be faced by basing on its morphologic and organoleptic characteristics, habitat, biologic development and microscopic characteristics. A base of classification is outlined and it is ended up with the description of 11 species, all of them collected across the valleys of Aragüés del Puerto, Hecho and the Aragón's one in the Pyrenees.

KEY WORDS.—Ascomycetes, *Morchella* taxonomy, mountain conifers, Altoaragón.

* Sociedad Micológica del Alto Aragón. C/ Benabarre, 2 – 5°C. E-22002 HUESCA.

INTRODUCCIÓN

El género *Morchella* Dill. pertenece a la clase de los Ascomycetes, subclase de los Discomycetes, orden Pezizales y familia Morchelaceae, a la cual se adscriben también los géneros *Mitrophora*, *Verpa*, *Ptychoverpa* y *Disciotis*.

A grandes rasgos, las especies del género están constituidas por receptáculos estipitados, con una mitra pluri-alveolada, lo que les da el aspecto de un pequeño panal y da pie al nombre castellano de «colmenilla». Los alvéolos pueden estar ordenados o no, siguiendo un alineamiento vertical y formando con sus bordes unas costillas, denominadas primarias las más gruesas y externas y secundarias las más internas, contenidas en las anteriores. La unión de los alvéolos, de la mitra, con el pie puede producirse formando una depresión, más o menos notoria, llamada valécula o bien sin la presencia de la misma. Además, todo el conjunto del carpóforo es hueco y generalmente de consistencia frágil.

CÓMO ABORDAR EL ESTUDIO DEL GÉNERO

Así como el reconocimiento del género no presenta ninguna dificultad, no ocurre lo mismo con la determinación exacta de la especie. Ha existido y aún hoy existe una tendencia excesivamente simplista sobre el número de especies que contiene el género. Por contra, también se debe ser prudente a la hora de aceptar una excesiva fragmentación, basada muchas veces en estudios muy superficiales y a veces con una única recolecta. Los estudios de Boudier siguen siendo la base de todo aquel que quiera profundizar en su taxonomía y la mayoría de las especies que describió se han vuelto a recolectar. En la actualidad, el número de especies y variedades europeas validadas alcanza la cuarentena.

Para abordar con rigor el estudio del género procederemos de manera sistemática, analizando en primer lugar los caracteres morfológicos y organolépticos de los ejemplares recolectados, su hábitat, la secuencia de su desarrollo biológico y los caracteres microscópicos.

CARACTERES MORFOLÓGICOS Y ORGANOLÉPTICOS

En el género *Morchella* son los caracteres morfológicos los más importantes a la hora de la identificación de la especie. Lo primero que debe hacerse es observar cómo se realiza la unión del pie con la mitra, puesto que este detalle

nos dará la primera división del género. Si se observa la presencia de la valécula, es decir, que la parte baja de la mitra y la alta del pie se unen formando una neta depresión, formarán parte de la sección «distantes». Si, por el contrario, la unión de la mitra con el pie se produce de manera continuada, con los alvéolos de la parte baja de la mitra soldados al pie, formarán parte de la sección «adnatae».

En la sección «distantes» los alvéolos tienden a ordenarse con cierta regularidad y formando unas costillas alineadas, con mayor o menor notoriedad, en sentido vertical y otras en sentido horizontal. Cada alvéolo encerrado entre dos costillas verticales y dos horizontales se llama alvéolo primario, que a su vez puede estar dividido por costillas más bajas, que forman los alvéolos secundarios. En esta sección la mitra es de forma cónica u ovoide pero siempre apuntada hacia lo alto.

En la sección «adnatae» los alvéolos, que son todos primarios, están dispuestos sin ningún tipo de orden y sus costillas no presentan ninguna alineación y se hallan todas al mismo nivel. En esta sección la mitra es de forma redonda u oblonga y raras veces algo cónica.

Existen, no obstante, unas pocas especies de colocación incierta, pues a pesar de tener una valécula, más o menos neta, sus alvéolos se disponen de forma anárquica. Se pueden considerar integradas en una sección que haría de puente entre las dos anteriores y a la que Jacquetant da el nombre de «pseudo-adnatae».

El color de la mitra es muy variable, incluso dentro de ejemplares de la misma especie, hecho en el que juega un papel importante su grado de exposición a la luz solar. También durante su desarrollo biológico el color sufre grandes variaciones, pues ejemplares que de jóvenes son blancos evolucionan hacia el negro y viceversa. En general, se encuentran ejemplares de color blanco o blancuzco, beige, gris, gris parduzco, amarillo ocráceo, pardo oliváceo, gris negruzco, negro, gris púrpura, rosa púrpura, etc. Los pigmentos que contienen no son solubles en el agua, por lo que la conservación en medio acuoso es un buen sistema para mantener los ejemplares con el mismo aspecto que tenían cuando se recolectaron. Es preciso, no obstante, anotar el color en el momento de la recolecta o lo antes posible, pues hay tonalidades muy sutiles, de gran interés para la determinación, que desaparecen por la desecación o se enmascaran por la esporulación. También debe observarse la tendencia a ennegrecer de las costillas primarias en algunas de las especies de la sección «distantes» o a mancharse de pardo ferruginoso en algunas de la sección «adnatae».

El interior del carpóforo es hueco, de color blanco o gris blanquecino y más o menos furfuráceo. La carne, muy sutil, es de consistencia frágil y con olor fúngico débil o ligeramente espermatóico, que se vuelve alcalino y desagradable si se produce la putrefacción.

El pie tiene una consistencia menos frágil que la mitra; de forma cilíndrica, a veces engrosado en la base, otras algo atenuado hacia la base, puede ser liso o furfuráceo y a veces fuertemente costulado longitudinalmente. El color, que es blanco, puede mancharse con la edad de rosado o de parduzco.

HÁBITAT

Las colmenillas son setas de primavera y, en la montaña, su periodo de fructificación se encuentra comprendido entre primeros de abril y mediados de junio, aunque a veces, dependiendo de las condiciones climatológicas, se adelantan o retrasan un poco.

La eclosión, en una determinada localización, se produce normalmente durante un periodo de unos 15 días a partir de la salida del primer ejemplar y, una vez alcanzado su máximo, deja de producir. Según las especies y la altitud, así como la orientación de las localizaciones, se podrá llevar un orden cronológico en el seguimiento de las mismas.

Se puede decir que una colmenilla puede crecer en cualquier sitio con una cierta riqueza orgánica, es decir, allí donde el carbono esté presente. Existen hábitats ocasionales en los cuales se observan fructificaciones una o dos temporadas y luego no vuelven a salir más, como es el caso de los bosques incendiados. Pero donde el género se muestra en todo su apogeo es en los hábitats silvestres, donde además su fidelidad a la localización se extiende año tras año a poco que las condiciones meteorológicas acompañen.

No se ha podido establecer con seguridad que existan relaciones micorrízicas, sino más bien se piensa que las exigencias son de tipo edáfico. Está demostrado que el pH en que alcanzan el óptimo de su desarrollo es ligeramente ácido, entre 6 y 6,5, y que por debajo o por encima desciende la frecuencia de las localizaciones. En sitios donde el pH baje de 5,5 o suba de 8 no se encuentran nunca.

Los hábitats que nosotros vamos a tratar aquí son el abeto blanco (*Abies alba*), el pino albar (*Pinus sylvestris*) y el pino negro (*Pinus uncinata*), que son

las coníferas más representativas del Pirineo. Allí donde la abundancia del abeto es mayor, se constata que todas las apariciones de colmenillas se producen en sus proximidades y faltan en los pinos y allí donde escasean los abetos aparecen en las proximidades de los pinos, pero nunca con la abundancia con que lo hacen en los abetos y casi siempre en las orillas o en los claros de los bosques, donde la acidez producida por las acículas es menor. Así mismo, en las antiguas carboneras próximas a estas coníferas no es raro encontrar localizaciones, especialmente de *Morchella deliciosa*. Aunque muchas de las especies que se recolectan bajo estas coníferas no son exclusivas de las mismas, sí que adquieren formas, tamaños y colores adaptados a estos hábitats.

A pesar de todas las exigencias de las colmenillas para su desarrollo, es admirable su capacidad de adaptación biológica al medio específico en que se desarrollan. Es precisamente por esta cualidad, que puede originar variaciones en el aspecto de una misma especie, por lo que hay que ser extremadamente prudente en su determinación, para no caer en el error de considerarlas especies diferentes. Un ejemplo con el que nosotros estamos muy familiarizados es el de *Morchella purpurascens*, que abunda bajo abetos.

DESARROLLO BIOLÓGICO

Una de las formas más seguras para arrojar un poco de luz sobre la secuencia de desarrollo biológico de las especies del género es la de tener «inventariadas» varias localizaciones sobre las que poder hacer numerosas observaciones a lo largo de la estación y durante varios años. Esto no es fácil, pues, al ser especies buscadas con fruición, hay que realizar las observaciones en los lugares más intrincados y menos accesibles. La gran ventaja de este tipo de observaciones es que nos permiten acumular una gran cantidad de datos, anotaciones y material fotográfico, así como el seguimiento de los caracteres microscópicos en el momento oportuno. Cuando en su momento descubramos otras localizaciones, nos será mucho más fácil cotejar las diferencias y afinidades con especies ya determinadas con seguridad y dar nombre a la especie encontrada, a pesar de que su aspecto pudiera ser algo diferente del típico.

La evolución de una colmenilla hasta su estadio de madurez es muy variable en el tiempo y depende directamente de las condiciones climáticas. En el principio de la estación, cuando los condicionantes climáticos son más variables, hemos podido realizar el seguimiento completo del desarrollo de una colmenilla

durante cerca de dos meses. Por contra, hacia finales de mayo, con lluvia abundante y temperaturas cálidas, su completo desarrollo lo hemos observado en menos de 48 horas.

Los ejemplares que se desarrollan en su momento, con condiciones favorables y sin sufrir compresiones o deformaciones por ramas o piedras, son los que podrán ser reconocidos con cierta facilidad. Pero esto no siempre sucede así, pues, a veces, cuando apenas una colmenilla ha comenzado su desarrollo cambian las condiciones climatológicas y se corta bruscamente su ciclo de evolución. Sin embargo, la resistencia de estos, aparentemente frágiles, seres a los cambios bruscos de temperatura, de humedad o a la acción del viento es notoria, sobre todo si en un tiempo no demasiado largo retornan las condiciones normales. No es raro encontrar ejemplares con la parte superior de la mitra como quemada o seca y el resto del carpóforo en perfectas condiciones. Así mismo, cuando se secciona un ejemplar que aún no ha terminado su crecimiento la parte que se deja sobre el terreno continúa creciendo hasta el final de su desarrollo.

El tamaño de los ejemplares recolectados en una misma localización, así como su número, también sufre variaciones debidas a los avatares del clima. Esto lo hemos podido constatar con frecuencia y no es raro recolectar un año ejemplares que no sobrepasan los 10 cm y al siguiente, con unas condiciones de lluvia y temperatura muy favorables, recoger ejemplares de hasta 30 cm.

Pero lo que realmente sorprende, al seguir la evolución de una colmenilla, son los cambios morfológicos y de color que hacen que un ejemplar joven e inmaduro no se parezca en nada al maduro. Es normal que especies que al comienzo de su evolución son de color blanco terminen con una tonalidad gris-parda (*M. rielana*) o, por el contrario, otras que al nacer son negras se vuelven al final de color blanco (*M. vulgaris* var. *alba*).

Lógicamente los ejemplares jóvenes e inmaduros son prácticamente inidentificables, pues aparte lo ya mencionado sobre el color también el alineamiento de las costillas, su anchura y la forma y abertura de los alvéolos no están definidos y, además, al ser inmaduros no presentan elementos microscópicos diferenciados.

Así pues, solamente podremos asegurar a qué especie pertenece una colmenilla joven si tenemos la ocasión de seguir su crecimiento hasta la madurez o ya conocemos la localización por haberla recolectado otras veces.

LOS CARACTERES MICROSCÓPICOS

Los caracteres microscópicos en el género *Morchella* están muy poco diferenciados entre las diversas especies. No obstante, considerándolos en el conjunto de la descripción de una determinada especie, contribuyen a la confirmación de su identidad.

Los ejemplares para estudio deben ser maduros, pero evitando los de mayor edad y tamaño, pues sus elementos se agrandan y deforman, lo que puede falsear las observaciones. Estas se podrán hacer con rojo congo o floxina, evitando para las esporas —si es posible— la solución amoniacal, pues las infla en exceso. Cuando las observaciones se hacen sobre material fresco se puede utilizar la solución acuosa; sobre material seco es preciso añadir a esta el sodio lauril sulfato, que es un tensoactivo aniónico menos violento que el amoniaco.

Los elementos himeniales se encuentran en el interior de los alvéolos y en las costillas secundarias. Las costillas primarias normalmente son estériles, aunque pueden presentar algunos elementos tales como falsos pelos. El himenio está constituido por una empalizada de ascas y parafisos. Las ascas son grandes, operculadas, a veces talonadas, en muchos casos con espumosis interior; contienen ocho ascosporas, también grandes, elípticas, lisas, hialinas y coronadas de gúttulas en ambos extremos. Las observaciones de las esporas deberán hacerse, si ello es posible, obteniendo la esporada o bien con un fragmento himenial procedente de un ejemplar maduro y analizando las esporas que hay fuera de las ascas. Las medidas esporales no tienen un valor definitivo para la determinación y únicamente son de carácter orientativo.

El tercer elemento himenial, los parafisos, nos puede aportar alguna pista más para la identificación de la especie. Hay que tener en cuenta que sus dimensiones llegan a alterarse en gran medida en los ejemplares muy adultos, por lo que no nos cansaremos de repetir que las observaciones deben hacerse sobre ejemplares maduros pero no en exceso. Los parafisos son generalmente bifurcados o ramificados y con abundantes septaciones. Es la parte alta de los mismos la que nos proporcionará más elementos de juicio según su forma, ya sea ensanchada, embolada, rómbica, en huso o en tetina.

En la constitución de la carne se observan numerosos artículos esféricos, algo diformes, de tamaño variable según las especies e incluso dentro de un mismo ejemplar, soportados por numerosas hifas conectivas. Estos artículos esféricos, que recuerdan a los verdaderos esferocistes de *russulas* y *lactarius*, son los causantes de la fragilidad de las colmenillas.

Otras partes del carpóforo como la superficie del pie o la valécula contienen a veces elementos, tales como pelos, que ayudan a la identificación de la especie.

CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES MÁS FRECUENTES

En el género *Morchella* es muy difícil establecer unas claves dicotómicas que tengan un valor absoluto, como ocurre con otros géneros. Efectivamente, las diferencias entre una y otra especie no son a veces lo suficientemente claras y concisas como para definir las en unas claves. Lo normal en el estudio de este género es ir avanzando a partir de unos grandes grupos y luego irlos fragmentando en estirpes o secciones para, finalmente, comparando las descripciones individualmente, llegar a la determinación de la especie.

El punto de arranque lo realizaremos partiendo del seccionamiento que se produce en el género por la presencia o ausencia de la valécula; así tendremos ya la sección «adnatae» y la sección «distantes».

En la sección «adnatae» nos valdremos del color de la esporada para diferenciar las dos grandes estirpes que contiene. Aunque obtener una esporada de una colmenilla no es siempre fácil, es posible hacerlo si los ejemplares son frescos y maduros dejándolos, seccionados y con los alvéolos hacia abajo, sobre un cristal. Nosotros personalmente hemos obtenido a veces buenas esporadas de los ejemplares que guardábamos para estudio en el frigorífico y que teníamos envueltos en papel de aluminio. Muchas veces la misma evolución en el color de los alvéolos nos da la pista del color de la esporada: si esta es de color pálido, la especie pertenecerá a la estirpe de *M. vulgaris*; si, por el contrario, el color de la esporada es de un ocre amarillento, corresponderá a la estirpe de *M. rotunda*. De estas dos estirpes describiremos *Morchella vulgaris* var. *alba* Boudier y *Morchella rotunda* (Pers.) Boudier.

En la sección «distantes» podemos obtener unos grupos o subsecciones bastante homogéneos basándonos en el grosor y consistencia de la carne. Si seccionamos transversalmente una colmenilla observaremos algo parecido a una rueda dentada; el grosor de esta corona circular es variable según las especies. Cuando el conjunto de la carne y alvéolos es muy delgado y al secarse adquiere una consistencia como de pergamino diremos que la especie en cuestión pertenece a la subsección «papyracea»; si la carne es algo más gruesa y las costillas tienen un alineamiento vertical bien definido, se tratará de la subsección «semi-carneosa», y, finalmente, si el conjunto de carne y alvéolos es grueso y el alineamiento de

las costillas primarias mucho menos definido, estaremos en presencia de una especie correspondiente a la subsección «carneosa».

De la subsección «papyracea» describiremos dos especies, *Morchella angusticeps* (Peck) Boudier y *Morchella distans* (Fr.) Boudier. De la subsección «semi-carneosa», *Morchella costata* (Vent.) Boudier, *Morchella elata* (Fr.) Boudier y *Morchella purpurascens* Jact. Finalmente, de la subsección «carneosa» describiremos cuatro especies: *Morchella intermedia* Boudier, *Morchella deliciosa* (Fr.) Jact., *Morchella conica* (Pers.) Boudier y *Morchella rielana* Boudier.

DESCRIPTIVA DE LAS ESPECIES

Morchella vulgaris* var. *alba Boudier

Esta especie alcanza los 15 cm de altura con facilidad; de ella hemos recolectado ejemplares de hasta 25 cm. Su porte en conjunto es muy robusto.

Mitra: Más o menos oblonga, a veces casi redonda. El color es negro en los jóvenes y evoluciona hasta el blanco en los adultos para pasar a un ocráceo claro en la senectud. Las costillas, que son todas primarias, presentan en la juventud, cuando aún es negro, un cierto y vago alineamiento, pero enseguida desaparece y el conjunto de los alvéolos aparece desordenado. Características típicas de *M. vulgaris*, en todas sus variedades y formas, son la tendencia de sus costillas a mancharse de pardo ferruginoso y la presencia de un corto apéndice que, partiendo perpendicularmente desde la costilla, penetra en el alvéolo. Los alvéolos están bastante cerrados, solamente se abren con nitidez en la vejez.

Pie: Blanco, dilatado en la base, no muy furfuráceo, igual de largo o algo más corto que la mitra.

Hábitat: Nosotros la recolectamos exclusivamente bajo *Abies alba*, siempre en grupos numerosos, en las zonas más frescas y umbrías del abetal.

Carne: Gruesa, blanquecina, de olor fúngico suave, así como el sabor.

Microscopía: Las esporas son, quizás, las más pequeñas del género —no sobrepasan las 20 x 13 μm — y se forman muy tardíamente. Las ascas contienen abundante espumosisidad, son algo curvadas en lo alto y miden sobre las 300 x 23 μm . Los parafisos están mucho más septados de lo normal, lo que es característico de toda la estirpe *vulgaris*.

Morchella rotunda (Pers.) Boudier

Especie robusta, alcanza a veces los 20 cm.

Mitra: De forma redonda o casi. Su color varía del parduzco amarillento al amarillo o anaranjado. Costillas delgadas y finas, que forman alvéolos profundos y con pliegues interiores.

Pie: De la misma longitud que la mitra y engrosado en la base, donde se forman gruesos surcos. De color blanco y finamente furfuráceo, más acusado en la vejez.

Hábitat: La hemos recolectado cerca de pino albar, en grupos no muy numerosos.

Microscopía: Las esporas, al contrario que en *M. vulgaris*, se forman muy pronto y en gran abundancia y en la madurez sus dimensiones están comprendidas entre las 20-24 x 12-15 μm . Las ascas son grandes y anchas, llegan a medir 350 x 30 μm , lo que es característico de la especie.

Morchella angusticeps (Peck) Boudier

Esta especie puede alcanzar los 15 cm, pero a pesar de su robustez es de aspecto esbelto, su anchura no sobrepasa los 4 cm.

Mitra: Piramidal o cónica, mucho más corta que el pie y a veces incluso más estrecha que este. La valécula sólo se aprecia en los ejemplares muy jóvenes, ya que de adulto la mitra parece como una continuación del pie. El color es pardo oscuro y las costillas primarias, que siguen un alineamiento vertical bastante definido, son negras. Estas están, a su vez, unidas por costillas secundarias más bajas, formando alvéolos secundarios de forma cuadrangular muy definida y poco profundos.

Pie: Como de doble longitud o más que la mitra; igual pero atenuado costulado en la base y de superficie furfurácea, algo asurcada, blanca, que en la vejez toma tonos rosados.

Carne: Delgada y frágil, que se descompone con facilidad.

Hábitat: Solitaria en los taludes, claros y bordes de los bosques de coníferas, pero siempre fuera del bosque.

Microscopía: Sus esporas son posiblemente las más grandes del género, pero a la vez presentan un gran heterosporismo, pues la banda dimensional en

que se mueven oscila entre las 25-33 x 16-21 μm . Las ascas son también grandes y anchas y alcanzan las 360 x 30 μm . Los parafisos, que varían de forma según la edad, tienen la parte superior embolada en los más jóvenes y en huso en los adultos. Los artículos esféricos y los falsos pelos son grandes e incluso muy grandes.

Morchella distans (Fr.) Boudier

Esta especie, muy esbelta y estrecha, alcanza los 15 cm de altura y no sobrepasa los 2,5 cm en su parte más ancha. Presenta una gran fragilidad y hay que recolectarla con sumo cuidado para no partirla.

Mitra: Muy estrecha, cónica, de color parduzco, con costillas primarias negruzcas, alineadas verticalmente, delgadas, unidas en la parte baja por costillas secundarias, que forman alvéolos secundarios, cuadrangulares, muy numerosos y poco profundos. La valécula es estrecha y poco profunda, pero siempre notoria.

Pie: Igual o un poco evadido hacia la mitra, dos o tres veces más largo que la misma, blanquizco con tendencia a pardear.

Carne: Muy delgada y frágil.

Hábitat: Con relativa frecuencia al borde de los bosques de coníferas.

Microscopía: Esporas de talla media, de 25-27 x 14-15 μm . Las ascas son más bien cortas para la media del género y miden sobre las 250 x 25 μm . Los parafisos son más bien estrechos y de forma variable, cilíndricos o con el ápice expandido en forma romboidal.

Morchella costata (Vent.) Boudier

De aspecto general esbelto, generalmente no sobrepasa los 10 cm.

