

LUCAS MALLADA

11

REVISTA DE CIENCIAS

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, Ricardo PASCUAL,
Vittorio PEDROCCHI RIUS, 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

Correctores: Isidoro GRACIA y Teresa SAS

Diseño de la portada: Vicente BADENES

Redacción y Administración:

Instituto de Estudios Altoaragoneses

Parque, 10

E-22002 HUESCA

Apartado de correos 53

Tel. 974-294120

Fax 974-294122

www.iea.es / iea@iea.es

ISSN: 0214-8315

Depósito Legal: HU-151/2000

Imprime: Grafic RM Color. HUESCA

ÍNDICE

ARTÍCULOS

Plantas de la alberca de Loreto (Huesca, España), por Joaquín ASCASO MARTORELL y Javier YERA POSA	9
Aportaciones a la geomorfología del macizo de Cotiella (Pirineo oscense), por Ánchel BELMONTE RIBAS	25
Hidroquímica de la cuenca alta del río Gállego (Huesca), por Ignacio BETRÁN LACASTA, José Antonio CUCHÍ OTERINO y José Antonio MANSO ALONSO . .	41
Puntos de Interés Geológico del Alto Gállego (Huesca): un ejemplo de análisis sistemático del patrimonio geológico de una comarca natural, por L. CARCAVILLA <i>et al.</i>	63
Especies de coleópteros de las familias Staphylinidae e Histeridae presentes en carroña de cerdos, en la comarca de La Litera (Huesca), por Manuel CASTILLO-MIRALBÉS	81
Primera aproximación al cálculo de avenidas en los cañones fluviokársticos de la sierra de Guara (Huesca, España), por J. A. CUCHÍ y J. SETRINI	93
Estudio sobre la situación de las poblaciones de lagópodo alpino (<i>Lagopus mutus</i>) y mochuelo boreal (<i>Aegolius funereus</i>) en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Sobrarbe-Huesca), por Juan Antonio GIL GALLÚS <i>et al.</i> . . .	105
Los aludes en el Alto Aragón, por Emilio LEO FERRANDO y José Antonio CUCHÍ OTERINO	135
Aportaciones al conocimiento de la flora del Alto Aragón. II, por Mario SANZ ELORZA	163
Aspectos evolutivos de las Festucas del Pirineo: una aproximación molecular, por Pedro TORRECILLA LÓPEZ y Pilar CATALÁN RODRÍGUEZ	177

Especies de Chrysididae y Bethyridae (Hymenoptera: Chryridoidea) colectadas en un sabinar de <i>Juniperus thurifera</i> L. en Los Monegros (Zaragoza, España), con otras citas de interés para el Mediterráneo occidental, por Hubert TUSSAC y Javier BLASCO-ZUMETA	197
Respuesta hidrológica de la cuenca del río Isábena (Huesca) a los cambios en la vegetación y usos del suelo en la década de los noventa, por Joan M. VERDÚ ARNAL, José A. MARTÍNEZ-CASASNOVAS y Núria GARCÍA HERNÁNDEZ	213
Producción de hidrógeno por craqueo catalítico de metano sobre catalizadores Ni-Al ₂ O ₃ . Caracterización e influencia de las condiciones de operación, por J. I. VILLACAMPA <i>et al.</i>	229
Robber flies (Diptera, Asilidae) of a <i>Juniperus thurifera</i> L. forest of Los Monegros region (Zaragoza, Spain), por Medeea WEINBERG y Javier BLASCO-ZUMETA . .	245
Shore flies (Diptera, Ephydriidae) species of a <i>Juniperus thurifera</i> L. forest of Los Monegros region (Zaragoza, Spain), por Tadeusz ZATWARNICKI y Javier BLASCO-ZUMETA	261

NOTAS

Notas sobre la flora del valle del Ebro oscense (Huesca, España), por Joaquín ASCASO MARTORELL y Javier YERA POSA	281
Cita de marmota alpina (<i>Marmota marmota</i>) en la cumbre de la Gran Facha (3.005 m), Pirineo de Huesca, por Sergio COUTO y Ahimsa CAMPOS	287
Nota florística de Monzón y sus alrededores, por José Vicente FERRÁNDEZ PALACIO	289
Primera cita de <i>Pulicaria paludosa</i> Link para el Alto Aragón, por José Vicente FERRÁNDEZ PALACIO	295
<i>Corallorhiza trifida</i> , nueva especie de orquídea para Aragón, por David GUZMÁN OTANO	297
Dos ejemplares de cornicabra, <i>Pistacia terebinthus</i> , singulares por su tamaño, en la provincia de Huesca, por José Damián MORENO RODRÍGUEZ	301
Notas sobre la alimentación del lobo de río (<i>Barbatula barbatula</i>) en Navarra, por J. OSCOZ, F. CAMPOS y M ^a C. ESCALA	305

ARTÍCULOS

PLANTAS DE LA ALBERCA DE LORETO (HUESCA, ESPAÑA)

Joaquín ASCASO MARTORELL¹
Javier YERA POSA¹

RESUMEN.— Se presenta el listado de las plantas vasculares identificadas en la alberca de Loreto (Huesca). Consta de 280 taxones agrupados en 49 familias. Parte de las plantas tienen especial interés biogeográfico por ser raras o no conocidas en la zona central del valle del Ebro.

ABSTRACT.— *Contributions to the vasculars flore of alberca de Loreto (Huesca, Spain)*. 280 plants vasculares collected in the Alberca de Loreto (Huesca, Spain) — wetland— are exposed. Several plants have a special biogeographical interest because they are rare or unknown in the central area of Ebro Valley.

KEY WORDS.— Floristics, vascular plants, wetland, Huesca, Spain.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de zonas húmedas presentan un interés especial desde la perspectiva florística. En el contexto del valle del Ebro es debido, por una parte, a que en superficies relativamente reducidas aparecen plantas que no son comunes dadas las condiciones climáticas generales (MONTSERRAT, 1966; PEDROCCHI, 1998; TERRADAS, 1986). Por otra parte, son plantas adaptadas a condiciones particulares entre las que, además del agua, cabría men-

¹ Área de Botánica. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 HUESCA.

cionar la presencia de otros organismos vivos específicos de estos hábitats, suelos hidromorfos, el pastoreo y diversas intervenciones antrópicas. Respecto al factor agua es preciso considerar que presenta múltiples variaciones que inciden en la flora y en la dinámica fitocenológica. En este sentido, se puede hablar de la composición química, el movimiento y renovación del agua, los aportes externos de materia, la presencia de otros organismos y las oscilaciones intra e interanuales de la lámina y el freático.

Existen ya algunos estudios que afectan a las zonas húmedas de la zona central del valle del Ebro. En relación con la flora, sin pretensión de hacer una revisión bibliográfica, se pueden señalar trabajos específicos como los de GÓMEZ y MONTERRAT (1986), MONTERRAT y GÓMEZ (1983) y REGATO (1988), de ámbito geográfico más amplio como los de ALONSO y COMELLES (1985), CIRUJANO *et al.* (1992), COMELLES (1982) y MARGALEF (1981), fitosociológicos como los de BLANCHE y MOLERO (1988), BRAUN-BLANQUET y BOLÒS (1957), CONESA (1990), FERNÁNDEZ *et al.* (1990), ecológicos como los de BADÍA *et al.* (1992), OCHOA (1982) y ESCUER (1998) y no pocas publicaciones de carácter taxonómico o corológico que suponen aportaciones al conocimiento de la flora regional.