Mitra: De ovoide a cónica, con el ápice bastante en punta pero romo en el tipo y claramente puntiagudo en la var. *acuminata*. El color varía, según la edad y las localizaciones, del pardo leonado al bistre oliváceo. Las costillas primarias, que ennegrecen claramente con la edad, presentan una alineación vertical muy regular, son casi rectas y paralelas desde la base hasta el ápice, por lo que prácticamente en toda la longitud de la mitra solamente hay un alvéolo primario entre dos costillas primarias. Las secundarias dividen a las primarias a un nivel más bajo, formando numerosos alvéolos secundarios, cuadrangulares y general-

mente más anchos que altos, con fondo plano bien visible y una gran simetría y regularidad. La valécula está perfectamente marcada.

Pie: Generalmente más corto que la mitra, muy poco ensanchado en la base y casi liso, con muy poca furfuración, de color blanco.

Carne: Poco gruesa, blanquecina, de sabor dulce y olor fúngico débil.

Hábitat: A pesar de que muchos autores niegan su existencia bajo coníferas e incluso en zonas de montaña, nosotros la hemos recolectado en varias ocasiones al borde de los bosques de abetos, en grupos numerosos, donde la especie tipo y la variedad *acuminata* aparecen mezcladas.

Microscopía: Las esporas, que normalmente son más bien pequeñas, entre 18-20 x 11-12 μm , pueden alcanzar en ejemplares teratológicos hasta 27 μm de longitud pero no sobrepasan las 14 μm de anchura. Las ascas llegan a alcanzar, por término medio, las 360 x 22 μm y tienen la base curvada y talonada. Los parafisos, de dos o tres ramas, presentan sus extremos ensanchados o embolados.

Morchella elata (Fr.) Boudier

Esta especie, esbelta pero grande, alcanza a veces los 20 cm e incluso más.

Mitra: De oblonga a casi cilíndrica, con el ápice siempre obtuso. El color es muy variable, dentro de los tonos que van del leonado parduzco al gris fuliginoso, a veces con reflejos oliváceos. Las costillas primarias, que al principio son algo más claras que el conjunto, ennegrecen posteriormente y son largas y bien alineadas verticalmente en más de los dos tercios de su longitud, mientras que en el tercio restante se entrecruzan un poco. Por lo ya mencionado, los alvéolos primarios no sobrepasan los tres o cuatro en sentido vertical. Las costillas secundarias, que en esta especie son más bajas e irregulares de lo normal, forman alvéolos secundarios profundos y poco ordenados. La valécula es muy ancha y une la mitra con el pie en ángulo recto.

Pie: Igual de largo o algo más corto que la mitra, evadido hacia la misma, para estrecharse en el centro y expandirse un poco en la base. Luego, en la edad adulta, se hace más esbelto e incluso la base se adelgaza mucho. La superficie es muy furfurácea, sobre todo en la valécula, y rizada asurcada, de color blanco; amarillea en la vejez de forma irregular, formando unas bandas zonadas diferentemente coloreadas.

Carne: Blanquecina, algo grisácea, de olor fúngico débil y sabor dulce.

Hábitat: Bajo abetos y pinos, en grandes grupos.

Microscopía: Esporas de 21-24 x 11-14 μm . Ascas de 360 x 26 μm , curvadas y talonadas en la base. Parafisos grandes, bifurcados, ensanchados en clava en el ápice, a veces terminados en tetina.

Morchella purpurascens Jact.

Especie de porte esbelto, sobrepasa en algunos casos los 14 cm.

Mitra: De cónica a ovoide, con el ápice obtuso, aunque durante el proceso de su desarrollo y cuando aún es inmaduro toma formas incluso casi redondas y otras veces cilíndricas. El color, que es muy variable, mantiene siempre en mayor o menor grado los matices rosa púrpura que dan lugar a su nombre. Así pues, es fácil encontrar ejemplares de un tono totalmente rosado y otros grises o parduzcos con reflejos púrpura, color que se acentúa horas después de la recolecta. Las costillas primarias, que son algo gruesas y planas, ennegrecen con la edad. La disposición de las costillas secundarias y de los alvéolos es muy similar a la de *M. elata*. La valécula resulta claramente visible, incluso en los adultos.

Pie: Igual de largo que la mitra, aunque generalmente es más corto, cilíndrico, algo evadido hacia la mitra y ensanchado en la base, pero no excesivamente. Superficie blanca, a veces sutilmente rosada en la vejez, con furfuración neta y un poco rizada asurcada.

Carne: No muy gruesa, blanquecina, de sabor dulce y olor débil.

Hábitat: Muy abundante en los lugares más húmedos de los bosques de coníferas, especialmente en los abetales.

Microscopía: Esporas de 19-22 x 12-14 μm . Ascas de unas 380 x 23 μm , bastante uniformes casi hasta la base, que es talonada. Parafisos parecidos a los de *M. elata*, pero más pequeños. Artículos esféricos, irregulares y de diferentes tamaños, con falsos pelos en clava en la superficie del pie.

Morchella intermedia Boudier

Especie más bien pequeña, rara vez sobrepasa los 8 cm; sin embargo, su aspecto general es esbelto.

Mitra: De ovoide a cónica, obtusa en el ápice. De un color pardo leonado, con reflejos oliváceos. Las costillas primarias, al principio claras, luego ennegrecen; son gruesas y su alineamiento, irregular y sinuoso; se ramifican a diver-

sos niveles. Así pues, los alvéolos primarios son irregularmente alargados, sinuosos y profundos. Las costillas secundarias presentan más bien pliegues profundos, que originan alvéolos secundarios, también muy sinuosos y poco definidos. La valécula es ancha y bien notoria.

Pie: Un poco más corto que la mitra, esbelto, evadido hacia la mitra, adelgazado en el centro para ensancharse en la base. Finísimamente furfuráceo, da la impresión de ser liso.

Carne: Gruesa, blanquecina, de sabor dulce y olor fúngico suave.

Hábitat: En los bosques de coníferas, donde la explotación forestal es intensiva.

Microscopía: Esporas de 19-23 x 10-14 μm . Ascas grandes, de unas 400 x 20 μm , atenuadas y talonadas en la base. Parafisos ensanchados en lo alto. En el pie, artículos esféricos muy homogéneos en tamaño y forma, de los que emergen pelos alargados formando una empalizada muy apretada, lo que le proporciona su aspecto liso.

Morchella deliciosa (Fr.) Jact.

Esta especie, de aspecto robusto, no sobrepasa los 10 cm de altura.

Mitra: De forma oblonga, ovoide o cónica, con el ápice obtuso, generalmente con un perfil disimétrico, más curvado un lado que el otro. El color es muy variable y depende mucho de si crece en lugares soleados y descubiertos o en lugares sombríos o también de si se halla bajo coníferas o antiguas carboneras. Los ejemplares, al nacer, son blancos y luego van evolucionando hasta obtener el color definitivo. En las zonas de buena exposición solar, nosotros hemos recolectado ejemplares de color totalmente rosa carne y, bajo coníferas, en las zonas más umbrías, otros de color pardo bistre, con matices oliváceos netos. Las costillas primarias, que ennegrecen poco, son planas y muy gruesas; se juntan a veces dos consecutivas y están relativamente bien ordenadas en su desarrollo en los dos tercios inferiores, mientras que quedan más desordenadas en la parte superior. Los alvéolos primarios son alargados y divididos por costillas secundarias, relativamente bajas y gruesas, en alvéolos secundarios profundos y sinuosos. La valécula es profunda y muy notoria.

Pie: Corto, aproximadamente como la mitad de la longitud de la mitra, unas veces cilíndrico y otras ensanchado en la base. A veces rizado ondulado, finamente furfuráceo, blanco.

Carne: Gruesa, blanquecina, de sabor dulce y de olor complejo, afrutado y meloso.

Hábitat: En antiguas carboneras y bajo coníferas, en los sitios de mayor riqueza orgánica y mayor humedad.

Microscopía: Esporas de 21-22 x 13-15 μm . Ascas de 320-350 x 15-22 μm , atenuadas y talonadas en la base. Parafisos ramificados o no y, en lo alto, ensanchados en huso o en forma rómbica. Superficie del pie con artículos esféricos de talla media y pelos cortos y apretados, ligeramente clavados.

Morchella conica (Pers.) Boudier

Especie de aspecto robusto y compacto, alcanza los 12 cm de altura y algo más de los 6 cm de anchura.

Mitra: Cónica y puntiaguda al principio, aunque posteriormente el ápice se redondea algo. Primero es tan ancha como larga, aunque con el desarrollo se estiliza un poco. El color, gris pardo claro, pasa con la edad al bistre leonado. Las costillas primarias, que ennegrecen, son bastante gruesas y van de arriba abajo, pero son sinuosas y muy a menudo se anastomosan, formando alvéolos primarios alargados, que son divididos, por costillas secundarias más bajas, en alvéolos secundarios, vagamente seriados. En la senectud las costillas secundarias llegan casi hasta el nivel de las primarias y entonces los alvéolos se desordenan y toman una apariencia parecida a las especies adherentes. La valécula es muy estrecha y no se aprecia en los ejemplares muy adultos.

Pie: De una longitud similar a la mitra y de una anchura, en su parte alta, similar a la misma, atenuándose progresivamente hacia la base. Muy costulado en toda su longitud y groseramente furfuráceo, de color blanco que tiende al ocráceo.

Carne: No tan gruesa como en *M. deliciosa*, blanquecina, de sabor dulce y olor fúngico suave.

Hábitat: Bajo coníferas y con ciertas inclinaciones pirófilas.

Microscopía: Esporas de 21-24 x 13-15 μm . Ascas de 350-390 x 18-22 μm , que se van atenuando progresivamente hacia la base para luego expandirse y ser fuertemente infladas o talonadas. Parafisos abundantemente ramificados, con la parte alta en forma de huso. En el pie los artículos esféricos son grandes y uniformes y hay falsos pelos, gruesos y cortos, en forma de clava.

Morchella rielana Boudier

Especie muy robusta, puede alcanzar los 15 cm de altura, con un aspecto en los adultos que recuerda al de *M. vulgaris*.

Mitra: De oblonga a cónica; blanca en los ejemplares recién salidos, pasa más tarde a un gris ocráceo con reflejos oliváceos y oscurece al fin hasta un bistre parduzco. Costillas gruesas en los jóvenes, que se adelgazan con la edad, poco ennegrecientes y que siguen un alineamiento sinuoso e irregular, lo que hace que el aspecto de los alvéolos primarios sea desordenado y le da el aspecto de una colmenilla adherente. No obstante, la presencia de costillas secundarias más bajas, formando alvéolos secundarios profundos e irregulares, ayuda a diferenciarla. La valécula está bien definida.

Pie: Más corto que la mitra, ensanchado en la base, blanco, poco furfuráceo.

Hábitat: Bajo abetos, en grandes grupos; es una de las primeras especies en salir.

Microscopía: Esporas grandes de 24-28 x 15-16 μm . Ascas también grandes de hasta 400 x 19 μm , atenuadas y talonadas en la base. Parafisos ramificados y ensanchados en maza en la parte superior. En el pie, artículos esféricos bastante regulares, con pelos cortos y no muy ensanchados.

BIBLIOGRAFÍA

BOUDIER, Émile. *Histoire et classification des Discomycetes d'Europe*.

BREITENBACH, J. & KRÄNZLIN, F. *Champignons de Suisse*. Tomo 1.

CETTO, Bruno. *I funghi dal vero*. Tomos 1 a 6.

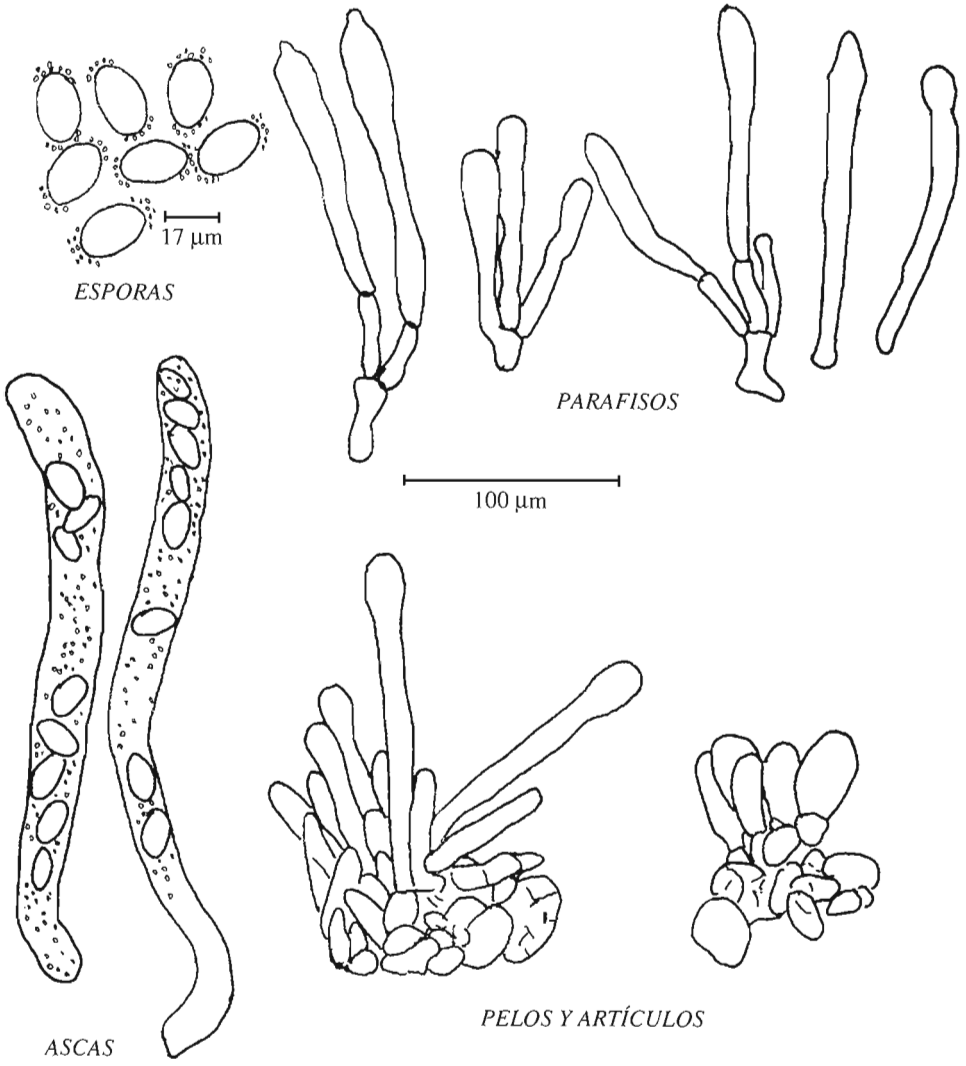
HEIM, Roger. *Champignons d'Europe*.

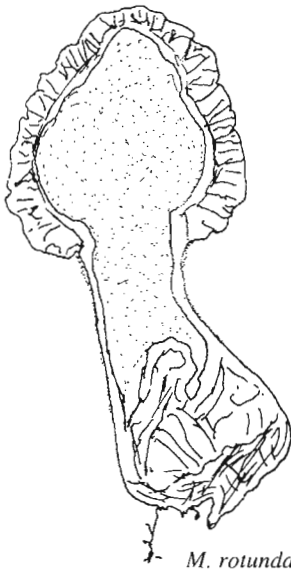
GALLI, Roberto. *Il genere Morchella in Lombardia*.

GRELET, L. J.. *Les Discomycetes de France*.

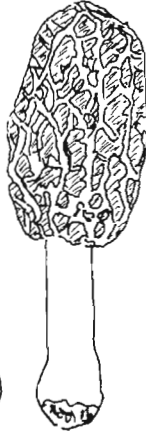
JACQUETANT, Émile. *Les Morilles*.

MARCHAND, André. *Champignons du Nord et du Midi*. Tomos 1 y 2.





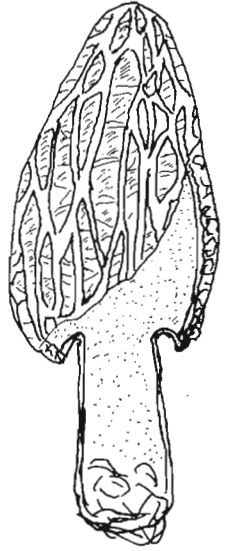
M. rotunda



M. vulgaris



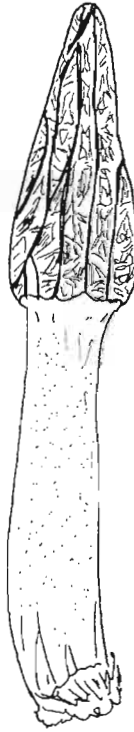
M. costata



M. deliciosa



M. angusticeps



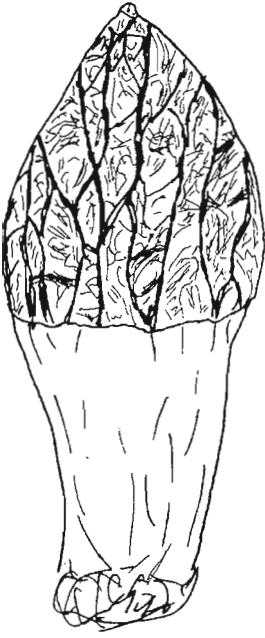
M. distans



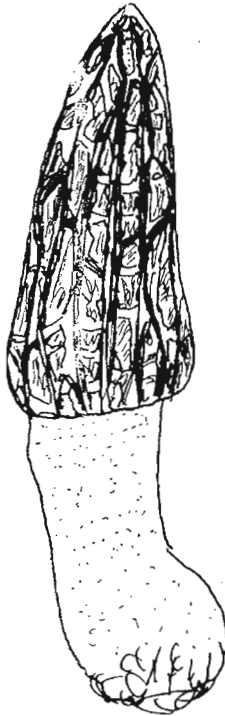
M. elata



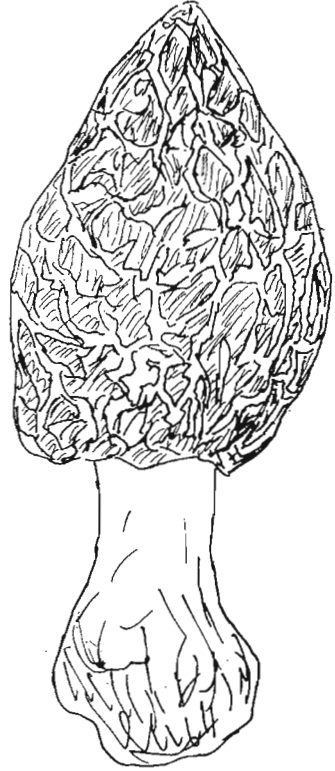
M. intermedia



M. conica



M. purpurascens



M. rielana

LA IMPORTANCIA DE LOS CARRIZALES EN LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD: EL GÉNERO *CIRCUS* EN LA JACETANIA

César PEDROCCHI RENAULT*

José Antonio GARCÉS ARBEA*

RESUMEN.—Se describe el papel ecológico de los carrizales de la Depresión Media pirenaica, como reservorio de fauna y en especial como lugar de nidificación de *Circus aeruginosus*, *C. cyaneus* y *C. pygargus*. Se citan los carrizales que existen en la actualidad y las agresiones que sufren.

ABSTRACT.—In this paper, the ecological role of the reedbeds in the Middle Pyrenean Depression as fauna reserves and particularly as nesting sites for the Hen Harrier, Montagu's Harrier and Marsh Harrier, is described. Present day existing reedbeds are mentioned and the aggressions they suffer are outlined.

KEY WORDS.—Reedbeds, *Circus*, Jacetania.

INTRODUCCIÓN

La estructura geomorfológica de la Depresión Media pirenaica, formando una superficie subhorizontal sobre las margas azules eocenas, con recubrimientos cuaternarios no siempre muy potentes, ofrece condiciones favorables al encharcamiento en las proximidades de manantiales o regatos temporales de drenaje escasamente estructurado.

* Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apdo. 64. E-22700 JACA (Huesca).

Esas superficies encharcadas no son comparables a lagunas, son simplemente áreas de suelo saturado de humedad gran parte del año, debido a la escasa permeabilidad de la capa edafizada (o de sedimentos cuaternarios) situada sobre las margas azules, que recibe el agua de un manantial o de un reguero. La saturación hídrica de tales zonas crea suelos pobres en aireación que son colonizados por vegetación especializada, en general de tallos huecos, lo que permite la ventilación de las raíces desde la atmósfera. Es el ambiente adecuado para el desarrollo, en nuestras latitudes, del carrizal, cuya especie típica es el carrizo o cañapita (*Phragmites australis*).

ESTRUCTURA Y USO DE LOS CARRIZALES JACETANOS

Ocupaban antiguamente amplias superficies llanas alrededor de manantiales o de cursos temporales. Sus características morfológicas fundamentales se componen de un estrato arbóreo representado por escasos pies de árboles ribereños, en general *Salix* sp. y *Populus* sp. El estrato dominante y que caracteriza la fitocenosis son dos hierbas de gran envergadura, de dos metros y más de altura, el mencionado carrizo, y, en zonas de mayor y más persistente encharcamiento, las eneas (*Tipha* sp.). Entre esas hierbas de gran porte, se desarrollan numerosas especies de hierbas de escaso porte y cobertura debido a la competencia por la luz que supone el espeso recubrimiento de las anteriores. Entre ellas podemos mencionar la salicaria (*Lithrum salicaria*), la menta de agua (*Mentha aquatica*) y la menta de lobo (*Lycopus europaeus*).

El carrizo (y la enea) es una planta rizomatosa, que brota cada año; realiza la fotosíntesis mediante la vía C-4, de modo que requiere grandes cantidades de agua y mucho calor. Su brotación es por lo tanto muy tardía, pero las cañas secas del año anterior no caen hasta después de la brotación de las nuevas de tal modo que el paisaje de «gran herbazal» perdura a lo largo de todo el año.

El carrizo maduro es muy fibroso y contiene gran cantidad de cristalillos de sílice que lo hacen inapropiado como pasto; por el contrario, mientras brota es comido incluso por las ovejas y desde luego por caballos y vacas. Las hierbas más pequeñas del carrizal, aunque no muy abundantes, son un pasto apreciado en todo tiempo pero especialmente en verano, ya que se mantienen frescas en los meses más calurosos.

El uso tradicional de los carrizales altoaragoneses ha sido ganadero, lo que ha propiciado (en ocasiones) una costumbre nefasta: la quema del carrizal para

producir un inexistente mayor desarrollo del pasto. Únicamente en aquellos lugares lagunares, donde la extensa inundación favorecía el desarrollo de grandes masas de enea, fueron utilizados para material base de elaboración de asientos de sillas.

Desde que se generalizó la utilización del tractor y por lo tanto desapareció el límite físico de esfuerzo de superficie labrada, los carrizales han sido lugares deseados para su «rescate». Es evidente que superficies encharcadas, en general con suelos deficitarios en aireación, tras ser drenados ofrecen suelos ricos en materia orgánica que, con poca o ninguna aportación de nutrientes, pueden producir durante algunos años buenas cosechas.

Así, es fácil comprender que en los últimos decenios la superficie de los carrizales haya disminuido drásticamente, mientras que los que sobreviven reciben constantes agresiones que permiten prever su desaparición en un plazo breve de tiempo. Sobre todo recientemente las concentraciones parcelarias han realizado costosos drenajes para su desecación, con la consecuencia de un fuerte deterioro ecológico a cambio de un mínimo de producción, que jamás amortizará la obra.

EL CARRIZAL COMO RESERVORIO DE FAUNA

La tendencia a homogeneizar el paisaje mediante grandes superficies de cultivo queda rota por diversos accidentes excesivamente costosos de nivelar. Barrancos, acúmulos de rocas, zonas encharcadizas, etc. son los únicos en romper la monotonía del paisaje creando alguna heterogeneidad que permite el incremento de diversidad vegetal y animal.

Los carrizales reúnen dos notables propiedades en relación con el incremento de la diversidad biológica. Por una parte, debido a la abundancia de agua del medio, son áreas de gran productividad, aptas para alimentar a una elevada biomasa de consumidores. Por otra parte, su frecuente encharcamiento y la tupida red de cañas, verdes o secas, que mantiene todo el año hacen del carrizal un excelente lugar, como área de reproducción o como refugio durante el resto del año. Su constante mayor acúmulo de biomasa animal es causa de la frecuente presencia de depredadores de amplio territorio, como grandes rapaces.

Faltan estudios sobre los carrizales de la Depresión Media pirenaica y por lo tanto no es posible la elaboración de amplias listas faunísticas, pero las observaciones realizadas hasta la fecha nos permiten citar, como importantes, las siguientes especies:

a) Aves: Cuando hay lámina de agua, zampullín común (*Podiceps ruficollis*), polla de agua (*Gallinula chloropus*), focha común (*Fulica atra*); entre el carrizo, rascón (*Rallus aquaticus*), polluelas chica y pintoja (*Porzana pusilla* y *P. porzana*), carricero tordal y carricero común (*Acrocephalus arundinaceus* y *A. scirpaceus*), ruiseñor bastardo (*Cettia cetti*) y buitrón (*Cisticola juncidis*); nidificantes, buscando alimento en otros lugares próximos, los tres aguiluchos ibéricos: lagunero, cenizo y pálido (*Circus aeruginosus*, *C. pygargus* y *C. cyaneus*).

b) Anfibios: En total han sido observados, por lo menos en alguno de los lugares que mencionamos, las siguientes especies: tritón palmeado (*Triturus helveticus*), sapos común, corredor y partero (*Bufo bufo*, *B. calamita* y *Alytes obstetricans*), rana común (*Rana perezi*), ranita de San Antonio y de cuneta (*Hyla arborea* y *Pelodytes punctatus*) y sapillo pintojo (*Discoglossus pictus*).

LOCALIZACIÓN DE LOS CARRIZALES DE LA DEPRESIÓN MEDIA

Barranco de Asuar: Situado en el término municipal de Sabiñánigo. Es un pequeño carrizal que se desarrolla entre el mencionado barranco y los drenes de los cultivos existentes en dirección a Pardinilla. El paso de ganado suele partirlo en dos y con frecuencia es quemado en invierno. Cuando no sucede tal cosa suele anidar aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*). Su localización en coordenadas UTM es 30TYN1312.

Balsas de Bescansa: Son tres balsas artificiales pero de notable antigüedad, rodeadas de pequeñas superficies de carrizo y enea y con un pequeño soto arbóreo. Su mayor importancia es como área de cría de anfibios, ya que allí pueden hallarse todas las especies mencionadas y, a pesar de que no se ha constatado su nidificación, es digno de mencionar el multitudinario dormidero de aguilucho pálido (*Circus cyaneus*) que se establece durante el invierno. Se sitúan las balsas en las proximidades de casa Bescansa, en la cuadrícula UTM 30TYN0716.

Balsas de los Fosatos: Son dos balsas cubiertas de carrizal en cuyo borde nidifica el aguilucho cenizo. Situadas en el término municipal de Santa Cilia, sus coordenadas UTM son 30TXN8915.

Carrizal del barranco Lozama: Situado en el término municipal de Bailo, parte de la fuente del Rey alargándose por el barranco hacia el sur. Es lugar tradicional de nidificación de aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*). Su localización UTM es 30TXN7809.

Carrizal de la pardina Cocorro: Es un amplio carrizal desarrollado a lo largo del barranco del Vergueral, en lugar muy resguardado y tranquilo. Es el menos estudiado, pero se ha detectado en él la nidificación de aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*). Se halla en el término municipal de Bailo, en las coordenadas UTM 30TXN7713.

Carrizal del Tomizar: Situado entre los términos municipales de Bailo y Berdún, era el más extenso y complejo de los carrizales de la Depresión Media pirenaica, el único en Europa en el que anidaron las tres especies de aguilucho. Los drenajes y roturaciones efectuados en la concentración parcelaria de 1993 han reducido las especies a *Circus aeruginosus* y *C. cyaneus* en 1994. De mantenerse activos los drenes realizados, el carrizal terminará por secarse en un plazo breve. Su localización en coordenadas UTM es 30TXN7412.

Carrizal de la paúl de Artaso: Alimentado por el manantial de San Salvador, en el arroyo de Artaso, es un extenso carrizal cuya humanización le resta importancia. Anida en él el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*). Se sitúa en el término municipal de Berdún, en las coordenadas UTM 30TXN7718.

Carrizal de la subida a la Sarda: Pequeño carrizal, inmediato a la carretera Jaca-Pamplona, muy alterado y con frecuencia incendiado. A pesar de ello algunos años anida en él el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*). Se halla en el término municipal de Berdún, coordenadas UTM 30TXN7816.

Carrizal de Cercito: Un pequeño carrizal en lugar poco accesible y recoleto del término municipal de Berdún, en coordenadas UTM 30TXN6718. En él anida el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*).

EL GÉNERO *CIRCUS* EN EL ALTOARAGÓN

Según la bibliografía consultada, existe una gran heterogeneidad en el comportamiento de los aguiluchos a lo largo de la Depresión Media y las Sierras Exteriores pirenaicas.

El aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) nidifica de forma muy escasa en Cataluña (MUNTANER *et al.*, 1984), únicamente en zonas húmedas del Ampurdán, el delta del Ebro y dos embalses estudiados por nosotros

(PEDROCCHI *et al.*, 1980) en la provincia de Lérida y que forman parte de la población del valle del Ebro central. En Navarra (ELÓSEGUI, 1985) es nidificante escaso y en regresión en el sur de la región, en zonas de regadíos que a duras penas sustituyen a las zonas palustres naturales desecadas, acumulando además el factor negativo de la intoxicación por pesticidas.

En el Altoaragón, no es escaso nidificante en carrizales de nuevas áreas transformadas por los regadíos ya antiguos del polígono de Monegros I y la Violada (Sariñena, Sotonera, Sangarrén, etc.), lugares privilegiados y centenarios en número de invernantes; además, en la Depresión Media, en los carrizales antes mencionados, es nidificante tradicional. En estos lugares, situados a una altitud media de unos 700 m s.n.m., la especie es estival y nidificante; desaparece durante el invierno, probablemente para formar parte de los invernantes del valle del Ebro.

El aguilucho cenizo, *Circus pygargus*, es el aguilucho ibérico por excelencia, poblador de todas las llanuras deforestadas de la península Ibérica, donde en general se ha especializado en la reproducción en las áreas de cultivos de cereal, especialmente cebada, lo que debido a la mecanización y a los nuevos usos agrícolas le cuesta prácticamente un cien por cien de fracasos en la nidificación. Siendo en otro tiempo una especie abundante y con no excesivos requerimientos ecológicos, es en la actualidad una de las especies que más irremediamente se ven abocadas a su extinción. Debido a ello, son numerosos los planes de protección que se desarrollan en las diversas autonomías, en general sin ningún resultado (CASTAÑO, 1993; planes de los grupos ANSAR, ALTARDA, FALCO, Generalitat de Catalunya, etc).

Con tales problemas, la población de aguiluchos cenizos se distribuye muy escasamente en Cataluña, con dos núcleos principales, el del Alto Ampurdán y el del valle del Ebro central. En Navarra y en el Altoaragón se distribuye por toda su superficie evitando los relieves pirenaicos y anidando, en la Depresión Media, en los carrizales citados, pero también en cultivos de cebada en los términos municipales de Santa Cruz de la Serós (¡en un antiguo carrizal, actualmente drenado!), Santa Cilia de Jaca y Navasa.

Por último, el aguilucho pálido, *Circus cyaneus*, es el más escaso en la península. Su distribución preferente, en lugares temperados del holártico y de Sudamérica, lo elimina de los lugares de clima mediterráneo; se distribuye fundamentalmente por la España húmeda, con escasa penetración hacia la meseta (ACCIPITER, 1981).

En Cataluña es nidificante local y escaso, en el Pirineo silíceo de la Cerdaña y el Alto Ripollés, a altitudes de 1.400 a 1.800 m s.n.m., aunque realiza trashumancias tróficas hasta los 2.000 m s.n.m. En Navarra es más frecuente, en toda la Navarra húmeda, Depresión Media y valles pirenaicos; al parecer, la población goza de buena salud y tiende a incrementar su número. En Aragón es especie rara nidificante. La especie se considera frecuente en invernada por toda la depresión íbera y Depresión Media pirenaica pero no nidificante (PEDROCCHI, 1978; ARAGÉS *et al.*, 1980; PEDROCCHI, 1987), hasta la aparición de la Enciclopedia Temática de Aragón, en la que en su tomo de fauna se citan las escasas parejas nidificantes en los Somontanos del oriente del Altoaragón, posteriormente citadas en MUNTANER (*op. cit.*). Así, éstas son las primeras citas de la especie como nidificante en el Alto Aragón occidental, en el que además se cita dormitorio comunitario en Bescansa y trashumancia estival, a finales de julio y agosto, de una familia con dos pollos en el monte Sayerri (Borau, Huesca), a 1.800 m s.n.m., alimentándose de saltamontes, durante una explosión demográfica de este grupo de invertebrados.

CONCLUSIONES

La Depresión Media pirenaica, debido a su geomorfología, altitud, clima y transformaciones zooantrópicas, reúne unas características que permiten el encuentro de fauna mediterránea junto a paleártica en general. Debido a ello, encontramos nidificando juntas las tres especies de aguiluchos del género *Circus* que se hallan en España.

El lugar de nidificación de las tres especies son los carrizales, si bien *Circus pygargus* muestra una cierta predilección por los cultivos de cereal.

Los carrizales, que dan una cierta heterogeneidad al paisaje monótono de los monocultivos cerealistas, incrementan notablemente la diversidad de tales zonas y son por lo tanto de muy elevado interés ecológico. Sin embargo, a pesar de que dicho biotopo está protegido por la ley de Aguas y las mencionadas especies de rapaces se hallan a su vez protegidas por la ley 4/89 de Conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres (BOE n.º 74, de 28 de marzo de 1989), por las directivas comunitarias referentes a las aves silvestres (91/244 CEE) y a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (92/43 CEE), las constantes agresiones que reciben los carrizales de la Depresión Media pirenaica hacen pensar en su inmediata desaparición, junto con las especies animales que albergan.

BIBLIOGRAFÍA

- ACCIPITER (Grupo Ornitológico) (1981). Aguilucho pálido. *Ardeola*, 28: 155. Madrid.
- ARAGÉS, A. *et al.* (1980). *Fauna de Aragón: Las aves*. Guara Editorial. Zaragoza.
- CASTAÑO, J. P. (1993). Protección de aguiluchos cenizos y pálidos frente a la siega. *Quercus*:16-19. Madrid.
- ELÓSEGUI ALDASORO, J. (1985). *Atlas de las aves nidificantes de Navarra*. Caja de Ahorros de Navarra. Pamplona.
- MUNTANER, J. *et al.* (1983). *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya i Andorra*. Ed Ketres. Barcelona.
- PEDROCCHI RENAULT, C. (1978). *Las aves de Aragón*. Librería General. Zaragoza.
- PEDROCCHI RENAULT, C. (1980). El poblamiento ornítico de dos embalses de la provincia de Lleida. *Ilerda*, 41: 161-163. Lérida.
- PEDROCCHI RENAULT, C. (1986). *Enciclopedia Temática de Aragón*, vol. 2: Fauna. Moncayo. Zaragoza.
- PEDROCCHI RENAULT, C. (1987). *Fauna ornítica del Alto Aragón occidental*. Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología, 1. Jaca.

ESQUEMA DE LA VEGETACIÓN DEL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO, MÁS SU ZONA PERIFÉRICA

Luis VILLAR PÉREZ*

José Luis BENITO ALONSO*

RESUMEN.—Relación comentada de las principales comunidades vegetales del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (alianzas o asociaciones) con sus especies más representativas. Seguimos una zonación altitudinal desde el piedemonte mediterráneo (una unidad) hasta la alta montaña alpina (nueve unidades), pasando por el piso montano, el más variado (quince unidades), el oromediterráneo (tres unidades) y el subalpino (trece unidades). Un 83% de las alianzas pertenece a la región eurosiberiana, el 16% a la región mediterránea y el 6% a la región boreoalpina. Se añade como apéndice el esquema fitosociológico.

ABSTRACT.—An itemised list of the principle vegetable communities of the National Park of Ordesa and Monte Perdido (by alliances or associations), with its most representative species. The zone demarcation is determined by altitude, starting from the mediterranean foothills (one unit) and rising to the high alpine mountain areas (nine units), passing through the montane level, which has the most variety (fifteen units), the mediterranean hilltop level (three units) and the subalpine level (thirteen units). About 83% of the alliances belong to the eurosiberian region, 16% to the mediterranean region, and 6% to the borealpine region. The appendix provides a phytosociological list.

KEY WORDS.—Vegetation, National Park of Ordesa and Monte Perdido, Pyrenees, Spain, phytosociology.

* Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apdo. 64. E-22700 JACA (Huesca).
Correo electrónico: ipeba01@PINARI.CSIC.ES

INTRODUCCIÓN

Fundado en 1918 como primer espacio protegido del Pirineo, el Parque Nacional de Ordesa comprendía 2100 ha en el valle del Arazas, pero con su ampliación en 1982 cambió su denominación por la que encabeza este artículo y alcanzó sus 15.608 ha actuales; si añadimos la zona periférica abarca terrenos de otros cuatro valles: Bujaruelo, Añisclo, Escuaín y Pineta (véase mapa).

A los paisajes propios de los pisos montano y subalpino se sumaron otros nuevos tanto por el ápice mediterráneo del río Bellos como por la alta montaña alpina en los macizos de las Tres Sorores, Viñamala y La Munia. Todo ello aumentó considerablemente su biodiversidad; si bien LOSA y MONTSERRAT (1947) comentaron 500 plantas vasculares del valle de Ordesa, hoy su número se aproxima a las 1.300 especies, casi la mitad de la flora del Pirineo. Paralelamente, unos 60 endemismos —un tercio del total— se hallan bien representados en el Parque, con señaladísimas poblaciones para el Pirineo español: *Androsace cylindrica*, *A. pyrenaica*, *Silene borderi*, etc.

Los suelos son muy variados, desde los profundos forestales en hondonadas hasta los pedregosos e iniciales de laderas y cimas, más los suelos con aportes «poésicos» (HERNANDO-COSTA *et al.*, 1986) de algunas crestas o mesetas. Son predominantes los de naturaleza caliza (RÍOS *et al.*, 1982, 1989), pero hay areniscas intercaladas, sedimentos morrénicos y cuaternarios, así como granitos y esquistos en la zona periférica.

Grosso modo podemos decir que el clima del Parque presenta tres rasgos destacados: a) la influencia de los frentes oceánicos, que viniendo del W-NW quedan detenidos por la enorme muralla de varios macizos de más de 3000 m y provocan un régimen de precipitaciones con máximos de abril y noviembre; b) la larga innivación de la alta montaña, donde hallamos condiciones subalpinas y alpinas modificadas, y c) la influencia del clima mediterráneo-continental, que impone la cercanía de la Depresión del Ebro: elevada insolación, oscilaciones térmicas diurnas o estacionales acusadas, régimen de precipitaciones con máximos equinociales y torrencialidad, sobre todo estival. Para el refugio de Góriz, punto central del Parque situado a 2215 m, BALCELLS & GIL (1992) han registrado precipitaciones nivales máximas en primavera, con un paso brusco a las condiciones estivales, cielos muy despejados y períodos relativamente secos en invierno; estas condiciones recuerdan a las de la montaña mediterránea.

Faltaba estudiar el paisaje vegetal, cuya diversidad sintetiza las anteriores condiciones del medio físico y, además, refleja la actuación del hombre. Aunque

había mapas antiguos, como el de MONTERRAT (1971), que rozaban el territorio u otros documentos sintéticos como el de RIVAS MARTÍNEZ (1986) o los de DUPIAS *et al.* (1983), más algunos no publicados (SÁINZ OLLERO *et al.*, 1981; REMÓN & MONTERRAT, 1986), eran necesarios estudios más detallados, no sólo para poner de relieve el incalculable valor de este patrimonio natural, sino también para orientar la futura gestión y para atender las crecientes necesidades científicas y didácticas.

Con el fin de llenar esta laguna, el ICONA y el CSIC suscribieron un convenio para cartografiar las comunidades vegetales del Parque. En este contexto, durante los años 1990-93 hemos cartografiado la vegetación del área protegida y su zona periférica a escala 1: 25.000 (VILLAR *et al.*, 1993a). Esperamos publicar el correspondiente mapa a color, pero mientras tanto nos parece oportuno presentar aquí un avance de la leyenda detallada.

METODOLOGÍA SEGUIDA

Revisando los trabajos de BOLÒS & VIGO (1984) y RIVAS MARTÍNEZ *et al.* (1991), las memorias doctorales de GÓMEZ (1986) y MONTERRAT (1986) o los trabajos recientes de CARRERAS *et al.* (1993) y NINOT *et al.* (1993), entre otros, pronto se llegó a fijar las unidades a cartografiar, que se corresponden con alianzas fitosociológicas, asociaciones o complejos de comunidades.

Mediante la interpretación de los fotogramas aéreos del vuelo realizado por el IRYDA el año 1977 a escala aproximada 1: 18.000, se procedió a la delimitación de manchas de vegetación y su comprobación sobre el terreno. Para terminar, se restituyó esta información en el mapa topográfico, junto con diversos símbolos y números.

Todo ello nos ha permitido reconocer en esta zona 20 clases de vegetación, que incluyen 37 órdenes, 52 alianzas y 78 asociaciones. Algunas de estas unidades fueron descritas a partir de inventarios del territorio del Parque, desde los trabajos clásicos de CHOUARD (1934, 1943a, 1943b, 1949) y QUÉZEL (1956), hasta los de RIVAS MARTÍNEZ (1988) o RIVAS MARTÍNEZ *et al.* (1991). Se adjunta la lista de las comunidades vegetales en forma de esquema sintaxonómico en el Anexo.

ESQUEMA DE LA VEGETACIÓN DEL PARQUE

En este trabajo hemos intentado sintetizar la información plasmada en el mapa de vegetación. Debido a que en el actual territorio del Parque y su zona

periférica se da un desnivel importante, de unos 2600 m desde Añisclo hasta la cima del Perdido, nos ha parecido conveniente dar a conocer su vegetación ordenándola siguiendo una zonación altitudinal, lo que se denominan pisos de vegetación. Comentaremos a continuación las 41 unidades que distinguimos, desde el piso basal mediterráneo (una sola unidad), a unos 750 m de altitud, hasta el piso subnival de las cumbres, entre 2800 y 3355 m (dos unidades), pasando por las quince unidades del piso montano, tres del piso oromediterráneo, trece del subalpino y siete del alpino.

Aparte del aspecto general de la comunidad (bosque, matorral, pasto, etc.), anotamos también información florística y fitosociológica, pero nos interesa destacar las especies indicadoras o características, área de distribución, riqueza en especies endémicas cuando proceda, su situación con respecto a la exposición y otros factores, así como aspectos dinámicos en relación con el fuego, pastoreo, etc. Así mismo incluimos un perfil altitudinal de los bosques del Parque (Fig. 1) y varios esquemas sintéticos por tipos de vegetación: bosques (Fig. 2), pastos (Fig. 3), vegetación rupícola (Fig. 4) y vegetación glareícola (Fig. 5).