En el presente estudio se aportan las plantas recolectadas e identificadas en la alberca de Loreto ubicada en el término municipal de Huesca.

LOCALIZACIÓN Y METODOLOGÍA

La alberca de Loreto está ubicada en el municipio de Huesca a 470 m de altitud y UTM 30TYM1066. Se usa para riego y ocupa una superficie de 19 ha. Es un embalse artificial con excavación y obra de hormigón en parte de su contorno; la construcción original es de fines del siglo xv, ha sufrido diversas intervenciones y en la actualidad presenta una capacidad muy mermada por colmatación.

El agua proviene del embalse de Arguis. Los aportes se producen en invierno y las extracciones en primavera. No se dispone de datos sobre las variaciones del volumen y la lámina de agua intra e interanuales. No obstante, las observaciones permiten reconocer un régimen muy heterogéneo tanto a lo largo del año como entre años distintos. Los casos extremos se observan en algunos años al final del invierno con su volumen máximo y desecación total en verano.

La recolección de plantas se ha realizado durante los años 1998, 1999 y 2000. El material identificado se conserva en el herbario DAHU de la Escuela Politécnica Superior de Huesca.

Las floras básicas utilizadas son AIZPURU *et al.* (1999), BOLÒS *et al.* (1993), BOLÒS y VIGO (1984-1996), CASTROVIEJO *et al.* (1986-2000). En aquellos taxones cuya delimitación pueda ser imprecisa, se especifica el criterio adoptado mediante referencia bibliográfica.

Se ha establecido una zonación de la alberca a efectos de caracterizar sucintamente el medio donde se han encontrado las plantas. La zonación utilizada no puede considerarse rigurosa, sino simplemente orientativa. El hecho de que para un determinado taxón se señalen unas zonas no implica que no pueda encontrarse en otras. Las zonas reconocidas son las siguientes y en el texto se indican con sus códigos: Z1, zona central del vaso en la que existe mayor profundidad de agua (máximo 2,5 m) y que suele quedar vacía en verano; Z2, zona que circunda a la anterior, profundidad máxima de 1 m y suele perder el agua hacia el final de la primavera; Z3, zona que circunda a la anterior, profundidad máxima 0,5 m, supone el nivel máximo de agua y suele perder el agua hacia mayo; Z4, zona ajena al freático que circunda la alberca y que está formada por tierra aportada para constituir el vaso de la balsa; Z5, depresiones externas al vaso de la alberca que temporalmente tienen agua con origen en las pérdidas laterales de la balsa; Z6, acequias de entrada y salida (se consideran solo 50 metros adyacentes); Z7, zona situada en la cola del embalse y que presenta un bosque de *Salix alba*. Se ha excluido la flora de los campos de cultivo, cunetas y lugares ruderalizados próximos.

CATÁLOGO FLORÍSTICO

Pteridófitos

Equisetaceae

Equisetum ramosissimum Desf., Z3.

Dicotiledóneas

Boraginaceae

Cynoglossum cheirifolium L., Z4.

Cynoglossum creticum Miller, Z4.

Echium vulgare L., Z4.

Heliotropium europaeum L., Z2, Z3.

Lithospermum arvense L. subsp. *arvense*, Z4.

Neatostema apulum (L.) I. M. Johnston, Z4.

Caprifoliaceae

Sambucus nigra L., Z6.

Caryophyllaceae

Arenaria leptoclados (Reichenb.) Guss., Z4.

Cerastium glomeratum Thuill., Z4.

Cerastium semidecandrum L., Z4.

Herniaria glabra L., Z2, Z3, Z4.

Paronychia capitata (L.) Lam. subsp. *capitata*, Z4.

Silene vulgaris (Moench) Garcke subsp. *vulgaris*, Z4.

Stellaria pallida (Dumort.) Piré, Z4.

Chenopodiaceae

Atriplex patula L., Z3.

Atriplex prostrata Boucher ex DC., Z2.

Camphorosma monspeliaca L. subsp. *monspeliaca*, Z4.

Chenopodium chenopodioides (L.) Aellen, Z4.

Chenopodium vulvaria L., Z3.

Cistaceae

Helianthemum hirtum (L.) Miller, Z4.

Helianthemum ledifolium (L.) Miller, Z4.

Helianthemum salicifolium (L.) Miller, Z3.

Compositae

Anacyclus clavatus (Desf.) Pers., Z3, Z4.

Arctium minus Bernh., Z7.

Artemisia campestris L. subsp. *glutinosa* (Gay ex Besser) Batt., Z4.

Artemisia herba-alba Asso subsp. *herba-alba*, Z4.

Aster linosyris (L.) Bernh., Z5.

Aster squamatus (Sprengel) Hieron., Z2, Z3, Z5.

Bellis perennis L., Z3.

Calendula arvensis L., Z4.

Carduncellus monspelliensium All., Z4.

Carduus bourgeanus Boiss. y Reuter subsp. *bourgeanus*, Z4.

- Carlina corymbosa* L. subsp. *hispanica* (Lam.) O. Bolòs y J. Vigo, Z4.
Carthamus lanatus L., Z4.
Centaurea aspera L. subsp. *aspera*, Z4.
Centaurea jacea L. [AIZPURU *et al.*, 1999], Z3.
Centaurea melitensis L., Z4.
Centaurea ornata Willd. subsp. *ornata*, Z4.
Centaurea vinyalsii Sennen, Z4.
Chamaemelum nobile (L.) All., Z2, Z3, Z4, Z5.
Chondrilla juncea L., Z4.
Cichorium intybus L., Z3, Z5.
Cirsium arvense (L.) Scop., Z3, Z4.
Cirsium monspessulanum (L.) Hill, Z6.
Cirsium vulgare (Savi) Ten., Z6, Z7.
Conyza sumatrensis (Retz.) E. Walker, Z6.
Crepis pulchra L., Z4.
Crepis vesicaria L. subsp. *taraxacifolia* (Thuill.) Thell. ex Schinz y R. Keller, Z4.
Dittrichia viscosa (L.) W. Greuter, Z4.
Filago pyramidata L. subsp. *pyramidata*, Z3.
Hedypnois rhagadioloides (L.) F. W. Schmidt, Z4.
Lactuca serriola L., Z4.
Leontodon taraxacoides (Vill.) Mérat subsp. *hispidus* (Roth) Kerguélen, Z3, Z5.
Leuzea conifera (L.) DC., Z4.
Mantisalca salmantica (L.) Briq. y Cavillier, Z4.
Pallenis spinosa (L.) Cass. subsp. *spinosa*, Z4.
Picris echioides L., Z6.
Picris hieracioides L. subsp. *hieracioides*, Z4.
Pulicaria dysenterica (L.) Bernh. subsp. *dysenterica*, Z5.
Pulicaria paludosa Link, Z3.
Santolina chamaecyparissus L. subsp. *squarrosa* (DC.) Nyman, Z4.
Scorzonera laciniata L., Z3.
Senecio vulgaris L., Z4.
Silybum marianum (L.) Gaertner, Z3.
Sonchus oleraceus L., Z3, Z4.
Sonchus tenerrimus L., Z3, Z7.
Taraxacum laevigatum (Willd.) DC., Z4.

Taraxacum obovatum (Willd.) DC., Z4.

Tragopogon dubius Scop., Z4

Tragopogon porrifolius L. subsp. *australis* (Jordan) Nyman, Z6

Xanthium echinatum Murray subsp. *italicum* (Moretti) O. Bolòs y J. Vigo, Z3.

Xanthium orientale L., Z2, Z3.

Xeranthemum inapertum (L.) Miller, Z4.

Convolvulaceae

Calystegia sepium (L.) R. Br., Z5, Z7.

Convolvulus arvensis L., Z2, Z3.

Convolvulus cantabrica L., Z4.

Convolvulus lineatus L., Z4.

Cuscuta campestris Yuncker, Z4.

Cruciferae

Alyssum alyssoides (L.) L., Z3.

Alyssum simplex Rudolphi, Z4.

Biscutella auriculata L., Z4.

Capsella bursa-pastoris (L.) Medicus, Z3.

Diplotaxis eruroides (L.) DC., Z3, Z4.

Erophila verna (L.) Chevall., Z4.

Erucastrum nasturtiifolium (Poiret) O. E. Schuz subsp. *nasturtiifolium*, Z4.

Lepidium graminifolium L., Z4.

Rapistrum rugosum (L.) All. subsp. *rugosum*, Z3.

Sinapis arvensis L., Z3.

Sisymbrella aspera (L.) Spach subsp. *aspera*, Z2, Z3.

Thlaspi perfoliatum L., Z4.

Dipsacaceae

Dipsacus fullonum L. subsp. *fullonum*, Z7.

Scabiosa atropurpurea L., Z4.

Euphorbiaceae

Chamaesyce canescens (L.) Prokh. subsp. *canescens*, Z3.

Chamaesyce prostrata (Aiton) Small, Z2, Z3.

Euphorbia exigua L. subsp. *exigua*, Z4.

Euphorbia helioscopia L. subsp. *helioscopia*, Z4.

Euphorbia hirsuta L., Z6.

Fagaceae

Quercus ilex L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp., Z4.

Gentianaceae

Blackstonia perfoliata (L.) Hudson [BOLÒS y VIGO, 1984-1996], Z6.

Geraniaceae

Erodium cicutarium (L.) L'Hér. subsp. *cutarium*, Z3.

Geranium molle L. subsp. *molle*, Z3.

Guttiferae

Hypericum perforatum L., Z4.

Hypericum tetrapterum Fries, Z6.

Hypericum tomentosum L., Z5.

Labiatae

Ajuga chamaepitys (L.) Schreber, Z4.

Lamium amplexicaule L., Z3.

Lycopus europaeus L., Z7.

Marrubium vulgare L., Z3.

Mentha aquatica L., Z7.

Mentha longifolia (L.) Hudson, Z7.

Mentha pulegium L., Z2, Z5.

Phlomis lychnitis L., Z4.

Prunella vulgaris L., Z7.

Salvia verbenaca L., Z3.

Sideritis hirsuta L., Z4.

Teucrium chamaedrys L. subsp. *pinnatifidum* (Sennen) Reichenb. fil., Z4.

Teucrium polium L. subsp. *capitatum* (L.) Arcangeli, Z4.

Teucrium polium L. subsp. *polium*, Z4.

Teucrium scordium L. subsp. *scordium*, Z3.

Leguminosae

Astragalus incanus L. subsp. *incanus*, Z4.

Astragalus sesameus L., Z3.

Coronilla scorpioides (L.) Koch, Z4.

Dorycnium hirsutum (L.) Ser., Z4.

Dorycnium pentaphyllum Scop. subsp. *gracile* (Jordan) Rouy, Z3.

Dorycnium pentaphyllum Scop. subsp. *pentaphyllum*, Z4.

Genista scorpius (L.) DC., Z4.

Hippocrepis ciliata Willd., Z4.

Lotus corniculatus L. subsp. *delortii* (Timb.-Lagr.) O. Bolòs y J. Vigo, Z5.

Medicago lupulina L., Z3.

Medicago minima (L.) L., Z3.

Medicago polymorpha L., Z3.

Medicago sativa L., Z3.

Medicago truncatula Gaertn, Z4.

Scorpiurus muricatus L. subsp. *subvillosus* (L.) Thell., Z3.

Trifolium lappaceum L., Z5.

Trifolium pratense L., Z6.

Linaceae

Linum strictum L. subsp. *strictum*, Z3.

Linum bienne Miller, Z4, Z6.

Lythraceae

Lythrum salicaria L., Z2, Z6.

Lythrum tribracteatum Salzm. ex Sprengel, Z2, Z3.

Malvaceae

Althaea cannabina L., Z6.

Althaea officinalis L., Z2.

Malva sylvestris L., Z3.

Onagraceae

Epilobium hirsutum L., Z6.

Epilobium parviflorum Schreber, Z2.

Papaveraceae

Fumaria officinalis L. subsp. *officinalis*, Z4.

Fumaria officinalis L. subsp. *wirtgenii* (Koch) Arcangeli, Z4.

Papaver hybridum L., Z3.

Papaver rhoeas L., Z4.

Plantaginaceae

Plantago albicans L., Z4, Z3.

Plantago coronopus L. subsp. *coronopus*, Z2.

Plantago lanceolata L., Z3.

Plantago major L. subsp. *major*, Z2, Z7.

Plantago maritima L. subsp. *serpentina* (All.) Arcangeli, Z5.

Polygalaceae

Polygala exilis DC., Z5.

Polygonaceae

Polygonum amphibium L., Z1, Z2.

Polygonum aviculare L. [BOLÒS y VIGO, 1984-1996], Z3.

Polygonum lapathifolium L., Z2.

Polygonum persicaria L., Z2.

Rumex crispus L., Z2.

Rumex obtusifolius L., Z3.

Primulaceae

Anagallis arvensis L. [CASTROVIEJO *et al.*, 1986-2000], Z3.

Asterolinum linum-stellatum (L.) Duby, Z4.

Coris monspeliensis L., Z4.

Samolus valerandi L., Z2, Z6, Z7.

Ranunculaceae

Clematis vitalba L., Z6.

Delphinium gracile DC., Z4.

Nigella gallica Jordan, Z4.

Ranunculus aquatilis L. [CASTROVIEJO *et al.*, 1986-2000], Z2, Z3.

Ranunculus sardous Crantz, Z2, Z3.

Ranunculus trilobus Desf., Z2, Z3.

Resedaceae

Reseda lutea L. subsp. *lutea*, Z4.