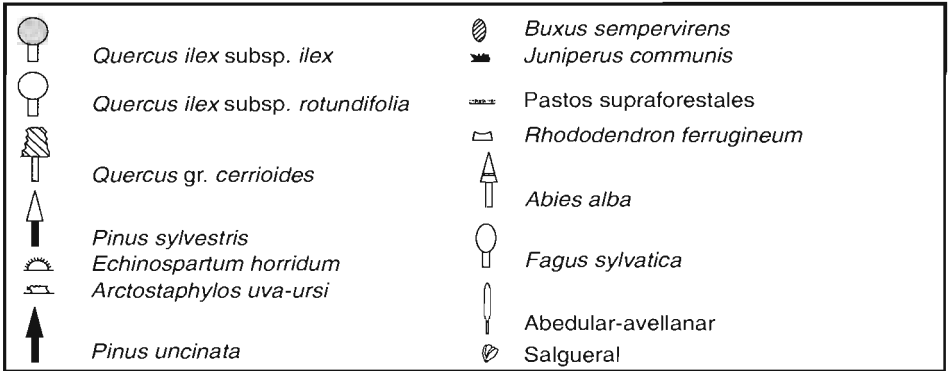
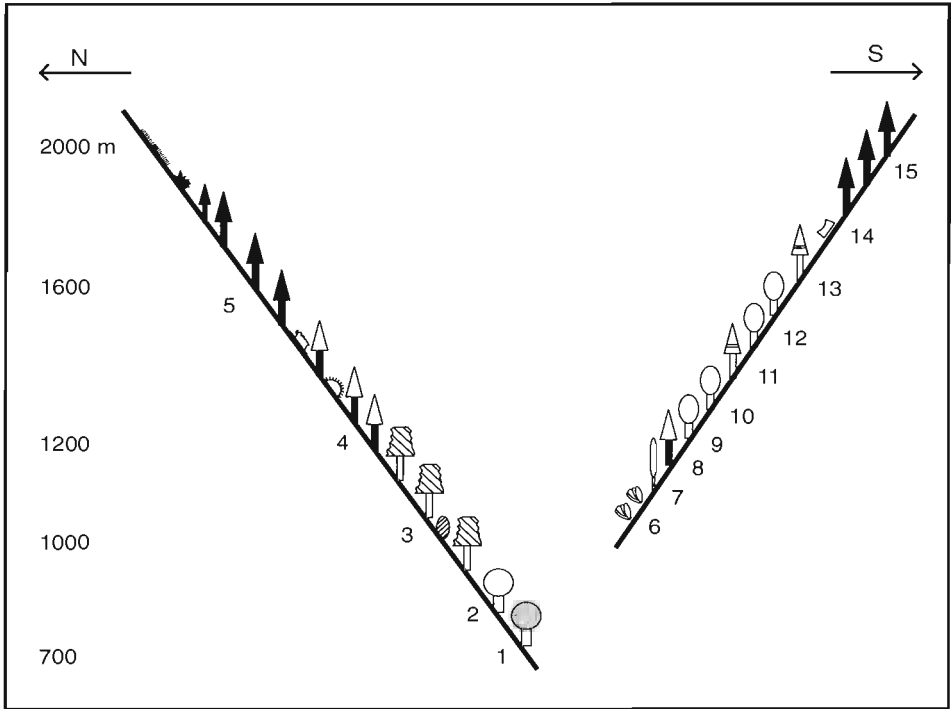
1. Piso basal mediterráneo

Está representado únicamente por el encinar con madroño y durillo (*Viburno-Quercetum ilicis*, *Quercion ilicis*) en el ápice inferior de Añisclo (La Barona-Gallisué, cerca de la fuente de los Suspiros), a unos 750 m. Este fragmento del bosque esclerófilo litoral se conserva aislado entre quejigales y carrascales montanos, en el punto más bajo y abrigado de todo el Parque, sobre sustrato calizo y en un ambiente fresco (VILLAR *et al.*, 1993b).

Junto a las especies dominantes (encina de hoja larga, *Quercus ilex* subsp. *ilex*, y los arbustos laurifolios *Arbutus unedo* —madroño— y *Viburnum tinus*), encontraremos cornicabra (*Pistacia terebinthus*), la madreSelva mediterránea (*Lonicera implexa*), *Rubia peregrina*, *Phillyrea latifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Polypodium cambricum*, *Asplenium oopteris*, entre otras especies termófilas, más propias de los lugares abrigados del Somontano de Guara-Barbastro y litoral mediterráneo (GÓMEZ, 1986).

2. Piso montano

Entre los 900 y 1800 m hay gran variedad de tipos de vegetación, desde los carrascales con boj y los quejigales submediterráneos a los salguerales y bos-



- | | |
|---|---|
| 1. Encinar (<i>Viburno-Quercetum ilicis</i>) | 8. Pinar musgoso (<i>Hylocomio-Pinetum sylvestris</i>) |
| 2. Carrascal (<i>Buxo-Quercetum rotundifoliae</i>) | 9. Hayedo acidófilo (<i>Luzulo-Fagetum</i>) |
| 3. Quejigal (<i>Buxo-Quercetum pubescentis</i>) | 10. Hayedo atlántico (<i>Scillo-Fagetum</i>) |
| 4. Pinar con erizón (<i>Echinosparto-Pinetum sylvestris</i>) | 11. Abetales (<i>Festuco-Abietetum</i> y <i>Goodyero-Abietetum</i>) |
| 5. Pinar oromediterráneo (<i>Arctostaphylo-Pinetum uncinatae</i>) | 12. Hayedo con boj (<i>Buxo-Fagetum</i>) |
| 6. Salgueral (<i>Salicetum lambertiano-angustifoliae</i>) | 13. Abetal subalpino (<i>Rhododendro-Abietetum</i>) |
| 7. Avellanar (<i>Brachypodio-Fraxinetum excelsioris</i>) | 14. Pinar acidófilo (<i>Saxifrago-Rhododendretum</i>) |
| | 15. Pinar calcícola (<i>Pulsatillo-Pinetum uncinatae</i>) |

Fig. 1. Perfil de los bosques del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

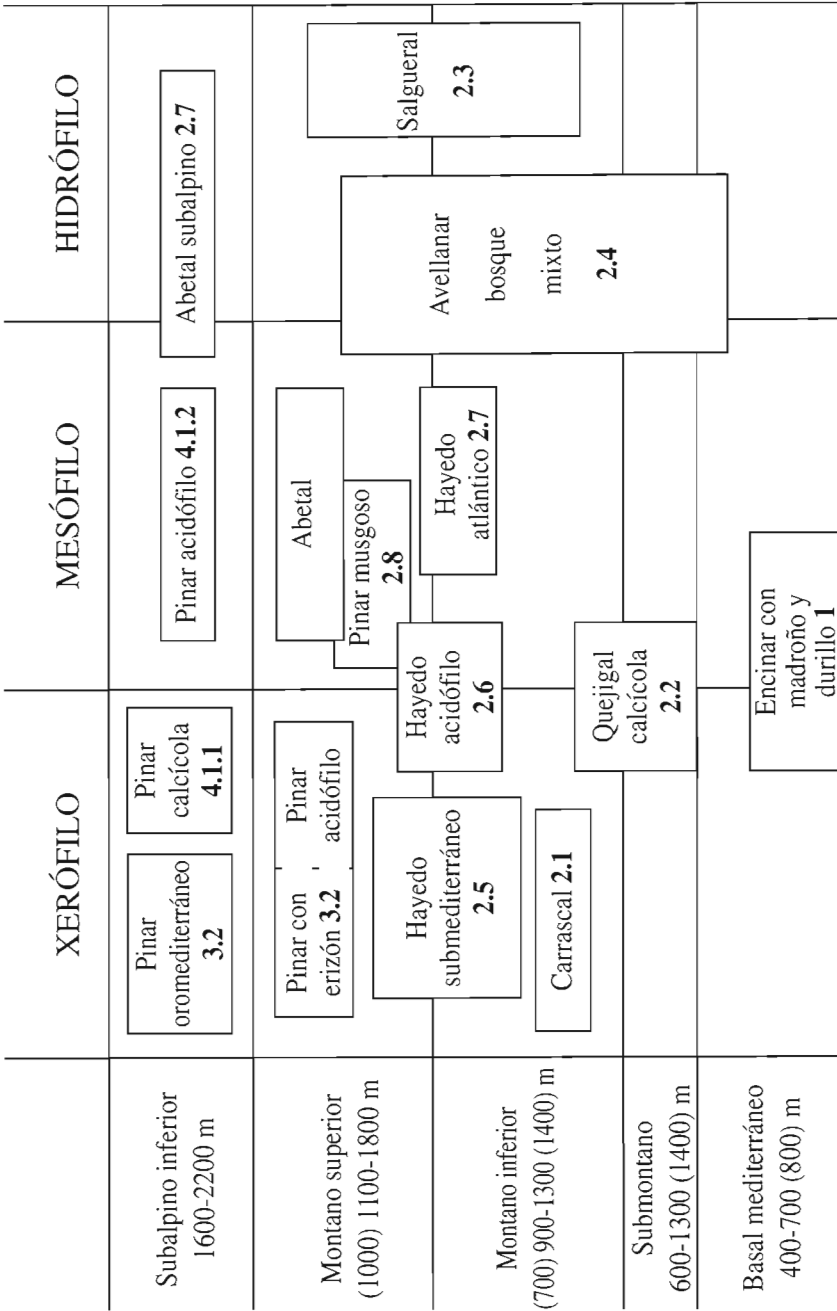


Fig. 2. Situación de los bosques del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido en relación con la altitud y la humedad.

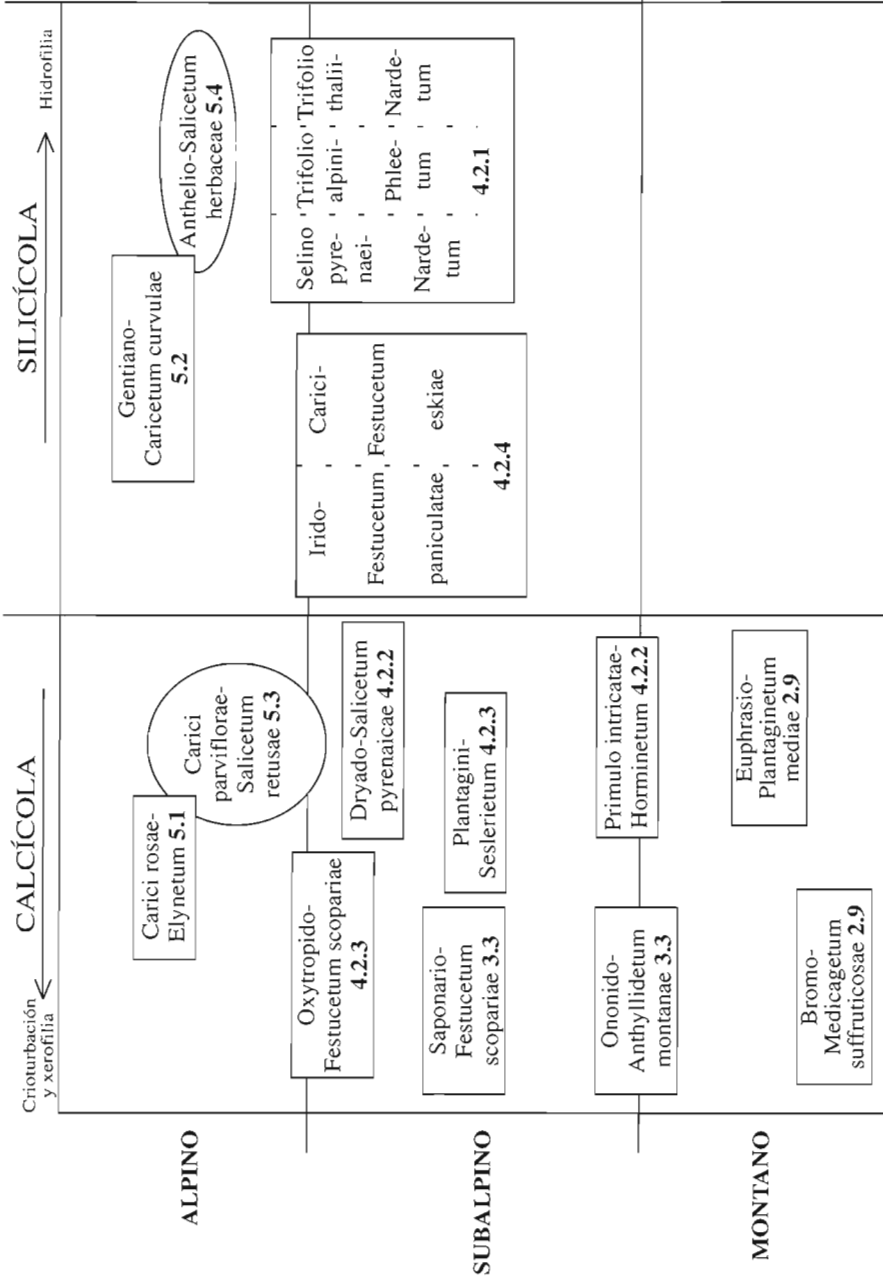


Fig. 3. Esquema de los pastos del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

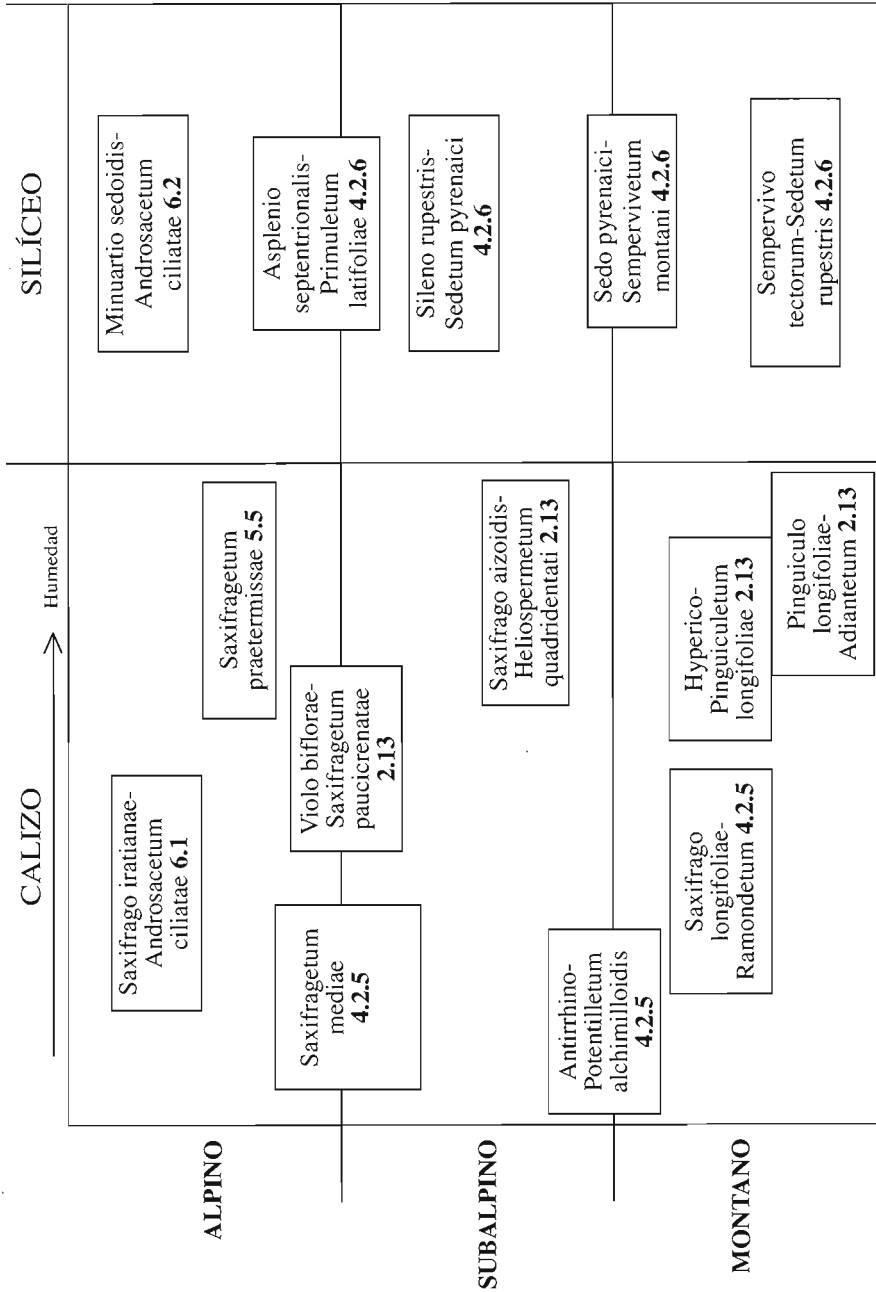


Fig. 4. Esquema de la vegetación rupícola del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

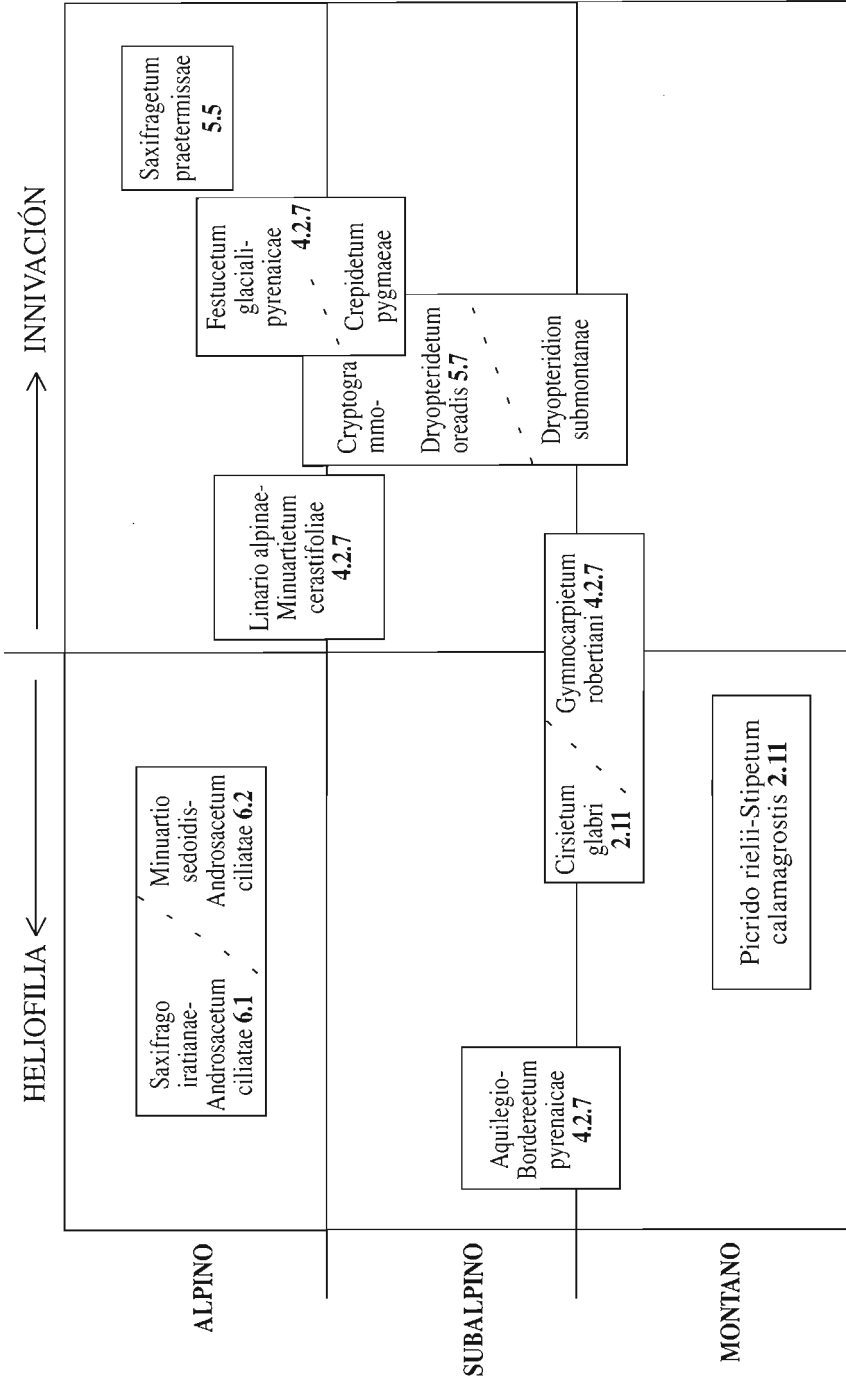


Fig. 5. Esquema de la vegetación glareícola del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

ques mixtos, más los pinares musgosos, los hayedos o abetales con sus comunidades megafórbicas, los pastos mesófilos, la vegetación rupícola y por fin los prados de siega.

2.1. Carrascal montano (*Buxo-Quercetum rotundifoliae*, *Quercion ilicis*). Dominados por *Quercus ilex* subsp. *ballota* (= *Q. rotundifolia*), estos bosquetes de afinidad continental se hallan entre 900 y 1200 (1400) m, particularmente en salientes rocosos expuestos al viento, tanto calcáreos como areniscosos. Desde la Depresión del Ebro presenta avanzadillas en valles y desfiladeros pirenaicos como los de Añisclo y Escuaín, donde proporciona bellos ejemplos de inversión en los pisos de vegetación, por encima de los hayedos. Precisamente, estos isleos del carrascal ibérico señalan aquí su límite septentrional europeo. Van acompañados de boj (*Buxus sempervirens*), chinebro (*Juniperus oxycedrus*), sabina negra (*Juniperus phoenicea*), romero (*Rosmarinus officinalis*) en Añisclo, *Lonicera etrusca* y en el estrato herbáceo *Teucrium chamaedrys*, *Ruscus aculeatus*, helechitos como *Asplenium adiantum-nigrum* y *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens*, etc.; sobre areniscas mencionemos especies acidófilas como la brechina (*Calluna vulgaris*) y *Chamaecytisus supinus*.

Cuando el carrascal se altera por incendio, pastoreo, carboneo, etc., queda sustituido por matorrales submediterráneos de boj y chinebros o bien por pastos de la alianza *Aphyllanthion*.

2.2. Quejigal calcícola submediterráneo (*Buxo-Quercetum pubescentis*, *Quercion pubescenti-petraeae*). 900-1500 (1700) m. Los quejigos o cajicos (*Quercus* gr. *faginea*) son árboles muy rústicos; resisten más el frío que la carrasca y prefieren suelo algo más profundo, todo ello en una atmósfera que provoca menor transpiración. Establecen la transición entre la vegetación mediterránea de hoja dura y los pinares o hayedos eurosiberianos. Son bosques escasos en el Parque (Torla, Añisclo y Escuaín), pues fueron muy explotados para establecer cultivos de arado, pastoreo de invierno o leñas; ahora lo normal es ver el quejigo mezclado con pino albar, carrasca u otros árboles.

El boj (*Buxus sempervirens*) domina el estrato arbustivo y suelen encontrarse también *Melittis melissophyllum*, *Primula veris* subsp. *canescens*, *Geum sylvaticum*, etc. Una vez más, si el suelo se acidifica veremos *Calluna vulgaris*, *Hypericum montanum* o *Chamaecytisus supinus*. Cuando se aclara el quejigal entran a favor de la luz los enebros (*Juniperus communis*), la betataina (*Viburnum lantana*), el cornejo o sangunillo (*Cornus sanguinea*), abundante senera (*Amelanchier ovalis*), *Coronilla emerus*, *Cytisus sessilifolius*, *Lonicera*

xylosteum, etc. La degradación del quejigal da lugar a matorrales de boj y a pastos del *Mesobromion*.