Rosaceae

Agrimonia eupatoria L. subsp. *eupatoria*, Z3, Z6.

Crataegus monogyna Jacq., Z3.

Potentilla neumanniana Reichenb., Z4.

Potentilla reptans L., Z2.

Prunus dulcis (Miller) D.A. Webb, Z4.

Prunus spinosa L., Z4.

Rubus caesius L., Z7.

Rubus ulmifolius Schott, Z4, Z6.

Sanguisorba minor Scop. subsp. *balearica* (Bourgeau ex Nyman) Muñoz Garmendia y C. Navarro, Z4.

Sanguisorba verrucosa (Link ex G. Don) Ces., Z3.

Rubiaceae

Galium aparine L. subsp. *aparine*, Z6.

Galium palustre L. subsp. *debile* (Desv.) Bonnier y Layens, Z2, Z3.

Galium palustre L. subsp. *palustre*, Z6.

Galium verum L. subsp. *verum*, Z4.

Sherardia arvensis L., Z4.

Rutaceae

Ruta montana (L.) L., Z4.

Salicaceae

Populus x canadensis Moench, Z2, Z7.

Salix alba L., Z2, Z6, Z7.

Scrophulariaceae

Bellardia trixago (L.) All., Z4.

Gratiola officinalis L., Z2, Z3, Z5.

Kickxia elatine (L.) Dumort. subsp. *crinita* (Mabille) W. Greuter, Z3.

Linaria simplex (Willd.) DC., Z4.

Scrophularia auriculata L. [BOLÒS y VIGO, 1984-1996], Z6.

Verbascum blattaria L., Z3.

Verbascum sinuatum L., Z4.

Veronica anagallis-aquatica L. subsp. *anagallis-aquatica*, Z6.

Solanaceae

Solanum dulcamara L., Z2.

Ulmaceae

Ulmus minor Miller, Z3.

Umbelliferae

Apium graveolens L., Z6.

Apium nodiflorum (L.) Lag. subsp. *nodiflorum*, Z6.

Bupleurum tenuissimum L. subsp. *tenuissimum*, Z4.

Caucalis platycarpos L., Z4.

Daucus carota L., Z4.

Eryngium campestre L., Z3, Z4.

Foeniculum vulgare Miller subsp. *piperitum* (Ucria) Coutinho, Z4.

Oenanthe lachenalii C.C. Gemelin, Z3.

Seseli tortuosum L., Z4.

Torilis arvensis (Hudson) Link subsp. *arvensis*, Z3.

Torilis nodosa (L.) Gaertner, Z4.

Valerianaceae

Valerianella discoidea (L.) Loisel., Z4.

Valerianella muricata (Steven ex Bieb.) J. W. Loudon, Z3, Z4.

Verbenaceae

Verbena officinalis L., Z3.

Vitaceae

Vitis vinifera L., Z4.

Monocotiledóneas

Alismataceae

Baldellia ranunculoides (L.) Parl., Z2, Z5.

Amaryllidaceae

Narcissus assoanus Léon Dufour, Z3, Z4.

Cyperaceae

Carex cuprina (Sándor ex Heuffel) Nendtvich ex A. Kerner, Z2.

Carex divisa Hudson, Z3.

Carex flacca Schreber, Z4, Z5.

Eleocharis palustris (L.) Roemer y Schultes subsp. *palustris*, Z1, Z2.

Scirpus holoschoenus L., Z5.

Scirpus lacustris L. subsp. *lacustris*, Z1, Z2.

Scirpus maritimus L. subsp. *maritimus*, Z2, Z3, Z6.

Schoenus nigricans L., Z2, Z5.

Gramineae

Aegilops geniculata Roth, Z3, Z4.

Agrostis stolonifera L. subsp. *stolonifera*, Z2, Z5.

Arundo donax L., Z6.

Avena barbata Pott ex Link subsp. *barbata*, Z4.

Avena sterilis L. subsp. *ludoviciana* (Durieu) Nyman, Z4.

Brachypodium distachyon (L.) Beauv., Z3.

Brachypodium phoenicoides (L.) Roemer y Schultes, Z4, Z5.

Brachypodium retusum (Pers.) Beauv., Z4.

Bromus hordeaceus L. subsp. *hordeaceus*, Z3, Z4.

- Bromus madritensis* L., Z3.
Bromus rubens L., Z4.
Crypsis schoenoides (L.) Lam., Z3.
Cynodon dactylon (L.) Pers., Z3.
Dactylis glomerata L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman, Z3.
Deschampsia media (Gouan) Roemer y Schultes subsp. *hispanica* (Vivant) O. Bolòs, J. R. Masalles y J. Vigo, Z5.
Desmazeria rigida (L.) Tutin subsp. *rigida*, Z3, Z4.
Dichanthium ischaemum (L.) Roberti, Z4.
Elymus campestris (Godron y Gren.) Kerguélen, Z5.
Elymus repens (L.) Gould subsp. *repens*, Z3, Z4.
Eragrostis minor Host, Z3.
Hordeum murinum L. subsp. *leporinum* (Link) Arcangeli, Z3, Z4.
Koeleria vallesiana (Honckeny) Gaudin, Z4.
Lolium rigidum Gaudin, Z4.
Lygeum spartum L., Z4.
Melica ciliata L. subsp. *magnolii* (Gren. y Godron) Husnot, Z4.
Parapholis incurva (L.) C. E. Hubbard, Z3.
Phalaris arundinacea L., Z6.
Phleum pratense L. subsp. *bertolonii* (DC.) Bornm., Z3.
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steudel, Z1, Z6.
Poa annua L. subsp. *annua*, Z3.
Poa bulbosa L., Z3.
Poa pratensis L. subsp. *angustifolia* (L.) Gaudin, Z3.
Polypogon maritimus Willd., Z2, Z3.
Setaria viridis (L.) Beauv., Z3.
Vulpia ciliata Dumort. subsp. *ciliata*, Z3.

Iridaceae

- Gladiolus illyricus* Koch, Z4.
Iris spuria L. subsp. *maritima* P. Fourn., Z6.

Juncaceae

- Juncus acutiflorus* Ehrh. ex Hoffm. subsp. *acutiflorus*, Z3, Z5.
Juncus articulatus L., Z2.
Juncus bufonius L. subsp. *bufonius*, Z5.

Juncus compressus Jacq. subsp. *compressus*, Z2, Z5.

Juncus pygmaeus L. C. M. Richard, Z5.

Liliaceae

Allium vineale L., Z3, Z4.

Aphyllanthes monspeliensis L., Z4.

Asparagus officinalis L. subsp. *officinalis*, Z3.

Dipcadi serotinum (L.) Medik., Z4.

Merendera montana (L.) Lange, Z4.

Muscari neglectum Guss. ex Ten., Z3.

Ornithogalum narbonense L., Z4.

Scilla autumnalis L., Z3.

Orchidaceae

Ophrys fusca Link [BOLÒS *et al.*, 1993], Z4.

Ophrys scolopax Cav. subsp. *scolopax*, Z4.

Sparganiaceae

Sparganium erectum L. subsp. *neglectum* (Beeby) Schinz y Thell., Z6.

Typhaceae

Typha latifolia L., Z6.

CONSIDERACIONES FINALES

El número de taxones reconocidos es de 280 pertenecientes a 49 familias. Excluyendo aquellas plantas que solo salen en la Z4, ajena a la lámina de agua y freáticos, los taxones propios de ambientes húmedos son 171. Dentro de estos se reconocen algunos hidrófitos (10), aunque son minoritarios frente a terófitos, geófitos y hemicriptófitos. Estas últimas formas, pese a no ser propiamente plantas acuáticas, están sometidas durante parte de su ciclo anual a la inundación. Los índices de riqueza florística (n° de taxones / ha de superficie), excluyendo las plantas y la superficie de la zona Z4, es de $Rft = 9,50$ para el total y de $Rthid = 0,56$ para los hidrófitos.

Cabe resaltar, además del elevado número de plantas distintas respecto a la superficie estudiada, la presencia de plantas nuevas o raras en el contexto de la flora de la zona central del valle del Ebro. Entre ellas destacamos: *Apium graveolens*, *Aster linosyris*, *Baldellia ranunculoides*, *Carex cuprina*, *Centaurea vinyalsii*, *Chamaemelum nobile*, *Chenopodium cheno-*

podiioides, *Crypsis schoenoides*, *Gratiola officinalis*, *Hypericum tomentosum*, *Lythrum tribracteatum*, *Polygonum amphibium*, *Pulicaria paludosa*, *Ranunculus sardous*, *Ranunculus trilobus*, *Scirpus lacustris* subsp. *lacustris*, *Sparganium erectum* subsp. *neglectum*, *Teucrium scordium* subsp. *scordium*, *Trifolium lappaceum* y *Valerianella muricata*.

También resulta significativa la ausencia de algunos taxones que aparecen en otras lagunas o embalses de la región (basal de Ballobar, Gallocanta, La Laguna de Sariñena, lagunas de Alcañiz, lagunas de Chiprana, saladas de Bujaraloz, etc.).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZPURU, I.; ASEGINOLAZA, C.; URIBE-ECHEBARRIA, P. M.; URRUTIA, P., y ZORRAKIN, I. (1999). *Claves ilustradas de la flora del País Vasco y territorios limítrofes*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria.
- ALONSO, M., y COMELLES, M. (1985). Catálogo limnológico de las balsas y lagunas de la provincia de Teruel. *Teruel*, 24: 59-134.
- BADÍA, D.; SANZ, J. A., y ALCAÑIZ, J. M. (1992). Contribución al estudio de la vegetación halomorfa del Ebro medio. *Actes del Simposi Internacional de Botànica Pius Font i Quer (1988)*, vol. II: 227-232. Institut d'Estudis Ilerdencs. Lérida.
- BLANCHÉ, C., y MOLERO, J. (1988). Las cubetas arreicas al sur de Bujaraloz (valle del Ebro). Contribución a su estudio fitocenológico. *Lazaroa*, 9: 277-299.
- BOLÒS, O., y VIGO, J. (1984-1996). *Flora dels Països Catalans*. Vols. 1-3. Barcino. Barcelona.
- BOLÒS, O.; VIGO, J.; MASALLES, R. M., y NINOT, J. M. (1993). *Flora manual dels Països Catalans*. 2ª ed. Pòrtic. Barcelona.
- BRAUN-BLANQUET, J., y BOLÒS, O. (1957). Les groupements végétaux du bassin de l'Èbre et leur dynamisme. *An. Aula Dei*, 5 (1-4): 1-266.
- CASTROVIEJO, S., et al. (eds.) (1986-2000). *Flora iberica*. Vols. I-VIII. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- CIRUJANO, S.; VELAYOS, M.; CASTILLA, F., y GIL, M. (1992). *Criterios botánicos para la valoración de las lagunas y humedales españoles (península ibérica y las islas Baleares)*. Colección Técnica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Madrid. 456 pp.
- COMELLES, M. (1982). *Noves localitats i revisió de la distribució de les espècies de caròfits a Espanya*. Universitat Central de Barcelona.

- CONESA, J. A. (1990). Comunitats vegetals del curs inferior del riu Segre. *Ilerda (Ciències)*, 48: 9-34.
- ESCUER, J. L. (1998). *L'aiguabarreig dels rius Cinca i Segre. Cartografia del paisatge vegetal*. Premi d'investigació Amanda Llebot, 1997. Col. La Sitja, 17. Institut d'Estudis del Baix Cinca / Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F.; MOLINA, A., y LOIDI, J. (1990). Los tarayales de la depresión del Ebro. *Acta Bot. Malacitana*, 15: 311-322.
- GÓMEZ GARCÍA, D., y MONTSERRAT MARTÍ, G. (1986). Observaciones sobre flora y vegetación en la cuenca de La Laguna de Sariñena. En PEDROCCHI, C., *et al.*: *Estudio multidisciplinar de La Laguna (Sariñena, Huesca)*. Colección de Estudios Altoaragoneses, 6: 79-100. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca.
- MARGALEF, R. (1981). *Distribución de los macrófitos de las aguas dulces y salobres del E y NE de España y dependencia de la composición química del medio*. Fundación Juan March. Madrid. 62 pp.
- MONTSERRAT, G., y GÓMEZ, D. (1983). Aportación a la flora de la cuenca endorreica de la laguna de Gallocanta. *Collect. Bot.*, 14: 383-437.
- MONTSERRAT, P. (1966). *Vegetación de la cuenca del Ebro*. P. Cent. pir. Biol. exp., 1 (5): 1-22. Jaca.
- OCHOA, M. J. (1982). *Relaciones entre el medio y comunidades vegetales del sabinar continental árido en el valle del Ebro*. Serie Producción vegetal, 14. Ministerio de Agricultura. Comunicaciones INIA. Madrid. 52 pp.
- PEDROCCHI, C. (coord.) (1998). *Ecología de Los Monegros. La paciencia como estrategia de supervivencia*. Instituto de Estudios Altoaragoneses / Centro de Desarrollo de Monegros. Huesca.
- REGATO, P. (1988). *Contribución al estudio de la flora y la vegetación del galacho de la Alfranca*. Naturaleza en Aragón, 3. Zaragoza. 189 pp.
- TERRADAS, J. (1986). El paisatge vegetal dels Monegros: assaig d'interpretació. *Orsis*, 2: 71-95.

APORTACIONES A LA GEOMORFOLOGÍA DEL MACIZO DE COTIELLA (PIRINEO OSCENSE)

Ánchel BELMONTE RIBAS¹

RESUMEN.— En el presente artículo se ofrece una visión de conjunto de los principales rasgos geomorfológicos del macizo de Cotiella (Pirineo oscense). Se repasan las formas estructurales, glaciares —tanto erosivas como deposicionales—, periglaciares y kársticas. También se tratan las abundantes coladas de derrubios funcionales que se dan en sus laderas, así como la relación espacio-temporal existente entre los diversos tipos de modelados presentes en el macizo.