2.3. Bosquetes de ribera —salguerales— (*Salicetum lambertiano-angustifoliae*, *Salicion albae*). 1200-1500 m. Colonizan las gravas de los ríos pirenaicos sometidas a las avenidas. El arbusto dominante es *Salix elaeagnos* subsp. *angustifolia*, pero son frecuentes también otras sargas como *S. purpurea* o *S. atrocinearea* y en menor medida *S. triandra*, con *S. alba* (de porte arbóreo, salguera o salzera). Además, en el valle de Pineta hallamos *S. daphnoides* como única localidad del Pirineo aragonés y de las pocas ibéricas. También salpican esta comunidad el chopo (*Populus nigra*), el abedul (*Betula pendula*), el tremolín o tremoleta (*Populus tremula*), *Myricaria germanica* (Pineta), fresnos, *Solanum dulcamara*, *Lythrum salicaria* (hierba tripera), *Saponaria officinalis*, *Petasites paradoxus* (Pineta) y una reliquia del último período interglaciar, igualmente conservada en el Pirineo aragonés, como es el espino amarillo (*Hippophae rhamnoides*, Torla).

Además de los salguerales de Pineta, algunas manchas puntuales o fragmentarias se observan en Bujaruelo, Ordesa y pocos lugares más.

2.4. Avellanar-bosque mixto (*Brachypodio-Fraxinetum excelsioris* —*Carpinion*— y comunidades afines de la alianza *Tilio-Acerion*). 700-1400 m. Comunidades ricas en árboles caducifolios, se desarrollan en barrancos o piedemontes sobre suelo coluvial o pedregoso y húmedo, en una atmósfera fresca, a pesar del clima general de tendencia continental. Entre las especies arbóreas mencionemos el fresno de hoja ancha (*Fraxinus excelsior*), avellano (*Corylus avellana*), *Populus tremula*, serbales y mostajos (*Sorbus aria*, *S. aucuparia*), el tilo o tilera (*Tilia platyphyllos*), abedul (*Betula pendula*), arces (*Acer opalus*, *A. campestre*) y olmo de montaña (*Ulmus glabra*); en el sotobosque fresco y húmedo casi nunca faltan las hierbas nemorales como *Brachypodium sylvaticum*, *Primula vulgaris*, *Mercurialis perennis*, *Lamium galeobdolon*, *Ranunculus nemorosus*, etc.

Muchos avellanares y fresnedas fueron transformados en prados de siega, quedando reducidos a setos, como vemos en la zona periférica del Parque, junto a Torla y Fanlo. Sin embargo, hay buenos ejemplos de bosque mixto en los desfiladeros y cañones del Parque, «canaleras» de alud, así como barrancos que atraviesan los hayedos.

2.5. Hayedos submediterráneos de suelo calizo (*Buxo-Fagetum sylvaticae*, *Fagion*). (900)-1200-1600-(1800) m. En el límite de su área encontramos estos

bosques caducifolios con plantas de quejigal como *Buxus sempervirens*, *Hepatica nobilis*, *Helleborus foetidus*, *Primula veris* subsp. *canescens*, etc. Entre sus especies características mencionaremos *Doronicum pardalianches*, *Neottia nidus-avis*, *Luzula sylvatica*, *Cephalanthera longifolia*, *C. rubra*, *Daphne laureola* subsp. *philippi*, *Carex digitata*, el helecho *Polystichum aculeatum*, etc.

Esta comunidad forestal coloniza y retiene los suelos coluviales, pedregosos, en las umbrías o cañones frescos. Son extensas las masas mixtas de haya con pino royo (*Pinus sylvestris*) y a veces la frondosa está asociada con el abeto, *Abies alba*. Debemos destacar también la presencia del tejo (*Taxus baccata*), sobre todo en Bujaruelo, donde llega a formar bosquetes o «taxeras».

Hay buena representación de estos hayedos submediterráneos en todos los valles del Parque; además, en la zona periférica fueron explotados al menos hasta los años 60. Como ocurría con los quejigales, cuando se degradan son sustituidos por matorrales de boj o pastos del *Mesobromion*.

2.6. Hayedos acidófilos (*Luzulo niveae-Fagetum*, *Fagion*). 1300-1500 m. Ciertas masas puras de haya o rodales con abeto nos indican areniscas decalcificadas, siendo escasas en el Parque (Ordesa, cabecera del Ara). Su estrato arbustivo está poco desarrollado y asimismo el estrato herbáceo sólo recubre del 20 al 40% (CARRERAS *et al.*, 1993).

Nunca faltan los arándanos o «anayones» (*Vaccinium myrtillus*), más otras especies acidófilas como *Deschampsia flexuosa*, *Veronica officinalis*, *Calluna vulgaris*, *Lathyrus linifolius*, *Blechnum spicant*, y sobre todo las juncáceas exclusivas de esta comunidad como *Luzula nivea* o las rarísimas *L. flavescens* y *L. pilosa* (Turieto), etc.

2.7. Hayedos atlánticos (*Scillo-Fagetum sylvaticae*, *Fagion*). 1300-1800 m. Este bosque de las nieblas nos recuerda a los hayedos franceses o navarros, netamente oceánicos. También suele ir acompañado de abeto (*Festuco-Abietetum* en el piso montano y *Rhododendro-Abietetum* en el subalpino bajo acidificado) y a la sombra de ambos encontramos gran variedad de especies nemorales del manto como *Scilla lilio-hyacinthus*, *Galium odoratum*, *Melica uniflora*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Athyrium filix-foemina*, *Polystichum setiferum*, *Pulmonaria affinis*, *Cardamine heptaphylla*, *Viola reichenbachiana*, *Mycelis muralis*, *Actaea spicata*, *Paris quadrifolia*, *Geranium robertianum*, *Oxalis acetosella*, *Monotropa hypopitys*, *Neottia nidus-avis*, *Luzula sylvatica*, *Saxifraga umbrosa*, *Lathyrus laevigatus*, *Hieracium* gr. *murorum*, *Anemone nemorosa*,

A. ranunculoides (muy escasa, Pineta, Añisclo), *Galium rotundifolium* (bajo abeto), la famosa lengua cervuna o «mermasangre» (*Phyllitis scolopendrium*) y la bellísima orquídea *Cypripedium calceolus*. Cabe añadir la *Calamintha grandiflora*, labiada cuya única población pirenaico-central se encuentra en el hayedo de Ordiso (valle de Bujaruelo) (PÉREZ, SESÉ & VILLAR, 1993).

Estos hayedos con *Scilla* constituyen magníficos ejemplos de esos islotes de vegetación atlántica o «pozos de oceanidad» (MONTSERRAT, 1981) propios de los cañones del Pirineo central, que en el Parque se localizan en Bujaruelo, Ordesa y Pineta, por lo general bien conservados.

2.8. Pinares musgosos (*Buxo-Quercetum hylocomio-pinetosum* + *Hylocomio-Pinetum catalaunicae*, *Deschampsio-Pinion*). 1200-1700 m. Desde un punto de vista geobotánico se sitúan entre el quejigal y el abetal. Llevan una alfombra densa de musgos que capta y reserva humedad para el suelo; se trata de *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Pseudoscleropodium purum* y otros. Como especies más comunes del estrato herbáceo citemos las acidófilas que ya conocemos *Deschampsia flexuosa*, *Lathyrus linifolius*, *Luzula nivea*, *Vaccinium myrtillus*, más *Gentiana lutea* subsp. *montserratii*, *Polypodium vulgare*, *Galium verum*, así como diversas especies de la familia *Pyrolaceae*, mostajos (*Sorbus aria*), *Stachys officinalis*, *Cephalanthera longifolia*, *Polygonatum odoratum*, *Daphne laureola*, *D. mezereum*, etc.

El pinar de pino royo ha ocupado los vacíos del quejigal (*Buxo-Quercetum pubescentis hylocomio-pinetosum*), tras los aclareos para leñas y pastos, tanto en el Parque como en su zona periférica. De este modo hoy no son raras las masas mixtas de ambos árboles. Generalmente expuestos al W o al N, estos bosques forman rodales en Bujaruelo, Ordesa, Añisclo y Pineta, si bien son más frecuentes en la zona periférica.

2.9. Pastos mesófilos densos (*Mesobromion*). Los céspedes dominados por *Bromus erectus* suelen estar formados casi exclusivamente por hierbas perennes, la mayoría de ellas con hojas en roseta a ras de suelo (hemicriptófitos). Requieren suelo profundo húmedo y atmósfera sin sequía veraniega.

Como plantas características cabe citar la milenrama (*Achillea millefolium*), los llantenos (*Plantago media*, *P. lanceolata*), *Ranunculus bulbosus*, el cuajaleches (*Galium verum*), *Centaurea scabiosa*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *Rhinanthus mediterraneus*, etc. Habría que añadir el lastón (*Brachypodium pinnatum*), que puede formar manchas densas en lugares inclinados, indicándonos suelo algo menos húmedo. En suelo acidificado presenta un número impor-

tante de especies acidófilas como son *Vincetoxicum hirundinaria* subsp. *intermedium*, *Stachys officinalis*, *Danthonia decumbens*, la brecina (*Calluna vulgaris*), *Deschampsia flexuosa*, *Senecio adonidifolius*, *Jasione montana*, *Luzula campestris*...

Estos pastos los encontramos en el dominio potencial de diversos tipos de bosque, debido a que fueron labrados y pastoreados por todo el Parque y su zona periférica (VILLAR, ROMO & PERDIGÓ, 1993; VILLAR *et al.*, 1988), desde el piso montano a la base del subalpino.

De los pastos del *Mesobromion*, la asociación *Euphrasio-Plantaginetum mediae* es la más extendida sobre suelo carbonatado. Tiene su óptimo en el dominio de los quejigales submediterráneos del *Buxo-Quercetum pubescentis* (FONT, 1993).

2.10. Comunidades megafórbicas de los pisos montano y subalpino (*Adenostylian alliariae*). Asociaciones de esplendorosas hierbas con hojas grandes, planas y tiernas (megaforbias), que responden a topoclimas húmedos y a suelos generalmente ricos en materia orgánica. Se encuentran sobre todo al pie de roquedos sombríos, junto a canaleras de alud o en los claros de bosques húmedos, formando pequeñas manchas. Algunos fragmentos colonizan los márgenes de torrentes y arroyos, en medio de bloques («bolos») majadeados, etc.

Llaman la atención la compuesta *Adenostyles alliariae*, los acónitos (*Aconitum napellus* y *A. vulparia* subsp. *neapolitanum*, tóxicos ambos), la belladona (*Atropa bella-donna*), *Ranunculus platanifolius*, las umbelíferas *Heracleum sphondylium* («cecuta»), *Laserpitium latifolium*, *Chaerophyllum aureum* y *Molopospermum peloponnesiacum*, esta última orófito que señala su límite occidental absoluto pirenaico y europeo en el valle de Bujaruelo, como única población conocida del Parque. También cabe destacar los endemismos pirenaicos *Angelica razulii* y *Stemmacantha centauroides*, la *Valeriana pyrenai-ca*, *Geranium sylvaticum*, *Scrophularia alpestris*, *Polygonatum verticillatum*, *Trollius europaeus*, *Astrantia major*, etc.

Pueden verse en Bujaruelo, Ordesa, Pineta y otros sitios.

2.11. Vegetación de las gleras y piedemontes consolidados (*Picrido rielii-Stipetum calamagrostis*, *Stipion calamagrostis*). Coloniza depósitos de ladera calizos más o menos consolidados del piso montano, pudiendo ascender al subalpino. Casi todas sus especies presentan fuertes sistemas radicales que las anclan en el sustrato para frenar el arrastre coluvial y, ante la caída de piedras,

rebrotan con fuerza. Mencionaremos *Stipa* (= *Achnatherum*) *calamagrostis*, *Laserpitium gallicum*, *L. siler*, *Ligusticum lucidum*, *Seseli libanotis*, *Pimpinella saxifraga* y *Rumex scutatus*, más otras especies destacadas como la rara *Scabiosa graminifolia* (Pineta).

Además de las citadas anteriormente, podemos mencionar como especies típicas de las gleras montanas *Galeopsis angustifolia*, *Bupleurum falcatum*, una colleja (*Silene vulgaris* subsp. *glareosa*), *Melica ciliata*, *Picris hieracioides*, *Nepeta nepetella*, *Scrophularia crithmifolia*, *Cirsium glabrum* (cardo endémico del Pirineo), *Linaria supina*, *Teucrium pyrenaicum*, *Centranthus lecoqii*, etc. Esta comunidad pionera se extiende por las gleras de todos los valles del Parque y zona periférica.

2.12. Vegetación fisurícola del piso montano (*Asplenion petrarchae*). En los roquedos calizos extraplomados y secos de Añisclo, la comunidad de *Sarcocapnos enneaphylla* (fumariácea mediterránea) y el endémico *Petrocoptis crassifolia*, más el té de roca (*Jasonia saxatilis*), etc., salpican las grietas y rellanos desde 800 m, llegando alguna de sus especies hasta más de 1700 m de altitud. Como especies acompañantes citemos *Parietaria diffusa*, *Asplenium trichomanes*, *Bupleurum angulosum*, *Thymelaea dioica*, *Asplenium ruta-muraria*, *Lonicera pyrenaica* y otras especies. Véase también la alianza *Saxifragion mediae* (epígrafe 4.2.5.).

2.13. Comunidades de roquedos calizos rezumantes (*Adiantion*, *Cystopteridion*). Cuando por el roquedo se filtra agua y gotea o rezuma buena parte del año se crían algunos musgos (principalmente *Eucladium verticillatum*) y sobre todo la decorativa atrapasomas endémica del Pirineo central (*Pinguicula longifolia* subsp. *longifolia*), *Hypericum nummularium*, más el helecho frágil (*Cystopteris fragilis*). Al pie de estas singulares cuevas vemos culantrillo de pozo o «hierba meadera» (*Adiantum capillus-veneris*) y *Carex brachystachys*, ciperácea de hoja finísima. Aunque estas poblaciones abundan extraordinariamente en Añisclo, también se observan en Ordesa, Escuaín y otros lugares.

2.14. Herbazales propios de toscares y manantíos calizos (*Molinion caeruleae*). Comunidades que se desarrollan sobre suelos ricos en bases, en torno a fuentes y toscares que llegan a secarse cuando el verano toca a su fin.

Destacan las macollas verdeazuladas y cortantes del escobizo (*Molinia caerulea*), junto a otras plantas higrófilas como *Succisa pratensis*, *Eupatorium cannabinum*, llamativas orquídeas como *Epipactis palustris*, *Dactylorhiza sesquipedalis*, cárices (*Carex lepidocarpa*, *C. flacca* y otros), *Mentha longifolia*, algún

junco, la notable primulácea *Lysimachia ephemerum* y un cardo de gran tamaño, el *Cirsium monspessulanum*.

Encontraremos esta vegetación fontinal por todo el Parque y su zona periférica, pero abunda en la Sierra Custodia y Capradiza, donde nos indica el contacto geológico areniscas-margas.

2.15. Prados de siega y comunidades relacionadas (*Arrhenatherion*, etc.). Dominados por gramíneas o leguminosas, están sometidos a intervención humana regular en forma de siega, abonado, pastoreo y algunas veces riego (CHOCARRO, 1990). Requieren suelo profundo, bien aireado y con elevada humedad edáfica. Son las comunidades herbáceas más productivas del piso montano.

Como especies más comunes citemos: *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Poa pratensis*, *Rhinanthus mediterraneus*, *Lathyrus pratensis*, *Rumex acetosa*, *Leucanthemum vulgare*, *Holcus lanatus*, *Tragopogon pratensis*, *Prunella vulgaris*, *Dactylis glomerata*, *Medicago sativa*, etc. Cabe también mencionar *Galium verum*, *Festuca rubra*, *Agrostis capillaris*, *Briza media*...

En el territorio estudiado se encuentran en la zona circundante del Parque (Torla, Pineta); otras praderías antiguas, abandonadas en los últimos decenios, evolucionan gradualmente a pastos del *Mesobromion*.

3. Piso oromediterráneo

A las mismas altitudes que los bosques subalpinos, estas comunidades ocupan cresteríos o laderas muy soleadas, donde las oscilaciones térmicas son muy acusadas y hay frecuentes períodos secos, quedan descubiertos de nieve en pleno invierno y los fenómenos de hielo-deshielo son frecuentes. El contacto geobotánico entre la región eurosiberiana y la mediterránea se destaca muy claramente en los pinares secos o en los matorrales de erizón, estos últimos situados aquí en el centro de su área.

3.1. Pinar de pino negro en solanas calizas (*Arctostaphylo-Pinetum uncinatae*, *Juniperion nanae*). 1600-2200 m. Bosques más o menos claros con sotobosque de «chinipro» o enebro (*Juniperus communis*), «buchareta» o gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*) y muy rara vez sabina rastrera (*Juniperus sabina*). Colonizan por lo general espolones desarrollados sobre suelos ricos en bases. Son propios de solanas y espolones de clima oromediterráneo, esto es, con nieve

de primavera y elevada luminosidad. Muchas veces entran en contacto con pastos pedregosos a base de *Saponaria caespitosa* o de la gramínea dura *Festuca gautieri* subsp. *scoparia* e incluso, cuando el suelo se acidifica, de *Festuca eskia*.

Salpican algunas solanas calizas del Parque y su zona periférica, por ejemplo en las Cutas (Fanlo), Gurrundué, La Larri (Pineta), etc.

Tradicionalmente se han visto muy mermados por sobrepastoreo e incendios repetidos y han dado paso a los matorrales de enebro o de erizón, que estudiaremos a continuación.

3.2. Pinar calcícola con erizón (*Echinosparto-Pinetum sylvestris*, *Juniperopinion sylvestris*). 1500-1900 m. Por encima de los quejigales, en el piso montano alto, sobre sustrato calizo, en solanas y cercanías de zonas venteadas, prospera el pinar de pino albar con matorral espinoso de erizón o «escarpín» (*Echinospartum horridum*). Dicho pinar es aclarado con frecuencia e incendiado por rayos o por los pastores para crear pastos, por lo que es muy común que dé lugar a matorrales continuos de erizón que pueden extenderse desde los 1300 a los 2000 m de altitud. La forma pulvinular de éstos mitiga la escorrentía superficial y acumula humus en su interior y por ello, si no se repite el incendio, la recuperación forestal resulta favorecida y la erosión por escorrentía frenada (P., G. & J. M. MONTSERRAT, 1984). En estos pinares y matorrales se introduce el enebro (*Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*), la gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*), *Teucrium pyrenaicum*, algún *Onobrychis*, *Anthyllis montana*, *Carex hallerana*, a veces *C. brevicollis* (Portillo de Tella), *Veronica prostrata* subsp. *scheereri*, las orquídeas *Anacamptis pyramidalis* y *Platanthera chlorantha*, algún boj, *Thymelaea nivalis* y, como planta más singular, *Arenaria tetraquetra*, que señala aquí su límite norte.

En una zonación normal, establecería la banda de transición entre los quejigales con boj (*Buxo-Quercetum pubescentis*) y los pastos de altura, es decir, cerunales y pastos de *Festuca gautieri* (VILLAR *et al.*, 1993b).

Podremos ver estos bosques y matorrales en Bujaruelo, Ordesa, Fanlo y también, de modo más puntual, en Pineta, etc.

3.3. Pasto basófilo de crestas y suelos pedregosos (*Saponarienion caespitosae*, *Festucion scopariae*). 1850-2350 m. Colonizan solanas calizas o del *flysch*, crestas y cornisas ventosas, en terreno crioturbado, pudiendo también sustituir al pinar de pino negro cuando éste ha sido destruido por incendio o pastoreo (MONTSERRAT & VILLAR, 1987).

Las plantas más representativas son especies oromediterráneas tales como *Anthyllis montana*, *Globularia repens*, *Helianthemum oelandicum* subsp. *alpestre*, *Anthericum liliago*, *Alyssum serpyllifolium*, *Onobrychis pyrenaica* y la rara *Ononis striata* (estiva de Nerín). Cabe destacar también los pulvínulos de *Saponaria caespitosa* (endémica del Pirineo centro-occidental) y *Oxytropis pyrenaica*, los céspedes de *Geranium cinereum*, además de *Jurinea humilis*, *Thymus nervosus*, *Androsace villosa*, *Koeleria vallesiana*, *Carex humilis*, *Vitaliana primuliflora*, etc.

Esta unidad puede hallarse en la sierra de las Cutas, estivas de Nerín y Bielsa, Foratarruego de Revilla y en otros cresteríos como el Cebollar, Bujaruelo-Bernatuara, etc.

4. Piso subalpino (1700-2400)

Aparte de compartir con el piso montano algunas comunidades de pastos y rocas, el subalpino se singulariza por los pinares de pino negro, muchas veces ralos, y con diversos tipos de sotobosque, cuando no transformados en matorrales y pastos; además, hallaremos de un modo más puntual comunidades fontinales, así como vegetación rupícola y glareícola.

4.1. Piso subalpino inferior (1600-2200 m). Es el dominio de los bosques de pino negro, hoy muy alterados o destruidos, salvo algún punto en recuperación.

4.1.1. Pinar calcícola de pino negro en umbrías (*Pulsatillo-Pinetum uncinatae*, *Rhododendro-Vaccinion*). 1600-2100 m. Se presenta en forma de bosquetes de pino negro (*Pinus uncinata*) en salientes y acantilados. Los árboles acodados en su base indican la fuerte explotación a que están sometidos por el suelo inestable, la caída de piedras, el azote de los rayos, el peso de la nieve, etc.

En el sotobosque, junto a las matas de *Salix pyrenaica* y algún enebro encespedan *Sesleria albicans* y *Carex sempervirens*, más *Ranunculus thora*, *Anemone narcissiflora*, *Arenaria purpurascens*, *Dryas octopetala*. Es muy característica *Pulsatilla alpina* subsp. *fontqueri* (endémica del Pirineo calizo y parte del Sistema Ibérico) y tampoco son raras *Valeriana montana*, *Vicia pyrenaica* y otras especies ligadas a la nieve como la famosa flor de nieve (*Leontopodium alpinum*), *Soldanella alpina*, diversos *Hieracium*, *Polygonum viviparum*, etc. Estos pastos del bucardo y el sarrío muestran a veces pequeñas pedrizas intercaladas con *Borderea pyrenaica* (endémica del Pirineo central).

Suele hallarse algún pino royo (*Pinus sylvestris*), más el híbrido con su congénera, y algún abeto (*Abies alba*), como ocurre en la Senda de Cazadores de Ordesa.

Salpica las umbrías altas de Bujaruelo, Ordesa, Pineta, etc.

4.1.2. Pinar acidófilo de pino negro en umbría (*Saxifrago-Rhododendretum pinetosum uncinatae*, *Rhododendro-Vaccinion*). 1700-2200 m. Por todo el Pirineo silíceo representa la vegetación climácica de las umbrías innivadas. Además, señala el límite superior del bosque («timberline»), de modo que a partir de aquí sólo algunos árboles aislados, rastreros y maltrechos de esta sufrida especie pueden ascender hasta el piso alpino («treeline»).

Aquí el sotobosque denso está formado por la azalea de montaña o «barra-bón» (*Rhododendron ferrugineum*) y los dos «anayones» o arándanos (*Vaccinium uliginosum* subsp. *microphyllum* y *V. myrtillus*), salpicados de *Rosa pendulina* y *Sorbus chamaemespilus*, más el rarísimo *Arctostaphylos alpinus* (valle de Bujaruelo, única localidad conocida del Parque). Citemos, además, como hierbas características *Homogyne alpina*, *Listera cordata* —orquídea tan delicada como localizada (faja de Pelay, barranco de las Mentiras)—, las acidófilas *Deschampsia flexuosa*, *Prenanthes purpurea*, *Melampyrum pratense* y *Luzula nivea* (el Cebollar, umbría de Ordesa y Buesa) y un tapiz de musgos a base de *Hylocomium splendens* y *Rhytidiadelphus triquetrus*. Manchas de esta comunidad se ven por el valle de Bujaruelo, el barranco de Duáscaro en la zona periférica de Torla, la faja de Pelay en Ordesa y algunos puntos altos de Añisclo y de Pineta.

El pastoreo tradicional eliminó los árboles y dejó matorrales secundarios (*Saxifrago-Rhododendretum*) en mosaico con pastos de *Festuca eskia* o de cervuno. En Añisclo, cerca de San Úrbez y Escuaín (puente de los Mallos, 1400 m), contra todo pronóstico, encontramos estaciones abisales de este matorral subalpino en pleno dominio del hayedo con boj (*Buxo-Fagetum*). Estas excepciones se explican por un suelo arenoso y, además, por el microclima menos soleado, más innivado de lo normal.

4.1.3. Comunidades iniciales de abedul, sauce cabruno, sabuco, en canales de alud con suelo inestable (*Sambuco-Salicion capreae*). Se trata de bosquetes de caducifolios con madera flexible y crecimiento rápido, a los que se unen algunos megaforbios y frambuesos. A veces coloniza las roturas del bosque subalpino o montano producidas por la caída de troncos, piedras, etc. Aunque también se ven pinos jóvenes, la recuperación del bosque maduro resulta casi siempre difícil por dicha explotación natural.

Las asociaciones del *Sambuco-Salicion* son pobres en especies por ser de carácter muy dinámico. Citaremos entre otras al sabuco (*Sambucus racemosa*), al sauce cabruno (*Salix caprea*), serbal de cazadores (*Sorbus aucuparia*), abedul o «albar» (*Betula pendula*), *Rhamnus alpinus*, *Aquilegia vulgaris*, *Campanula trachelium*, las madresevas (*Lonicera alpigena*, *L. nigra*), mostajos (*Sorbus aria*) y diversos *Rubus*.

Los bellos troncos blancos del abedul señalan de lejos esta comunidad en las paredes más inclinadas y sombrías de Ordesa y Pineta.

4.2. Piso subalpino superior (2000-2400 m). Es el dominio de los pastos supraforestales, los acantilados y roquedos, donde buena parte de los suelos son pedregosos y esqueléticos.

4.2.1. Cervunales (*Nardion*). «Tascas» y pastos tupidos, acidófilos, típicos de la montaña atlántica, que en el Pirineo se pueden encontrar desde el piso montano superior al alpino. Suelen ser comunidades permanentes, muchas veces ligadas a suelos «fósiles», a veces considerados, como ya dijimos, de origen eólico más o menos húmedos y relativamente innivados.

Encespedan *Nardus stricta*, *Festuca* aggr. *rubra*, *Agrostis capillaris*, *Poa alpina* y *Trifolium alpinum*, junto a otras hierbas como *Plantago alpina*, *Potentilla erecta*, *Hieracium lactucella*, *Euphrasia minima*, *Meum athamanticum* («sistra»), *Selinum pyrenaicum*, *Lotus alpinus* y *Botrychium lunaria*.

4.2.2. Pastos sobre suelos descarbonatados, en umbrías innivadas (*Primulion intricatae*). Pastos rasos y densos que cubren en pequeña extensión lugares calizos donde la nieve permanece largo tiempo o se desliza suavemente, en suelos más o menos descarbonatados, en exposición norte, al abrigo del viento. Pueden descender al piso montano.

Como especies características podemos indicar *Primula elatior* subsp. *intricata* y *Horminum pyrenaicum*, más *Carex sempervirens*, *Salix pyrenaica*, *Alchemilla plicatula*, *Polygonum viviparum*, *Dryas octopetala*, *Arenaria purpurascens*, *Thalictrum alpinum*.

Esta vegetación de ventisquero es endémica de nuestra Cordillera y, aunque abunda en el Pirineo occidental, escasea en el Parque: umbrías de Ordesa y Pineta.

4.2.3. Pastos discontinuos en laderas calizas sometidas a periglaciario (*Festucion scopariae*, *Festucion scopariae*). Son característicos de solanas pedregosas, por lo general muy inclinadas y de suelo inestable por soliflucción,

pero también más llanas y sometidas a los efectos del hielo-deshielo. Los pastos duros de *Festuca gautieri* subsp. *scoparia* tienen carácter colonizador; de hecho, sustituyen al cervunal cuando el suelo profundo se erosiona, en contacto con la vegetación glareícola del *Crepidetum pygmaeae*, y se extienden por el dominio de los pinares oromediterráneos y subalpinos por la acción del fuego, pastoreo, etc., pudiendo alcanzar el piso alpino.

Las especies preponderantes (*Festuca gautieri* subsp. *scoparia*, *Helictotrichon sedenense*) sostienen el suelo adoptando la característica forma de grada o «croissant» más o menos punzante, vicariante de las formaciones de *Festuca eskia* silicícolas, comentadas más abajo. Otras plantas características son *Oxytropis pyrenaica*, *Paronychia kapela* subsp. *serpyllifolia*, *Koeleria vallsiana* y *Thymelaea nivalis*, entre otras.

Abundan en todo el piso supraforestal del Parque, salvo en los macizos silíceos periféricos de Viñamala y La Munia.

4.2.4. Pastos en solanas silíceas muy inclinadas (*Festucion eskiae*). Son terrenos poco favorables a la vida vegetal y de ahí que esta comunidad no suela pasar de 10 especies. En el verano pronto se agotan las reservas hídricas del suelo y el resto del año la nieve se funde enseguida o se desliza con facilidad. Con sus raíces profundas, hojas largas punzantes y espiga brillante, las macollas verdeoscursas de *Festuca eskia*, endémica pirenaico-cantábrica, forman gradas y contribuyen a frenar el suelo inestable. Con ella anotaremos *Luzula nutans*, *Gentiana alpina*, *Campanula ficarioides*, *Ranunculus pyrenaicus*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Pedicularis pyrenaica*, etc.

Extendida por toda la montaña silícea y acidificada del Parque, particularmente en la zona periférica: cabecera del Ara, La Munia, etc.

4.2.5. Vegetación de rocas calizas (*Saxifragion mediae*). Para colonizar las fisuras y pequeños rellanos de roca hay que ser un verdadero especialista. Por eso, no debe extrañarnos que con diversas estrategias las comunidades del roquedo se distribuyan desde el piso montano a la base del alpino, tanto en solana como en umbría.

Se trata de especies tan llamativas como la espléndida corona de reina o «coda de borrega» (*Saxifraga longifolia*), la oreja de oso (*Ramonda myconi*), endemismo latepirenaico y reliquia de la flora del Terciario, la madreSelva del Pirineo (*Lonicera pyrenaica*), *Potentilla alchimilloides*, *P. nivalis*, *Valeriana apula*, *Antirrhinum sempervirens* (de distribución latepirenaica), los endemis-

mos pirenaico-centrales *Silene borderi* o *Androsace cylindrica* y *Petrocoptis crassifolia*, endémica de Añisclo y cercanías.

Estas comunidades tan notables decoran todos los paredones calizos del Parque y su periferia.

4.2.6. Vegetación de roca silíceas (*Sedion pyrenaici* + *Androsacion vandellii*). En los rellanos con poco suelo, tanto en el piso montano como en el subalpino, predominan comunidades de plantas con hoja carnosa de la familia *Crassulaceae*, como *Sempervivum montanum*, *S. arachnoideum*, *Sedum rupestre* y la que da nombre a la comunidad, *Sedum anglicum* subsp. *pyrenaicum*; tampoco suelen faltar *Thymus pulegioides*, *Festuca* gr. *ovina*, *Scleranthus perennis*, etc.

Por el contrario, en las grietas de las rocas silíceas, pero provistas de bases, hallaremos los cojinetes de *Androsace vandellii* en los niveles subalpino y alpino. A ella se suman también plantas de hoja crasa como *Sedum brevifolium* o *S. hirsutum*, más *Primula hirsuta* y *S. nervosa*. Pero la más notable es *Androsace pyrenaica*, endemismo pirenaico central muy localizado, con una sola población en el Parque (Sestres) y varias en las cercanías de La Munia (FERRÁNDEZ, SESÉ & VILLAR, 1993), más *Poa nemoralis* subsp. *glauca*, *Draba carinthiaca*, *Asplenium septentrionale*, etc.

Salpica el roquedo de los macizos de Viñamala, La Munia y algunos puntos de Añisclo-Escuaín que muestran bandas de arenisca.

4.2.7. Vegetación glareícola de calizas (*Iberidion spathulatae*). El acúmulo de fragmentos que se produce por el desgaste de los roquedos da lugar a las gleras calizas y calcoesquistosas, por lo general de grano medio o fino. Estos ambientes constituyeron sin duda un motor de la evolución (MONTSERRAT & VILLAR, 1974), pues a pesar de la dificultad que supone para las plantas la caída de piedras, insolación fuerte, etc., las comunidades glareícolas son casi tan ricas en plantas endémicas como las rupícolas.

Ya de lejos llama la atención por sus flores azuladas grandes *Campanula speciosa* y *Scrophularia crithmifolia*, por su color negruzco. Sin embargo, para ver especies tan singulares como *Borderea pyrenaica* (endemismo pirenaico), *Veronica nummularia* subsp. *nummularia*, *V. aragonensis* (endemismo notable del Pirineo central español), *Ranunculus parnassifolius* subsp. *heterocarpus* o *Aquilegia pyrenaica* hay que acercarse mucho, pues se dan en forma de pequeñas poblaciones o pies aislados de color semejante a la misma roca. No conviene olvidar *Crepis pygmaea*, *Rumex scutatus*, *Saxifraga oppositifolia*, *Linaria*

alpina, *Minuartia villarii* (localizada) o *Festuca pyrenaica*, endémica del Pirineo, entre otras.

Tanto en el Parque como en su zona periférica se han detectado al menos tres asociaciones de gleras: la general *Crepidetum pygmaeae* y las cuasi-exclusivas *Ranunculo-Bordereetum pyrenaicae* (ARBELLA & VILLAR, 1984) y *Aquilegio pyrenaicae-Bordereetum pyrenaicae* (RIVAS MARTÍNEZ *et al.*, 1991).

4.2.8. Comunidades fontinales en suelo permanentemente húmedo de sustrato calizo (*Caricion davallianae*). Desde el piso montano al subalpino, en torno a las fuentes de agua carbonatada se forman humedales donde encespedan, junto a algunos musgos, *Carex davalliana* y *C. lepidocarpa*, más otras plantas exclusivas del suelo húmedo como *Juncus alpinus*, *J. articulatus*, *Parnassia palustris*, *Primula farinosa*, *Eriophorum latifolium* (hierba algodónera), *Carex paniculata*, *C. panicea*, *Tofieldia calyculata*, *Swertia perennis*, *Eleocharis quinqueflora*, *Pedicularis mixta*, *Saxifraga aizoides* y los pteridófitos *Selaginella selaginoides*, *Equisetum palustre* y *E. variegatum*.

Son frecuentes en la cabecera del Ara (Planabé, por ejemplo), circo de Soaso, faja de Pelay y en forma de pequeñas manchas siguen cursos de agua en todos los valles.

4.2.9. Comunidades fontinales en suelo higroturboso y pobre en bases (*Caricion nigrae*). Se trata de los trampales y turberas más o menos ácidos, subalpinos y alpinos, en lugares casi siempre llanos o a la orilla de arroyos, fuentes o aguas estancadas. A menudo esta vegetación forma bandas concéntricas en torno a los ibones colmatados, donde sólo persiste una delgada capa de agua.

Las hemos estudiado en el curso alto del Ara, Añisclo, Millaris, etc., y van dominadas por ciperáceas (*Carex nigra*, *C. echinata*, *C. curta*) y los tapices de musgos del género *Sphagnum*; rara vez faltan *Viola palustris*, *Juncus filiformis*, *Scirpus cespitosus*, *Leontodon duboisii*, pero está muy localizado *Eriophorum scheuchzeri* (barranco de Vilá y faja Luenga). Finalmente, como indicadora de las oleadas nórdicas llegadas durante el Cuaternario, en las fuentes sobre morrenas nos sorprenderá *Kobresia simpliciuscula*, ciperácea rara en el Pirineo pero relativamente frecuente en el Parque (Batanes, Ordesa, Pineta).

4.2.10. Reposaderos de ganado y otras comunidades con plantas nitrófilas (*Rumicion pseudoalpini*). Herbazales de los pisos subalpino y alpino basal propios de los suelos ricos en estiércol-sirle en las inmediaciones de majadas («mallatas»), sesteaderos de ganado, etc. Además de este condicionante edáfico,

estas especies resisten pisoteo y son comidas ávidamente por los herbívoros domésticos y silvestres.

Caracterizan la comunidad el sarrión (*Chenopodium bonus-henricus*), las romazas *Rumex pseudoalpinus*, *R. longifolius*, *R. crispus*, la ortiga (*Urtica dioica*), *Taraxacum pyrenaicum*, *Sisymbrium austriacum* subsp. *chrysanthum*, *Polygonum aviculare*, *Ranunculus acris*, etc. Nunca faltan los cardos como *Cirsium eriophorum* y afines (de ahí los topónimos «cardoso» y «cardal»), ni los «cervillons» (*Conopodium majus*), muy buscados por el jabalí, cuyas hozaduras remueven el suelo. Algún geófito decora los pastos majadeados o los lugares muy pisoteados: la quitameriendas de fines de verano (*Merendera pyrenaica*), el azafrán de otoño (*Crocus nudiflorus*) y, cuando la innivación es apreciable, otro azafrán, de primavera (*Crocus albiflorus*).

Si bien no forman grandes manchas, salpican los pastos de todo el Parque y su zona periférica.

5. Piso alpino (2200-3000 m)

Ante la innivación prolongada quedan pocos meses para el desarrollo vegetativo, desaparecen los bosques y sólo algún árbol achaparrado o los sauces enanos representan la vegetación leñosa. Es el dominio de los pastos, la vegetación de los ventisqueros y las comunidades pioneras de suelos rocosos o pedregosos.

5.1. Pasto culminal en suelos calizos (*Carici rosae-Elynetum myosuroidis*, *Elynon myosuroidis*). Representa la vegetación climácica de rellanos o espolones donde bate más el viento y por tanto la nieve permanece menos tiempo. Se trata de céspedes muy densos, conservados quizá desde épocas glaciares, dominados por *Elyna myosuroides* y *Dryas octopetala*, que sostiene suelos sorprendentemente ricos en materia orgánica. Junto al cepillo áspero de la ciperácea citada hallaremos otras como *Carex curvula* subsp. *rosae*, *C. capillaris* y *C. parviflora*, leguminosas como *Oxytropis campestris*, *O. amethystea* y *O. pyrenaica*, así como un falso edelweiss, *Antennaria carpatica*. Sin embargo, a veces este césped se desmembra por efecto de la erosión, quedando poblaciones aisladas de *Elyna*.

Este pasto alpino salpica la cabecera del Ara (Viñamala y cerca del collado de Bujaruelo), el macizo de Monte Perdido, Balcón de Pineta y otras cimas.

5.2. Pastos rasos sometidos a gran innivación, en terreno descarbonatado o silíceo (*Gentiano alpinae-Caricetum curvulae*, *Festucion supinae*). Comunidad

exclusiva del Pirineo central, forma céspedes densos en suelo profundo y húmido, en sitios poco inclinados pero que soportan hasta siete meses de nieve.

Además de *Carex curvula* subsp. *curvula* y *Gentiana alpina* hallaremos plantas tan singulares como *Oreochloa disticha* subsp. *blanka*, *Androsace carnea* subsp. *laggeri*, *Primula integrifolia*, *Sibbaldia procumbens*, *Festuca glacialis*, *Polygonum viviparum*, *Armeria alpina*, *Leucanthemopsis alpina*, *Juncus trifidus*, *Cardamine alpina*, etc.

Conocemos la comunidad de la cuenca alta del Ara (collado de Espelunz, collado de Plana de Alba, etc.) y en La Munia.

5.3. Comunidades de ventisquero sobre calizas (sobre todo *Carici parviflorae-Salicetum retusae*, *Arabidion coeruleae*). Allí donde la nieve dura entre ocho y diez meses, es decir, en las umbrías del piso alpino y subalpino superior, hallamos tapices dominados por tres especies de sauces enanos: *Salix retusa*, *S. reticulata* y *S. pyrenaica* (endemismo pirenaico), más sus híbridos. A ellos cabe añadir la gramínea *Trisetum baregense* (endémica de la cadena fronteriza), *Carex parviflora*, *Soldanella alpina*, *Polygonum viviparum*, *Antennaria carpatica*, *Veronica aphylla*, *Ranunculus alpestris*, *Primula integrifolia*, *Dryas octopetala*, etc.

Las comunidades de esta alianza se localizan en el Gabieto, Taillón y Monte Perdido, muy cerca de los glaciares residuales del Pirineo.

5.4. Comunidades de los ventisqueros en sustrato acidificado (*Salicion herbaceae*). Igual que en la comunidad anterior, resiste el peso de la nieve otro sauce enano, *Salix herbacea*, a veces poco visible, junto a *Gnaphalium supinum*, *Cerastium cerastoides*, *Carex pyrenaica* y *Cardamine bellidifolia* subsp. *alpina*, con *Luzula alpinopilosa*, *Sibbaldia procumbens*, *Veronica alpina* o *Sagina pyrenaica*; *Alopecurus gerardi* parece indicar acumulación de materia orgánica y *Murbeckiella pinnatifida* prefiere los suelos pedregosos inmediatos.

Puntual en Viñamala-Cabecera del Ara, La Munia, etc.

5.5. Vegetación de las pedrizas calizas fijadas (*Saxifragetum praetermissae*, *Saxifragion praetermissae*). Comunidad endémica pirenaico-cantábrica como la *Saxifraga* que le da nombre, propia de grietas o pedregales kársticos que permanecen bajo la nieve hasta el verano, con *Saxifraga aizoides*, *Ranunculus alpestris*, *Hutchinsia alpina* subsp. *alpina*, *Poa minor*, *P. cenisia* y *Epilobium anagallidifolium*, entre otras. Pueden verse pequeñas manchas en el Perdido-Gabieto, rodeadas de las plantas iniciales del *Androsacion ciliatae*.

5.6. Vegetación de las gleras y pedregales esquistosos (*Violetum diversifoliae*, *Senecion leucophylli*). Asociación de las gleras silíceas de roca esquistosa triturada, más raramente graníticas, que hallamos en los pisos subalpino superior, alpino e incluso subnival (FERNÁNDEZ CASAS, 1970). Una vez más, la pedriza parece desprovista de plantas a primera vista, pero al acercarnos descubrimos especies tan llamativas como *Viola diversifolia* (endémica), *Galium cometerhizon*, *Iberis spathulata*, *Cerastium alpinum*, *Epilobium collinum*, *Paronychia polygonifolia*, *Poa cenisia*, *Carduus carlinoides*; orófitos alpinos como *Vitaliana primuliflora*, *Linaria alpina* y *Galeopsis pyrenaica* (igualmente endémico pirenaico), etc. Una especie muy característica es la amapola del Pirineo (*Papaver lapeyrousianum*), conocida sólo de Urdiceto y Viñamala-N, que además del Pirineo presenta poblaciones en Sierra Nevada.

5.7. Comunidad de los caos de bloques graníticos (*Cryptogrammo-Dryopteridetum oreadis*, *Dryopteridion oreadis*). Comunidad de hierbas y helechos favorecida por un aumento de la humedad relativa del aire y acumulación de materia orgánica. Entre los «bolos» destacan los frondes de *Dryopteris oreades*, *Cryptogramma crispa* y *Polystichum lonchitis*, junto a pioneras como *Luzula alpinopilosa*, *Rumex scutatus*, *Rhododendron ferrugineum* y *Senecio pyrenaicus*; cerca del subalpino tampoco faltan ciertos megaforbios como *Scrophularia alpestris*, *Digitalis purpurea*, etc.

Hallamos esta asociación principalmente por toda el área granítica de la zona periférica.

6. Piso subnival (2800-3355 m)

El Monte Perdido es el macizo calizo más elevado de Europa. En estas cumbres pirenaicas lo mineral domina sobre lo vegetal, es decir, los suelos son muy iniciales o pedregosos y sufren crioturbación intensa, el viento intenso barre la nieve que alimenta los inmediatos glaciares. Como en otras cordilleras, sólo un puñado de plantas pioneras soporta estas inclemencias. Son pequeños cojinetes que viven en las grietas, gelifractos o pedregales y exhiben muchas veces flores de color llamativo.

Fitosociológicamente se han distinguido dos asociaciones, según el tipo de sustrato, y se han incluido en la alianza *Androsacion ciliatae* (RIVAS MARTÍNEZ, 1988). Ambas comunidades comparten las plantas siguientes: *Androsace ciliata* (endemismo pirenaico central), *Saxifraga oppositifolia* —quizás la fanerógama

que más alto sube en el Pirineo—, *Linaria alpina*, *Cerastium alpinum* y el magnífico *Ranunculus glacialis*, especie alpino-pirenaica muy localizada en nuestra alta montaña (Urdiceto).