ABSTRACT.— *Contributions to the Geomorphology of the Cotiella Massif (Huesca's Pyrenees)*. In this work, a global vision of the main geomorphological features of the Cotiella Massif is given. Structural landforms, glacial —not only erosive but also depositional ones—, periglacial and karstic ones are treated. Active debris flows, very usuals in its slopes, and the relations among the different kinds of landforms are also studied.

KEY WORDS.— Geomorphology, high mountain, Cotiella Massif, Huesca's Pyrenees.

INTRODUCCIÓN

Situación geográfica

El macizo de Cotiella se sitúa en el interfluvio Zinca (Cinca)-Ésera, en las comarcas de Sobrarbe y Ribagorza, al norte de la provincia de Uesca

¹ La Paz, 25, 4°C. E-22004 HUESCA. estaun@teleline.es

(Huesca) (Fig. 1). Se trata de un macizo abrupto con alturas notables (Cotiella, 2.912 m; Pedra Blanca, 2.823 m) que presenta fuertes desniveles (Barbaruens-Cotiella 1.700 m en 6,35 km). Está limitado al N por el río Zinqueta (Cinqueta) y el barranco de la Simierre, al E por la Aigüeta de Barbaruens, al S por el río Ésera, al SO por la Garona Cullubert y al O por el río Zinca y la Garona d'os Molinos. Las principales localidades que rodean al macizo son Plan, Sarabillo, L'Enfortunada, Biu de Foradada, Seira y Barbaruens.

Situación geológica

Las litologías aflorantes en Cotiella abarcan un amplio espectro de edades desde los yesos y ofitas triásicos hasta materiales cuaternarios. Sin embargo, mayoritariamente se encuentran potentes series de materiales carbonatados cretácicos, paleocenos y eocenos, cuya influencia en el modelado resulta determinante.

Este conjunto rocoso se enclava en la Unidad Surpirenaica Central (SEGURET, 1972), dentro de las Sierras Interiores comprendidas entre los

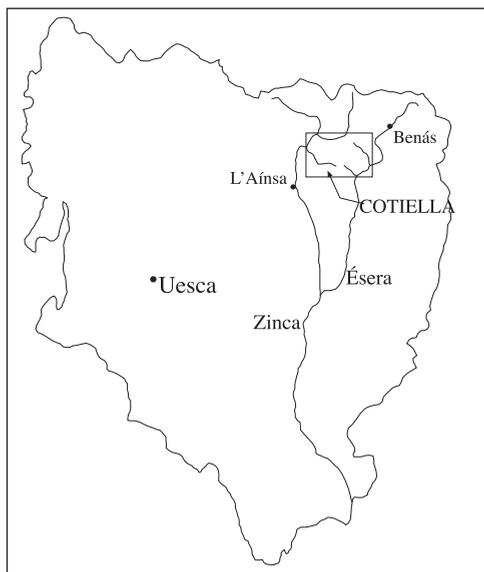


Fig. 1. Situación geográfica del macizo de Cotiella en la provincia de Uesca (Huesca).

ríos Zinca y Ésera. El macizo se estructura en una serie de láminas cabalgantes (MARTÍNEZ PEÑA, 1991) de las cuales las de Cullubert, Armeña-Entremón, sistema de Peña Madrid y Pui Alfar pertenecen a nuestra zona de estudio, quedando fuera las de Sierra Chía, Peña Montañesa, Peña Solana y Castiello Mayor. Un corte geológico representativo del macizo se expone en la figura 2.

GEOMORFOLOGÍA

Antecedentes

Desde el punto de vista geomorfológico, el macizo de Cotiella ha sido tradicionalmente olvidado por los estudiosos del Pirineo. Existen contribuciones pioneras (NUSSBAUM, 1949), en las que se señalan algunas características del glaciario y la morfoestructura de este sector. Otras aportaciones más actuales (CHUECA y LAMPRE, 1994; PEÑA, 1995; PEÑA *et al.*, 1997) ofrecen un planteamiento general de la fenomenología glaciario en el macizo. Hay que mencionar de igual modo un trabajo acerca de aspectos

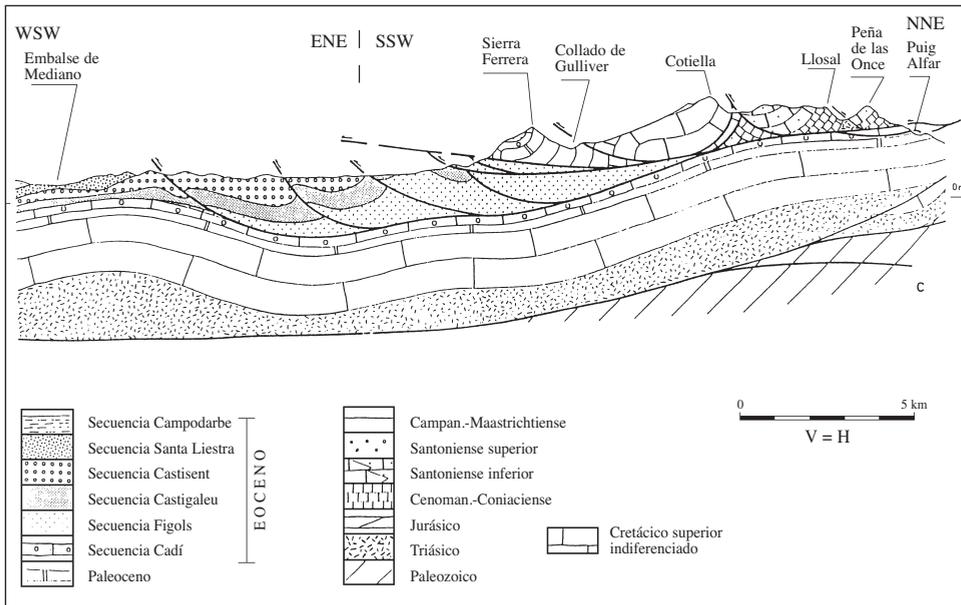


Fig. 2. Corte geológico del macizo de Cotiella (MARTÍNEZ PEÑA, 1991).

periglaciares (GARCÍA RUIZ *et al.*, 2000) que alude a derrubios estratificados en el perímetro del macizo. Un estudio más reciente pretende abarcar todos los modelados presentes en Cotiella y va acompañado de una primera cartografía geomorfológica a escala 1:50.000 (BELMONTE, 2001). En los últimos tiempos se han realizado también trabajos que han datado con exactitud restos morrénicos del Zinqueta atribuibles al máximo glaciar pirenaico (SANCHO *et al.*, 2003).

A continuación se van a presentar las líneas generales del modelado del relieve en sus distintos aspectos: estructural, glaciar, periglaciar, kárstico y otras formas menores.

Modelado estructural

El macizo de Cotiella presenta una nítida delimitación morfoestructural. Tanto al N como al S se encuentra orlado por sendos corredores margosos que se descuellan a ambos lados de los collados de Coronas (N) y Cullubert (S). Por el E y O, la incisión de los ríos Ésera y Zinca-Zinqueta respectivamente, acaban de individualizar nuestra zona de estudio.

Pese a la homogeneidad litológica de Cotiella, es patente la existencia de marcados contrastes morfológicos. Puede diferenciarse una zona de cumbres, entre los 2.500 y los 2.900 m, bajo las que se ubican una serie de rellanos intermedios (MARTÍNEZ DE PISÓN, 1994) a alturas de entre 1.900 y 2.400 m. Bajo estos rellanos suelen existir enormes escarpes estructurales que dan paso a las zonas inferiores del macizo, las laderas que enlazan con los fondos de los valles limitantes. Dichos escarpes suelen relacionarse con cabalgamientos que superponen litologías de distinta dureza. El resultado son paredes de varios cientos de metros de altura de gran continuidad lateral que confieren a Cotiella un aspecto muy característico. La influencia de estos escarpes sobre otros tipos de modelado, esencialmente el glaciar, es determinante (BELMONTE, 2001).

La red de fracturas condiciona el trazado de varios valles. Ejemplos de ellos son la cabecera de Galliners y el sector de la Basa de la Mora. De igual modo, el Zinqueta aprovecha una fosa tectónica para discurrir entre Peña Lierga y Peguera.

Otros modelados menores como *chevrons* y cuestas se encuentran también presentes en el macizo. Los primeros abundan en la margen derecha de la Garona d'os Molinos mientras que el flanco S de la propia cima de Cotiella constituye un claro relieve en cuesta.

Modelado glaciar

Durante el último ciclo glaciar, el macizo de Cotiella desarrolló un notable glaciario autóctono que, aunque no llegó a tener la entidad de los macizos axiales, protagoniza el relieve de toda la zona estudiada. La situación meridional del macizo, alejada de los principales focos de precipitaciones y con una mayor insolación, ha influido en el menor desarrollo de la fenomenología glaciar. No obstante, la altura media de la zona (mayor por ejemplo que la del vecino macizo de Turbón) ha hecho posible la presencia de varias lenguas generadas en la zona de estudio.

1. Rasgos erosivos

— **Circos:** en todo el macizo se superan la veintena de circos glaciares. La orientación en la que se desarrollan es mayoritariamente la N, NE y NO, si bien existen circos en todas las orientaciones salvo la SO. Los fondos de circo suelen ubicarse a alturas comprendidas entre los 2.000 y 2.400 m, como sucede en otros macizos pirenaicos (JULIÁN *et al.*, 2000). En cuanto a la variable litoestructural, todos los circos de Cotiella están excavados en calizas o areniscas calcáreas con un grado de fracturación similar.

Los circos más importantes, atendiendo a su tamaño, son los de Armeña y Es Leners (flanqueando el pico de Cotiella por el E y el W, respectivamente), La Ribereta (al N de Pedra Bllanca) y La Fueba, Es Ordizez y Saraminas (en la vertiente N del cordal Peña d'el Mediodía-Peña las Diez, figura 3).

Se encuentran también depresiones de origen glaciokárstico en las que se alojan pequeños lagos de montaña que desaguan por emisarios subterráneos (Armeña e Ibonet de Labasar).

— **Artesas:** existen varios tramos de valles en artesa en el macizo, sin embargo, su estado de conservación es en general malo debido, principal-

mente, a extensos tapices de gelifractos y de derrubios estratificados que se adosan a los laterales de los valles, desdibujando la morfología inicial. El desarrollo de estas geoformas se vio condicionado por dos factores. Uno de ellos es de tipo climático debido a la escasa alimentación nival y, por lo tanto, el menguado espesor de las lenguas y su consiguiente menor poder erosivo. Por otro lado, la existencia de grandes escalones estructurales rodeando el macizo dificultó el desarrollo longitudinal de las lenguas de hielo, que quedaron acantonadas en las zonas altas. No obstante lo anterior, se observan buenos ejemplos en el barranco Bilsé (que proviene de Armeña) y en el perímetro del macizo (lengua del glaciar del Zinqueta) entre la Inclusa y el estrecho de Latre.

— Cubetas de sobreexcavación: en el macizo de Cotiella se ha localizado una sola cubeta de sobreexcavación glaciar, en cuyo fondo se ubica la Basa de la Mora o Ibón de Plan. En este punto confluían distintas lenguas (siendo la principal la de la Ribereta) y aflora un sustrato yesífero y ofítico fácilmente erosionable. Además, una importante fractura en dirección NO controla la línea de erosión preferente del sector. La combinación de estos factores posibilitó la génesis de una importante cubeta en la que se pudieron almacenar unos 300 m de espesor de hielo en el máximo glaciar.

Otras formas erosivas menores que se encuentran en Cotiella son umbrales (como los de Pllana Angón, Armeña o Basa de la Mora), rocas aborregadas y pulidas (umbral de la Basa de la Mora, circo de Cotiella), que suelen estar afectados por procesos kársticos posteriores.

2. Rasgos deposicionales

— Morrenas: podemos distinguir dos tipos de morrenas dentro de la zona de estudio. Por un lado se encuentran morrenas pertenecientes a los glaciares de Zinca y Zinqueta. Se trata esencialmente de morrenas laterales y un posible arco frontal (Zinqueta), siendo más escasos los materiales morrénicos atribuibles al Zinca. Por otro lado, existe un notable número de morrenas que corresponden a glaciares originados en el propio macizo. Destacan los conjuntos morrénicos de Ordizez-Saraminas (Fig. 3), Pllana Angón, Fornet (Fig. 4) y las morrenas laterales de San Cristóbal, cerca de Barbaruens.

La distribución de los distintos cordones se ve influenciada de nuevo por la peculiar morfoestructura del macizo, quedando muchas morrenas confinadas en pequeños espacios merced a los escalones estructurales que influyeron en la extensión de las lenguas.