6.1. Comunidad de pioneras sobre rocas calizas (*Saxifrago-Androsacetum ciliatae*, *Androsacion ciliatae*). En esta asociación las plantas más representativas son las endémicas *Saxifraga iratiana* (pirenaica central y occidental), *Minuartia cerastiifolia* (también pirenaica central), más otras especies alpinas como *Artemisia umbelliformis* o *Silene acaulis* (el «musgo con flores») y podemos añadir *Poa alpina* subsp. *brevifolia*, etc.

En zonas adyacentes parcialmente abrigadas del viento se acumula más nieve y pueden quedar poblaciones monoespecíficas de la citada *Minuartia*; en pequeñas gleras aparecen *Crepis pygmaea*, *Festuca pyrenaica*, *F. glacialis*, etc.

Esta comunidad se ha estudiado en el Gabieto-Taillón, Tres Sorores y Tres Marías (Puntas Verdes-Angonés).

6.2. Vegetación pionera de cimas y rocas silíceas (*Minuartio sedoidis-Androsacetum ciliatae*, *Androsacion ciliatae*). Se conoce de los macizos de Viñamala y La Munia, sobre todo. Viene caracterizada por los cojinetes de *Minuartia sedoides*, la gramínea endémica pirenaica *Festuca borderei*, que retiene suelo, *Saxifraga bryoides*. En el Pirineo oriental estas comunidades se ven sustituidas por las de la alianza *Festucion airoidis*, algunos de cuyos elementos muestran sus poblaciones más occidentales en el Parque; éste es el caso de *Potentilla frigida*, hallada en el Puerto Viejo de Bielsa.

CONCLUSIÓN

La riqueza geobotánica y también la elevada biodiversidad del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido se explican por razones biogeográfico-históricas, topográficas y climáticas. Del mismo modo, el hecho de que por la vertiente meridional del Pirineo pase la frontera entre dos regiones biogeográficas, la eurosiberiana y la mediterránea, unido a los elementos boreoalpinos de las cimas, aún acentúa más el mosaico de la vegetación en este singular espacio protegido.

En el esquema adjunto (Fig. 6) representamos la proporción de alianzas para cada uno de los niveles altitudinales distinguidos: basal, montano, subalpino, oromediterráneo, alpino y subnival. Destaca la riqueza de los pisos montano y

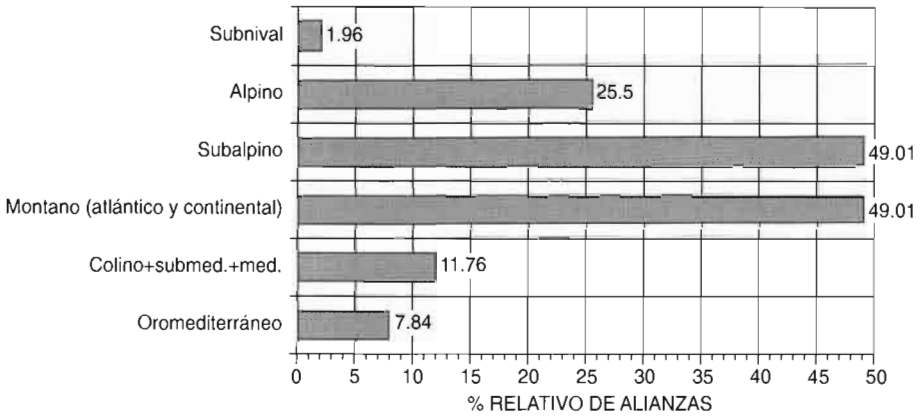


Fig. 6. Porcentaje relativo de alianzas por pisos de vegetación en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

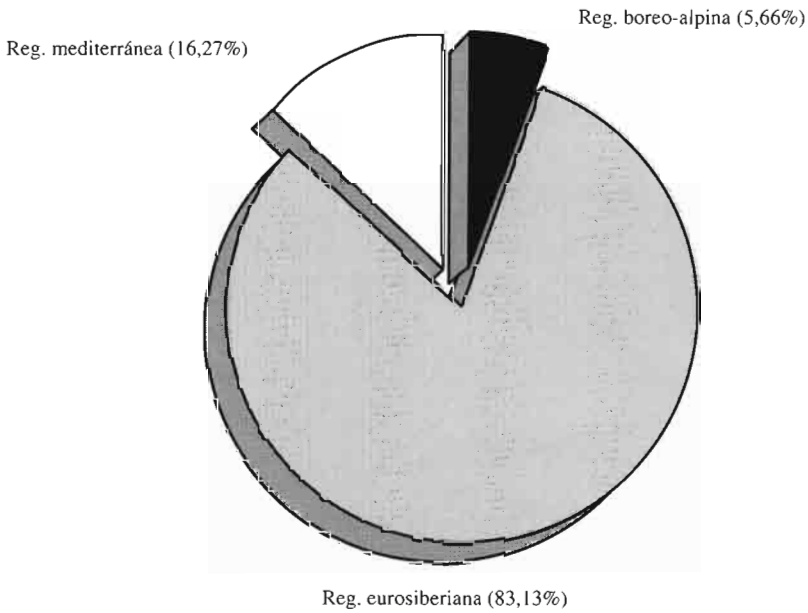


Fig. 7. Distribución por regiones biogeográficas de las alianzas presentes en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

subalpino (un 50% del total de alianzas cada uno), seguidos del alpino (25%), mientras que los pisos subnival y oromediterráneo son algo menos variados.

Asimismo, al asignar las alianzas a unidades biogeográficas (Fig. 7), vemos que más del 83% pertenece a la región eurosiberiana, algo más del 16% a la mediterránea y menos del 6% a la borealpina.

Con ello queda confirmado que los macizos pirenaico-centrales como los de Monte Perdido y aledaños son montes en cuyo tapiz vegetal dominan los elementos eurosiberianos sobre los mediterráneos, escaseando aún más los boeroalpinos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a José Antonio Sesé la confección de la figura 1 y al personal del Parque las facilidades que nos ha dado para los trabajos de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDEZÁBAL, A.; BAS, J.; FILLAT, F.; GARCÍA GONZÁLEZ, R.; GARÍN, I.; GÓMEZ, D. & SANZ, J. I. (1992). Utilización ganadera de los pastos supraforestales en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Informe final. Convenio CSIC-ICONA.
- ARBELLA, M. & VILLAR, L. (1984). Quelques données floristiques sur deux montagnes des Pyrénées centrales en rapport avec leur dynamique périglaciaire. *Doc. Écol. pyr.* 3-4: 147-154.
- BALCELLS, E. & GIL PELEGRÍN, E. (1992). Consideraciones fenológicas de las biocenosis de altitud en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, acompañadas y apoyadas mediante estudio preliminar de los datos meteorológicos obtenidos desde 1981 a 1989 en el observatorio de Góriz. *Lucas Mallada* 4: 71-160.
- BOLÒS, O. de & VIGO, J. (1984). *Flora dels Països Catalans. Vol. I*. Editorial Barcino. Barcelona.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1936). La chênaie de yeuse méditerranéenne (*Quercion ilicis*). *Mém. Soc. Et. Sc. Nîmes. Comm. S.I.G.M.A. N.º 45*.
- CARRERAS, J.; CARRILLO, E.; NINOT, J. M.; MASALLES, R. M. & VIGO, J. (1993a). El poblament vegetal de les valls de Barravés i de Castanesa. I-Flora i vegetació. *Acta Bot. Barcin.* 42: 1-392.
- CARRERAS, J.; CARRILLO, E.; NINOT, J. M.; MASALLES, R. M. & VIGO, J. (1993b). El poblament vegetal de les valls de Barravés i de Castanesa. II-Mapa de vegetació. *Acta Bot. Barcin.* 43: 1-32 + mapa.
- CARRILLO, E. & NINOT, J. M. (1992). *Flora i vegetació de les valls d'Espot i Boí. Vol. II*. Institut d'Estudis Catalans. Arxius de la Secció de Ciències 99 (2): 1-351. Barcelona.

- CHOCARRO GÓMEZ, C. (1992). *Estudios ecológicos sobre prados de siega del Pirineo central español: composición florística, producción y calidad*. Tesis doctoral en microficha. Publicaciones del Instituto de Estudios Altoaragoneses («Serie de Investigación Científica»). Huesca.
- CHOUARD, P. (1934). Autour des Canons de Niscle et d'Arazas. *Terre et vie* 2: 88-102.
- CHOUARD, P. (1943a). Le peuplement végétal des Pyrénées Centrales, I: Les montagnes calcaires de la vallée de Gavarnie (suite 1). *Bull. Soc. Bot. Fr.* 89: 257-260.
- CHOUARD, P. (1943b). Le peuplement végétal des Pyrénées Centrales, I: Les montagnes calcaires de la vallée de Gavarnie (suite 2). *Bull. Soc. Bot. Fr.* 90: 25-29.
- CHOUARD, P. (1949). Coup d'œil sur les groupements végétaux des Pyrénées Centrales. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 96: 145-149.
- CUATRECASAS, J. (1931). De Flora Pyrenaea. Ojeada a la cliserie del valle de Ordesa. *Cavanillesia* 4: 113-127.
- DUPIAS, G.; MONTSERRAT, P. & IZARD, M. (1983). *Carte de la Végétation de la France. Feuille n.º 76^{me}*. Mapa en color a 1: 200.000. C.N.R.S. Toulouse.
- FERNÁNDEZ CASAS, F. J. (1970). Notas sobre vegetación. *Publ. Inst. Biol. Apl.* 49: 111-120.
- FERRÁNDEZ, J. V.; SESÉ, J. A. & VILLAR, L. (1993). *Androsace pyrenaica* Lam. (Primulaceae): planta endémica del Pirineo central. Corología, ecología y conservación. *Lucas Mallada* 5: 93-100.
- FOLCH, R. (1981). *La vegetació dels Països Catalans*. Ketres Ed. Barcelona.
- FONT CASTELL, X. (1993). *Estudis geobotànics sobre els prats xeròfils de l'estatge montà dels Pirineus*. Institut d'Estudis Catalans. Arxius de les seccions de ciències, 105. Barcelona.
- GÓMEZ, D. (1986). *Flora y vegetación de Peña Montañesa, Sierra Ferrera y Valle de la Fueva (Alto Sobrarbe, Huesca)*. Tesis doctoral, microficha. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.
- HERNANDO-COSTA, J.; MORENO-GARCÍA, A. M.; ENCINAS-ROSADO, B. & TORREJÓN-BENAYAS, M. J. (1986). Contribución al estudio de la génesis de suelos del Monte Perdido. *Pirineos* 127: 5-25.
- LOSA, T. M. & MONTSERRAT, P. (1947). Aportaciones para el conocimiento de la flora del Valle de Ordesa. *Collect. Bot. (Barcelona)* 1(2): 127-195.
- MONTSERRAT MARTÍ, G. (1986). *Flora y vegetación del macizo del Cotiella y sierra de Chía (Pirineo Aragonés)*. Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.
- MONTSERRAT RECODER, P. (1971). *La Jacetania y su vida vegetal*. 108 pp. y mapa en color. Editado por la Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Zaragoza, Aragón y Rioja. Zaragoza.
- MONTSERRAT RECODER, P. (1981). Rasgos de oceanidad en los fitoclimas topográficos pirenaicos. *Bol. Soc. Brot.* (sér. 2) 54: 405-409.

- MONTSERRAT RECODER, P.; MONTSERRAT MARTÍ, J. M. & MONTSERRAT MARTÍ, G. (1984). Estudio de las comunidades de *Echinopartum horridum* en el Pirineo español. *Acta Biol. Mont.* 4: 249-257.
- MONTSERRAT, P. & VILLAR, L. (1974). Les communautés endémiques à *Cochlearia aragonensis*. Remarques géobotaniques et taxonomiques. *Doc. Phytosociol.* 7-8: 3-19.
- MONTSERRAT, P. & VILLAR, L. (1987). Las comunidades de *Saponaria caespitosa* en el Pirineo. *Lazaroa* 7: 9-24.
- NINOT, J. M.; ROMO, À. M. & SESÉ, J. A. (1993). *Macizo del Turbón y Sierra del Sis: flora, paisaje vegetal e itinerarios*. Col. Naturaleza en Aragón, n.º 6. 490 pp. Diputación General de Aragón. Zaragoza.
- PÉREZ, R.; SESÉ, J. A. & VILLAR, L. (1993). Nouvelle localité de *Calamintha grandiflora* (L.) Moench (*Labiatae*) dans les Pyrénées espagnoles. *Le Monde des Plantes* 447: 7-11.
- QUÉZEL, P. (1956). À propos de quelques groupements végétaux rupicoles des Pyrénées centrales espagnoles. *Collect. Bot. (Barcelona)* 5 (1): 173-190.
- REMÓN, J. L. & MONTSERRAT, P. (1988). *Mapas de vegetación y pastos del Pirineo aragonés (cartografía de ambientes supraforestales del Pirineo aragonés)*. E. 1: 50.000. Diputación General de Aragón e Instituto Pirenaico de Ecología (inérito).
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1988). La vegetación del piso alpino superior de los Pirineos. «Homenaje a Pedro Montserrat». *Monogr. Inst. Pir. Ecol.* 4: 719-728.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.; BÁSCONES, J. C.; DÍAZ, T. E.; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F. & LOIDI, J. (1991). Vegetación del Pirineo occidental y Navarra. *Itinera Geobot.* 5: 5-455.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1986). *Mapa de series de vegetación de España.. Serie técnica. A escala 1: 400.000. 4-Pamplona, 9-Zaragoza*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I.C.O.N.A. Madrid.
- RÍOS, L. M.; GALERA, J. M. & BARETTINO, D. (1987). *Mapa Geológico de España. E. 1: 50.000. Hoja 146 (Bujaruelo)*. Instituto Tecnológico GeoMinero. Madrid.
- RÍOS, L. M.; LANAJA, J. M. & FRUTOS, E. (1982). *Mapa Geológico de España. E. 1: 50.000. Hoja 178 (Broto)*. Instituto Tecnológico GeoMinero. Madrid.
- SÁINZ OLLERO, H.; COSTA, M. & MORLA, C. (1981). *Mapa de vegetación del macizo de Monte Perdido. E. 1:80.000*. Inédito. Universidad de Madrid e ICONA.
- SORIANO, I. (1990). *Estudi florístic i geobotànic de la Serra de Moixeró i el massís de la Tosa d'Alp (Pirineus Orientals)*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.
- SORIANO, I. & SEBASTIÀ, M. T. (1990). Composición, distribución altitudinal y sintaxonomía de los bojedales de la Sierra del Cadí y el Moixeró (Prepirineo Catalán). *Fol. Bot. Misc.* 7: 115-127.
- VILLAR, L.; ASEGINOLAZA, C.; GÓMEZ, D.; MONTSERRAT MARTÍ, G.; ROMO, À. M. & URIBE-ECHEBARRÍA, P. M. (1988). Estudios sobre los hayedos prepirenaicos aragoneses: flora, vege-

- tación, cartografía y valor ecológico. Instituto Pirenaico de Ecología y Diputación General de Aragón. Jaca y Zaragoza.
- VILLAR, L.; ASEGINOLAZA, C.; GÓMEZ, D.; MONTSERRAT MARTÍ, G.; ROMO, À. M. & URIBE-ECHEBARRÍA, P. M. (1990). Los hayedos prepirenaicos aragoneses: fitosociología, fitotopografía y conservación. *Acta Bot. Malacitana* 15: 283-295.
- VILLAR, L.; BENITO, J. L.; PÉREZ, R.; GARCÍA, M. B. & GÓMEZ, D. (1993a). Diversidad de la vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido: esquema sintaxonómico. *Jornadas conmemorativas del primer centenario del nacimiento del Prof. T. M. Losa España*. Burgos.
- VILLAR, L. & MONTSERRAT, P. (1990). Guía de la excursión Jaca-Ordesa (5 de julio de 1989). «*Botánica Pirenaico-Cantábrica*». *Monogr. Inst. Pir. Ecol.* 5: 709-729.
- VILLAR, L.; PÉREZ, R.; GARCÍA, M. B. & GÓMEZ, D. (1993b). Ojeada esquemática a los bosques del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, más su zona periférica de protección. *Actas del Congreso Forestal Español (Lourizán)* 1: 467-473.
- VILLAR, L.; ROMO, À. M. & PERDIGÓ, M. T. (1993). The beechwoods of the central Prepyrenees (Spain). A preliminary survey for conservation. *Biological Conservation* 66: 85-93.

ANEXO. ESQUEMA SINTAXONÓMICO

- Cl. Montio-Cardaminetea Br.-Bl. & Tüxen *ex* Klika & Hadac 1944
 O. Montio-Cardaminetalia Pawlowski 1928
 Al. **Cardamino-Montion** Br.-Bl. 1925
 Al. **Cratoneurion commutati** W. Koch 1928
- Cl. Scheuchzerio-Caricetea Nordhagen 1936
 O. Caricetalia nigrae W. Koch 1926 *em.* Nordhagen 1937
 Al. **Caricion nigrae** W. Koch 1926 *em.* Klika 1934
 As. *Caricetum nigrae* Br.-Bl. 1915
 As. *Primulo-Scirpetum caespitosi* Gruber 1978
 O. Tofieldetalia Preising *ex* Oberdorfer 1949
 Al. **Caricion davallianae** Klika 1934
 As. *Caricetum davallianae* W. Koch 1928
 As. *Carici frigidae-Pinguiculetum grandiflorae* Br.-Bl. 1948
 As. *Equiseto variegati-Salicetum hastatellae* Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
 As. *Carici pulicaris-Eriophoretum latifolii* O. Bolòs & Vives 1956
- Cl. Molinio-Arrhenatheretea Tüxen 1937
 O. Arrhenatheretalia Pawlowski 1928
 Al. **Arrhenatherion** W. Koch 1926
 As. *Rhinantho-Trisetetum flavescens* Vigo 1984
 O. Molinietalia caeruleae W. Koch 1926
 Al. **Molinion caeruleae** W. Koch 1926
 As. *Cirsio-Molinietum caeruleae* (Scherrer 1925) Oberd. & coll. 1957
 O. Holoschoenetalia Br.-Bl. (1931) 1947

- Al. **Molinio-Holoschoenion** Br.-Bl. (1931) 1947
 As. *Cirsio-Menthetum longifoliae* O. Bolòs & J. Vives 1956
- Cl. Asplenieta trichomanis (Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1934) Oberdorfer 1977
 O. Potentilletalia caulescentis Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926
 Al. **Saxifragion mediae** Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1934
 As. *Saxifragetum mediae* Br.-Bl. 1934 *en nom.* 1948
 As. *Saxifrago longifoliae-Ramondetum myconii* Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1934
 As. *Antirrhino sempervirentis-Potentilletum alchimilloidis* Rivas Goday 1954
- O. Asplenetalia petrarchae Br.-Bl. & Meier 1934
 Al. **Asplenion petrarchae** Br.-Bl. & Meier 1934
 Al. **Cystopteridion** J. L. Richard 1972
 As. *Hyperico nummularii-Pinguiculetum longifoliae* (Quézel 1956) Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
 As. *Violo biflorae-Saxifragetum paucicrenatae* Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
 As. *Saxifrago aizoidis-Heliospermetum quadridentati* Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
- O. Androsacetalia vandellii Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1934
 Al. **Androsacion vandellii** Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1926
 As. *Asplenio septentrionalis-Primuletum latifoliae* Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
- O. Parietarietalia Rivas Mart. *ex* Rivas Goday 1964
 Al. **Parietario-Galion muralis** Rivas Mart. *ex* Rivas Goday 1964
 As. *Parietarium judaicae* K. Buchwald 1952
 Comunidad de *Scrophularia pyrenaica*
- Cl. Adiantetea Br.-Bl. 1947
 O. Adiantetalia Br.-Bl. 1931
 Al. **Adiantion** Br.-Bl. 1931
 As. *Pinguiculo longifoliae-Adiantetum capilli-veneris* Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
- Cl. Thlaspietea rotundifolii Br.-Bl. 1947
 O. Thlaspietalia rotundifoliae Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926
 Al. **Stipion calamagrostis** Jenny-Lips 1930
 As. *Picrido rielii-Stipetum calamagrostis* O. Bolòs 1974
 As. *Cirsietum glabri* Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
 As. *Gymnocarpietum robertiani* (Kuhn 1937) Tüxen 1937
- Al. **Iberidion spathulatae** Br.-Bl. 1948
 As. *Aquilegio pyrenaicae-Bordereetum pyrenaicae* Quézel 1956
 As. *Ranunculo parnassifoliae-Bordereetum pyrenaicae*. Arbella & Villar 1984
 As. *Festucetum glaciali-pyrenaicae* Rivas Mart. 1977
 As. *Linario alpinae-Minuartietum cerastiifoliae* Rivas Mart. 1977

- As. *Crepidetum pygmaeae* Br.-Bl. 1948
- Al. **Saxifragion praetermissae** Rivas Mart. 1977
As. *Saxifragetum praetermissae* Br.-Bl. 1948 *corr.* (*Saxifragetum ajugifoliae* Br.-Bl. 1948; *Arenario purpurascens-Saxifragetum praetermissae* Gruber 1978)
- Al. **Androsacion ciliatae** Rivas Mart. 1988
As. *Saxifrago iratianae-Androsacetum ciliatae* Rivas Mart. 1988
As. *Minuartio sedoidis-Androsacetum ciliatae* Rivas Mart. 1988
- Al. **Petasion paradoxo** Zollitsch 1966
- O. *Androsacetalia alpinae* Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926
Al. **Senecion leucophylli** Br.-Bl. 1948
As. *Violetum diversifoliae* Fdez. Casas 1970
- O. *Polystichetalia lonchitidis* Rivas Mart., T. E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984
Al. **Dryopteridion oreadis** Rivas Mart. 1977
As. *Cryptogrammo crispae-Dryopteridetum oreadis* Rivas Mart. in Rivas Mart. & Costa 1970
- Al. **Dryopteridion submontanae** Rivas Mart., T. E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984
- Cl. *Ruderali-Secalietae cerealis* Br.-Bl. 1936
O. *Plantaginetalia majoricis* Tüxen in Tüxen 1950
Al. **Poion variae** Oberdorfer 1950
As. *Taraxaco-Poetum supinae* Carrillo & Vigo 1984
- O. *Onopordetalia acanthii* Br.-Bl. & Tüxen 1943 *em.*
Al. **Rumicion pseudoalpini** (Rübel) Klika 1944
As. *Rumici-Chenopodietum boni-henrici* Carrillo & Vigo 1984
- Cl. *Corynephoretea canescentis* Br.-Bl. & Tüxen 1943
O. *Sedo-Scleranthetalia* Br.-Bl. 1955
Al. **Sedion pyrenaici** Tüxen *ex* Rivas Mart., T. E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1984
As. *Sedo pyrenaici-Sempervivetum montani* Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958
As. *Sileno rupestris-Sedetum pyrenaici* Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958
As. *Sempervivo tectorum-Sedetum rupestris* O. Bolòs 1983
- Cl. *Festuco-Brometea erecti* Br.-Bl. & Tüxen 1943
O. *Brometalia erecti* Br.-Bl. 1936
Al. **Mesobromion** W. Koch 1926
As. *Bromo-Medicaginetum suffruticosae* Montserrat 1960
As. *Euphrasio-Plantaginetum mediae* O. Bolòs 1954
As. *Plantagini-Seslerietum* Vigo (1979) 1982
- Cl. *Nardetea strictae* Oberdorfer 1949
O. *Nardetalia strictae* Oberdorfer 1949 *em.* Preising 1949
Al. **Nardion strictae** Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926
As. *Selino pyrenaici-Nardetum strictae* Br.-Bl. 1948 (= *Alchemillo-Nardetum* Grüber 1975)

- As. *Trifolio alpini-Phleetum gerardii* Br.-Bl. 1948
 As. *Trifolio thalii-Nardetum strictae* Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
nardetosum strictae
horminetosum pyrenaici Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
- Cl. Juncetea trifidi Hadac in Klika & Hadac 1944 (= *Caricetea curvulae* Br.-Bl. 1948)
 O. *Caricetalia curvulae* Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926
 Al. **Festucion supinae** Br.-Bl. 1948
 As. *Gentiano alpinae-Caricetum curvulae* Nègre 1969
 As. *Saxifrago bryoides-Minuartietum sedoidis* Carrillo & Ninot 1989
 Al. **Festucion eskiae** Br.-Bl. 1948
 As. *Carici graniticae-Festucetum eskiae* Rivas Mart. 1964 (= *Ranunculo pyrenaici-Festucetum eskiae* Nègre 1974)
 As. *Irido-Festucetum paniculatae* Nègre 1969
- Cl. Elyno-Seslerietea Br.-Bl. 1948
 O. Elynetalia Oberdorfer 1957
 Al. **Elynion** Gams 1936
 As. *Carici rosae-Elynetum myosuroidis* Rivas Mart. 1987
 O. Seslerietalia coeruleae Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926
 Al. **Primulion intricatae** Br.-Bl. ex Vigo 1972
 As. *Dryado-Salicetum pyrenaicae* Vanden Berghen 1970
 As. *Primulo intricatae-Horminetum pyrenaici* Lazare & Mauric 1986
- Cl. Salicetea herbaceae Br.-Bl. 1947
 O. Salicetalia herbaceae Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926
 Al. **Salicion herbaceae** Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926
 As. *Carici pyrenaicae-Cardaminetum alpinae* (Rivas Mart. 1969) Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
 As. *Anthelio juratzkanae-Salicetum herbaceae* Br.-Bl. 1948 (*Gnaphalio-Mucizonietum sedoidis* Br.-Bl. 1948; *Cardamino-Gnaphalietum supini* Rivas Mart. 1969)
 O. Arabidetalia caeruleae Rübel 1933
 Al. **Arabidion caeruleae** Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926
 As. *Carici parviflorae-Salicetum retusae* Rivas Mart. 1969
 As. *Potentillo dubiae-Gnaphalietum hoppeani* Br.-Bl. 1948
- Cl. Festuco hystricis-Ononidetea striatae Rivas Mart., T. E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1991 (Ononido-Rosmarinetea Br.-Bl. 1947 p. p.)
 O. Ononidetalia striatae Br.-Bl. 1947 (= *Astragaletalia sempervirentis* Barbero 1968 p. p. = *Anthyllidetalia montanae* Quézel 1971)
 Al. **Ononidion striatae** Br.-Bl. & Susplugas 1937
 As. *Ononido-Anthyllidetum montanae* Vives 1964
 Al. **Echinospartion horridi** Rivas Mart., T. E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1991
 As. *Carici brevicollis-Echinospartetum horridi* J. M. Montserrat 1986
 As. *Junipero hemisphaericae-Echinospartetum horridi* O. Bolòs & Montserrat ex Rivas Goday & Rivas Mart. 1969

Al. **Festucion scopariae** Br.-Bl. 1948Subal. **Festucenion scopariae**

As. *Oxytropido pyrenaicae-Festucetum scopariae* Rivas Mart., Bäscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991

Subal. **Saponarienion caespitosae** (P. Monserrat & Villar 1987)

Rivas Mart., T. E. Díaz, F. Prieto, Loidi & Penas 1991 (*Saponarion caespitosae* P. Monserrat & Villar 1987; *Thymelaeion nivalis* P. Monserrat & Villar 1975 *nom. inval.*)

As. *Saponario caespitosae-Festucetum scopariae* Gruber 1978 *corr.* (*Serratulo nudicaulis-Asperuletum pyrenaicae* P. Monserrat & Villar 1987)

oxytropidetosum pyrenaicae Rivas Mart., Bäscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991

Cl. Vaccinio-Piceetea Br.-Bl. in Br.-Bl., Sissing & Vlieger 1939

O. Piceetalia Pawlowski in Pawlowski *et al.* 1928Al. **Rhododendro-Vaccinion** (Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926) Br.-Bl. 1948

Subal. **Rhododendro ferruginei-Pinienion uncinatae** Rivas Mart., Bäscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991

As. *Saxifrago-Rhododendretum* Br.-Bl. 1939

typicum

pinetosum uncinatae Br.-Bl. 1948 (*Rhododendro-Pinetum uncinatae* Rivas Mart. 1968)

abietetosum (Rivas Mart. 1968) Vigo 1979 (*Rhododendro-Abietetum* Br.-Bl. (1939) 1948)

As. *Rhododendro ferruginei-Abietetum albae* Br.-Bl. (1939) 1948

Subal. **Seslerio-Pinienion** Vigo 1979

As. *Pulsatillo-Pinetum uncinatae* Vigo 1974

O. Pinetalia sylvestris Oberdorfer 1956

Al. **Deschampsio-Pinion sylvestris** Br.-Bl. 1961

As. *Hylocomio-Pinetum catalaunicae* Vigo 1968

Cl. Mulgedio-Aconitetea Hadac & Klika 1944 (= Betulo-Adenostyletea Br.-Bl. & Tüxen 1943 *nom. inval.*)

O. Adenostyletalia G. & J. Br.-Bl. 1931

Al. **Adenostylion alliariae** Br.-Bl. 1925

Cl. Epilobietea angustifolii Tüxen & Preising in Tüxen 1950

O. Atropetalia belladonnae Vlieger 1937

Al. **Atropion belladonnae** Br.-Bl. 1930 *em.* Oberdorfer 1957

As. *Atropetum belladonnae* (Br.-Bl. 1930) Tüxen 1950

Al. **Epilobion angustifolii** (Rübel 1933) Soó 1933

Cl. Querco-Fagetea Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

Subclase Querco petraeae-Fagenea sylvaticae

O. Fagetalia sylvaticae Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski & Wallish 1928

Al. **Fagion sylvaticae** Luquet 1926 *em.*Subal. **Fagenion sylvaticae**

As. *Luzulo niveae-Fagetum* (Susplugas 1942) Br.-Bl. 1952

- As. *Scillo lilio-hyacinthi-Fagetum sylvaticae* Br.-Bl. ex O. Bolòs 1957
 As. *Goodyero repentis-Abietetum albae* (O. Bolòs 1957) Rivas Mart. 1968 (= *Galio rotundifolii-Abietetum* O. Bolòs 1957)
 As. *Festuco altissimae-Abietetum albae* Rivas Mart. 1968
 pyroletosum secundae (Rivas Mart. 1962) Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. & Loidi 1991 (= *Helleboro occidentalis-Fagetum pyroletosum* Rivas Mart. 1962)
 Subal. **Epipactido helleborines-Fagenion sylvaticae** Rivas Mart., T. E. Díaz, P. Prieto, Loidi & Penas in Rivas Mart. *et al.* 1991.
 As. *Buxo-Fagetum sylvaticae* Br.-Bl. & Susplugas 1957
 typicum
 luzuletosum niveae J. Molero & Vigo ex Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. & Loidi 1991
- Al. **Carpinion** Issler 1931 *em.* Mayer 1937
 As. *Brachypodio sylvatici-Fraxinetum excelsioris* Vigo 1968
 aceretosum platanoidis Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
- Al. **Tilio-Acerion** Klila 1955
- O. Quercetalia pubescenti-petraeae Klika 1933
- Al. **Quercion pubescenti-petraeae** Br.-Bl. 1932
 As. *Buxo sempervirentis-Quercetum pubescentis* Br.-Bl. (1915) 1932
 typicum
 hylocomio-pinetosum sylvestris O. Bolòs & P. Montserrat 1984
- Subclase Salici purpureae-Populenea nigrae
- O. Salicetalia purpureae Moor 1958
- Al. **Salicion albae** Soó *em.* Moor 1958
 As. *Salicetum lambertiano-angustifoliae* Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
 typicum
 myricarietosum germanicae Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. & Loidi 1991
- Subclase Rhamno cathartici-Prunenea spinosae
- O. Prunetalia spinosae Tüxen 1952
- Al. **Pruno-Rubion ulmifolii** O. Bolòs 1954
- Al. **Berberidion vulgaris** Br.-Bl. 1950
- O. Sambucetalia racemosae Oberdorfer ex Westhoff & Den Held 1969
- Al. **Sambuco racemosae-Salicion capreae** Tüxen & Neumann in Tüxen 1950
 As. *Sambuco racemosae-Rubetum idaei* O. Bolòs 1974
- Subclase Trifolio medii-Geranienea sanguinei
- O. Origanetalia vulgaris Th. Müller 1962
- Al. **Trifolion medii** Th. Müller 1962
 As. *Trifolio medii-Lithospermetum officinalis* Rivas Mart., Báscones, T. E. Díaz, Fdez. Glez. Loidi 1991
- Al. **Geranion sanguinei** Tüxen in Th. Müller 1962

Cl. Pino-Juniperetea Rivas Mart. 1964

O. Pino-Juniperetalia Rivas Mart. 1964

Al. **Juniperion nanae** Br.-Bl. in Br.-Bl., Sissingh & Vlieger 1939As. *Arctostaphylo uvae-ursi-Pinetum uncinatae* Rivas Mart. 1968Al. **Junipero hemisphaericae-Pinion sylvestris** Rivas Mart. 1983As. *Veronico officinalis-Pinetum sylvestris* Rivas Mart. 1968As. *Echinosparto horridi-Pinetum sylvestris* Rivas Mart. 1987

Cl. Quercetea ilicis Br.-Bl. 1947

O. Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas Mart. 1975

Al. **Quercion ilicis** Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas Mart. 1975Subal. **Quercenion ilicis**As. *Viburno tini-Quercetum ilicis* (Br.-Bl. 1936) Rivas Mart. 1974Subal. **Quercenion rotundifoliae** Rivas Goday 1959 em. Rivas Mart. 1975As. *Buxo sempervirentis-Quercetum rotundifoliae* Gruber 1974

NOTAS

COMENTARIOS SOBRE LAS ESPECIES DE ARTRÓPODOS, PROTEGIDAS MEDIANTE CONVENIOS INTERNACIONALES, EN EL ALTO ARAGÓN

César PEDROCCHI RENAULT*

La protección oficial de la naturaleza mediante figuras legales es en general considerada como un tema secundario, a veces molesto, en nuestra sociedad. La iniciativa acostumbra a partir de colectivos ecologistas minoritarios, que mediante campañas concretas de sensibilización alcanzan a convertir algún tema de protección en preocupación que abarca a un sector más mayoritario. Entonces es cuando los organismos oficiales consideran necesario intervenir.

Es lógico por lo tanto que las primeras y más abundantes leyes de protección de especies se refieran a los vertebrados y, de ellos, los más visibles, tales como mamíferos y aves. Las leyes actuales de protección de invertebrados pueden considerarse anecdóticas, en ocasiones contradictorias.

La regulación del Estado español sobre la conservación de las especies engloba toda la fauna y flora, de modo que convierte en ilegal, por poner un ejemplo, el uso de insecticidas domésticos: «Queda prohibido dar muerte, dañar o molestar o inquietar intencionadamente a los animales silvestres, y

* Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apdo. 64. E-22700 JACA (Huesca).

especialmente los comprendidos en alguna de las categorías enunciadas en el artículo 29, incluyendo su captura en vivo y la recolección de sus huevos o crías, así como alterar o destruir la vegetación. En relación a los mismos quedan igualmente prohibidos la posesión, tráfico y comercio de ejemplares vivos o muertos o de sus restos, incluyendo el comercio exterior» (ley 4/1989 de Conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres, BOE n.º 74, de 28 de marzo de 1989). Esta ley delega a las comunidades autónomas la elaboración de los catálogos de especies amenazadas. Únicamente la comunidad autónoma de Madrid tiene elaborado y publicado un catálogo de invertebrados que deben ser protegidos (BOCM, n.º 85, de 9 de abril de 1992).

A estas leyes pueden unirse los tres convenios internacionales principales (convenio de Berna, convenio CITES y convenio de Bonn) y la directiva de Hábitats. Con todo ello se protegen 53 insectos, de ellos 25 con representación ibérica en las disposiciones internacionales y 42 en la ley de la comunidad autónoma madrileña.

Respecto a estas especies protegidas empieza a haber bibliografía abundante y entre ella alguna recopilación, como la de ROSAS *et al.* (1992), en la que encontramos con cierta extrañeza que alguna de las especies llamativa y relativamente abundante en el Alto Aragón no está citada en nuestra provincia. El hecho tiene cierta importancia, debido a que representa la pérdida de un buen motivo de protección de determinadas áreas.

Únicamente como ejemplo y con el ánimo de incentivar la publicación de notas y artículos en relación con el tema, me permito citar algunas localidades altoaragonesas de tres especies de artrópodos protegidos por convenios internacionales y cuyas referencias no aparecen en la bibliografía:

Austropotamobius pallipes, citado por D. GÓMEZ (1988) en la sierra de Guara.

Coenagrion mercuriale, capturado en San Juan de la Peña el 20 de julio de 1977 y en Belagua el 22 de julio de 1977 (colección del Instituto Pirenaico de Ecología).

Lucanus cervus, capturado en Jaca el 19 de julio de 1968, en el Boalar de Jaca el 4 de julio de 1968 y en Atarés el 9 de julio de 1994 (datos propios y de la colección del Instituto Pirenaico de Ecología).

BIBLIOGRAFÍA

- GÓMEZ SAMITIER, D. 1988. *Guara, aula de la naturaleza*. Instituto de Estudios Altoaragoneses («Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo», 9). Huesca.
- ROSAS, G.; RAMOS, M. A.; GARCÍA VALDECASAS, A. 1992. *Invertebrados españoles protegidos por convenios internacionales*. Ministerio de Agricultura (ICONA), Colección Técnica. Madrid.

PRIMERA OBSERVACIÓN DE BARNACLA CARIBLANCA (*BRANTA LEUCOPSIS*) EN ARAGÓN

César PEDROCCHI RENAULT*

El día 21 de diciembre de 1993, en La Laguna (Sariñena, Huesca), fue observado en compañía de un bando de 30 ánsares comunes (*Anser anser*) un ejemplar adulto de barnacla cariblanca (*Branta leucopsis*). Su comportamiento era muy similar al de los ánsares, pastando en cultivos de cereal inmediatos a la laguna en su lado oeste y manteniendo distancia de fuga similar, para refugiarse en el agua, junto al resto de los gansos.

Siete días después fue de nuevo observada en semejantes circunstancias (com. verb., E. PEDROCCHI *et al.*); el 9 de enero de 1994, Á. VILLACAMPA volvió a verla, también en compañía de los ánsares, al tiempo que me comunicó que se había hecho popular en la región y que acudían muchos pajareros a observarla.

El día 1 de febrero de 1994 volví a verla, siempre mezclada con el bando de ánsares comunes; fue ésta la última observación que me consta, la cual fue realizada junto a J. A. GARCÉS, E. LALAGUNA y A. CEBOLLERO.

Ésta es la primera observación de esta especie en Aragón, realizada en un momento en que son frecuentes las citas invernales en otras comunidades españolas (ARDEOLA, 1993).

* Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apdo. 64. E-22700 JACA (Huesca).

BIBLIOGRAFÍA

1993. Noticiario ornitológico. *Ardeola*, 40: 87. Madrid.

TRASHUMANCIA INVERNAL EN GORRIÓN ALPINO (*MONTIFRINGILLA NIVALIS*) EN EL PIRINEO CENTRO-OCCIDENTAL

César PEDROCCHI RENAULT*

El gorrión alpino es una de las especies mejor adaptadas para sobrevivir en los pisos alpino y supraalpino pirenaicos. Hasta tal punto es una especie montana muy evolucionada que la temperatura de incubación de sus huevos es algo más baja que en el resto de passeriformes paleárticos. Nidifica siempre por encima de los 2.000 m s.n.m. y, en principio, es una especie considerada en la bibliografía como muy sedentaria (PEDROCCHI, 1987).

Sin embargo, en determinadas ocasiones efectúa trashumancias invernales, si bien de forma irregular. PEDROCCHI (*op. cit.*) hace referencia a varias en los años 60 y 70, alrededor de las zonas habitadas y desde luego deforestadas del pie de las Sierras Interiores pirenaicas. Desde entonces no ha habido otras observaciones de desplazamientos hasta el invierno de 1983-1984, en que han sido numerosas las citas en la Depresión Media y Sierras Exteriores pirenaicas.

Así, el 5 de febrero, se observa volando a gran altura sobre Caniás (Huesca) un bando de unos 110 individuos; otro de igual tamaño se observa el 9 de ese mismo mes en la localidad próxima de Abay, sedimentado en un barbecho, junto a grandes bandos de pinzón vulgar. En el mismo lugar, junto a pinzones y alon-

* Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC. Apdo. 64. E-22700 JACA (Huesca).

dras, se observa un bando de unos 50 individuos el día 19 de de febrero. No vuelven a ser vistos en días siguientes.

Otro bando de unos 100 individuos es observado por A. PAÑO (com. verb.) el día 6 de febrero, en la umbría de la sierra de Gratal. Los vio cuando acudían a un dormidero en un talud de roca, refugiándose en el interior de las grietas.

BIBLIOGRAFÍA

PEDROCCHI RENAULT, C. 1987. *Fauna ornítica del Alto Aragón occidental*. Monografías del IPE, 1. Jaca.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

“Lucas Mallada” publica artículos y notas de investigación inéditos encuadrados en las distintas ramas de las Ciencias.

1. Los trabajos, que no podrán sobrepasar las 20 páginas, serán mecanografiados en hojas DIN A-4 (30 líneas de 70 espacios cada una) por una sola cara y a doble espacio. Se presentará el original acompañado de dos copias, con las páginas numeradas.
2. El texto podrá redactarse en castellano, aragonés o inglés.
3. Los caracteres en cursiva se utilizarán para los nombres científicos de géneros y de especies y para los neologismos intraductibles; las citas textuales, independientemente de la lengua, se consignarán en letra redonda y entre comillas, y los nombres de autor que sigan a un taxon irán en redonda. Un subrayado simple significa letra cursiva, un doble subrayado letra versalita, un triple subrayado versales o mayúsculas, un subrayado con cuatro líneas versales cursivas. En el texto no ha de figurar ninguna referencia que deba ser indicada con negritas.

Los topónimos se escribirán en su forma original o bien en la lengua en que esté escrito el trabajo, siguiendo siempre el mismo criterio.

Los números del uno al diez, siempre que aparezcan en el texto, se escribirán con letra.

Se evitarán siempre las notas a pie de página.

4. Cada autor recibirá una prueba de imprenta de su trabajo para su corrección, que devolverá en el plazo de diez días.
5. Los artículos constarán, en principio, de los apartados que a continuación se describen. En todo caso, siempre que el trabajo lo requiera, esta estructura podrá modificarse del modo que resulte más conveniente.

Título. El título será conciso pero suficientemente indicador de su contenido; género y especie irán acompañados de los táxones correspondientes.

Nombre del autor o autores, con su dirección postal.

Resumen en castellano que no supere las doce líneas mecanografiadas y que recoja lo esencial del manuscrito.

Abstract en inglés con las mismas características que el resumen. Estará encabezado por el título del trabajo en *cursiva*.

Palabras clave en inglés (seis como máximo), que orienten sobre el contenido del trabajo en orden de importancia, dejando en último lugar el área geográfica.

Introducción. Se ofrecerá en la introducción una idea de los antecedentes históricos del tema, así como del interés y la finalidad del trabajo.

Material y métodos. Incluirá la información pertinente de las especies estudiadas, aparatos utilizados, métodos de estudio y de análisis de los datos y zona de estudio.

Resultados. En esta sección se presentarán únicamente los datos obtenidos (inéditos).

Discusión. Se discutirán los resultados y su comparación con trabajos relacionados; las sugerencias de investigaciones futuras podrán aportarse al final de este apartado.

Conclusiones (optativo). Cuando las haya, deberán presentarse en forma de afirmaciones concretas y ordenadas.

Bibliografía. Cada trabajo deberá ir acompañado de una bibliografía, que solamente contendrá las publicaciones citadas en el texto.

6. *Tablas y figuras*. Los pies de tablas y figuras serán claros y concisos. En el caso de que la figura presente una leyenda, ésta se incluirá preferentemente en el pie. Las tablas se numerarán I, II, III, etc. y deberán estar siempre reseñadas en el texto. Las ilustraciones deberán presentarse separadas del texto e indicando en su dorso el título del trabajo y el nombre del autor o autores escritos a lápiz. Toda clase de ilustraciones (gráficos, figuras o fotografías) entrarán con el nombre de figura y se numerarán 1, 2, 3, etc., siendo siempre reseñadas en el texto. Los autores deberán indicar en el original, al margen, en qué parte del texto desean intercalar las figuras y las tablas.



INSTITUTO DE ESTUDIOS ALTOARAGONESES
DIPUTACIÓN DE HUESCA



9 770518 408001