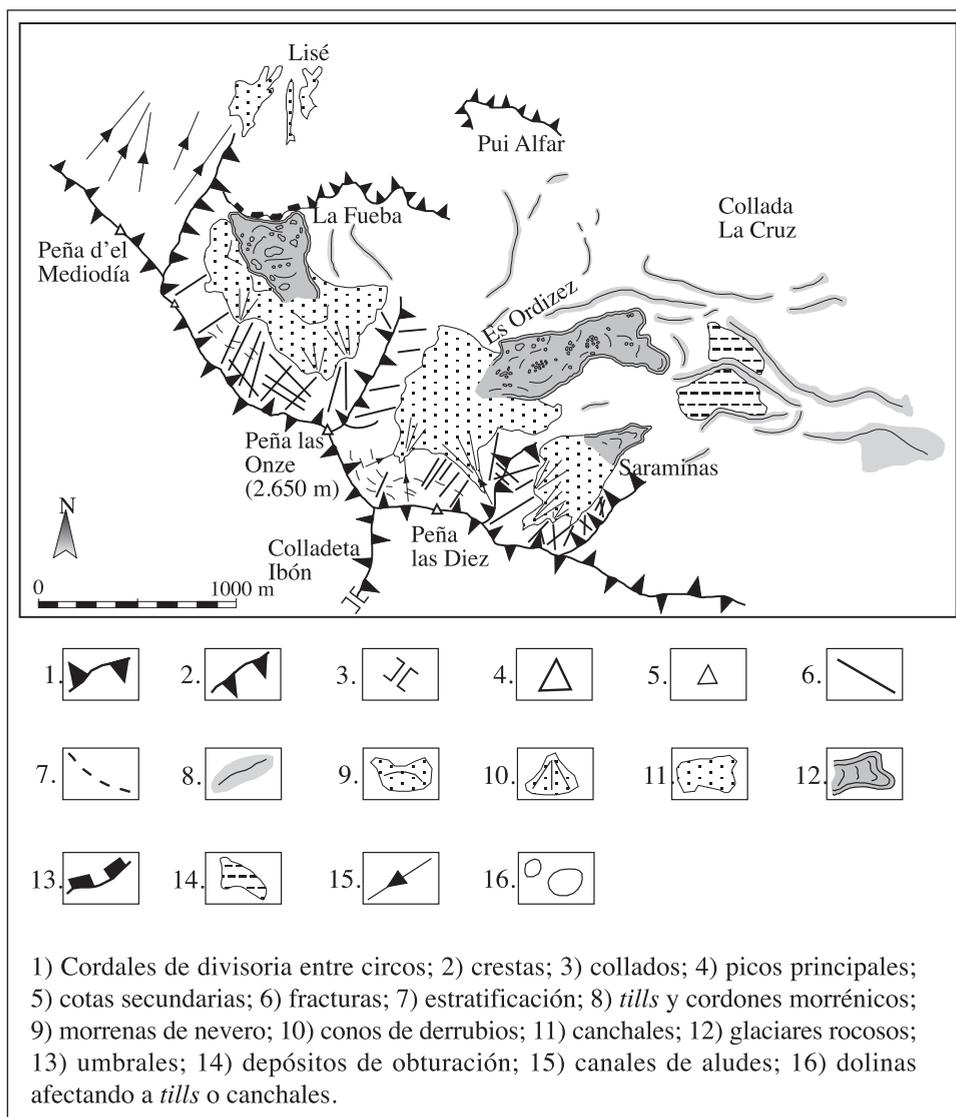


Fig. 3. Esquema geomorfológico del modelado glaciar y periglaciar en Es Ordizez-Saraminas (BELMONTE, 2001).

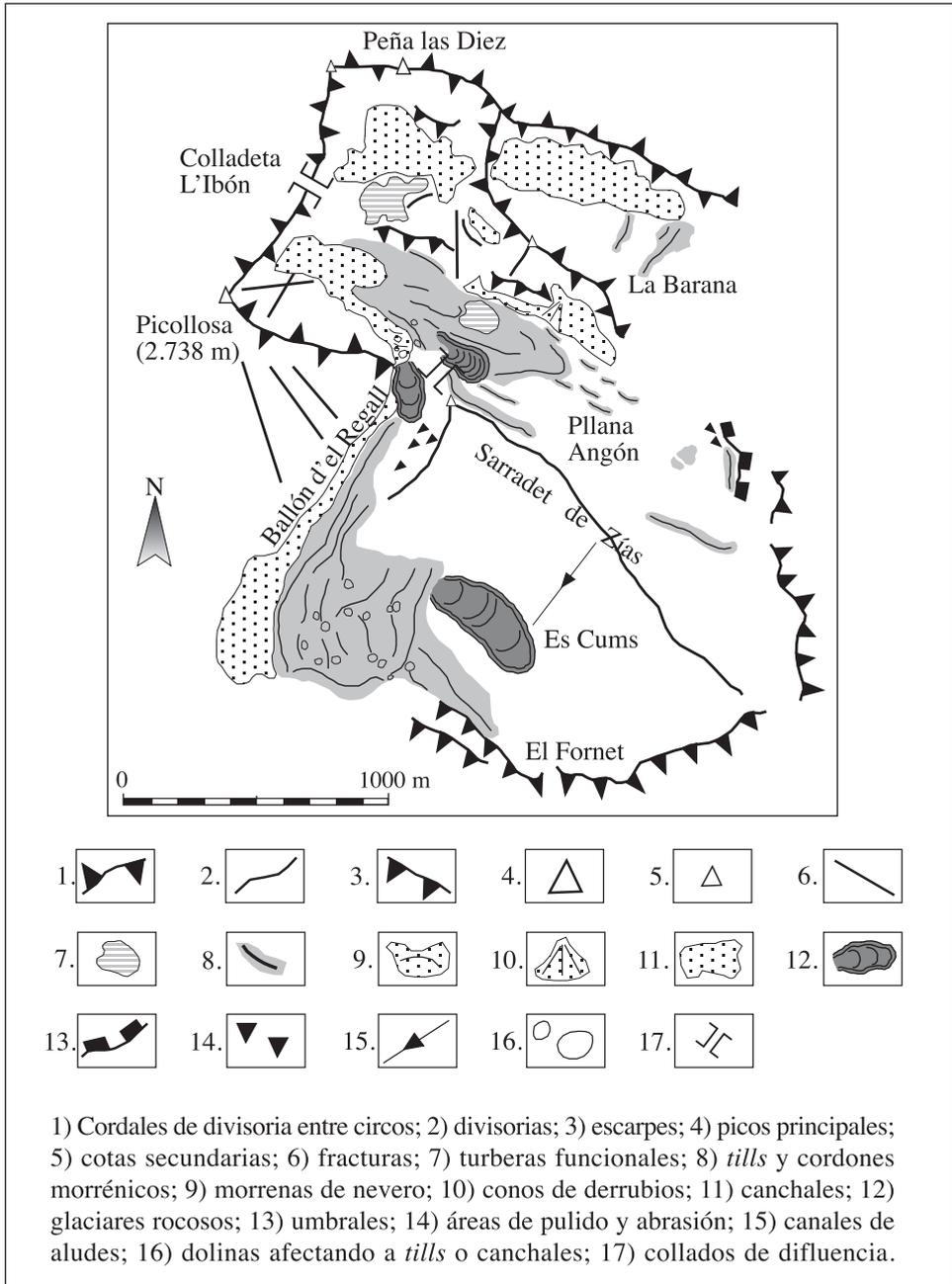


Fig. 4. Esquema geomorfológico del modelado glaciar y periglacial en la Pllana Angón y Es Cums-El Fornet (BELMONTE, 2001).

Respecto a las características sedimentarias de estos depósitos, en líneas generales puede decirse que incluyen cantos no muy grandes (tamaño decimétrico, pocas veces métrico) que se encuentran englobados en una matriz anaranjada.

Las cotas más bajas en las que se encuentran morrenas son 1.320 m en la vertiente N (San Cristóbal) y 1.460 m en la S (Cullubert).

— Depósitos de obturación: se han localizado pequeños depósitos ligados a la actividad glaciar en la margen izquierda del barranco Bilsé (depósito de Las Bordas) y en la zona de Es Ordizez-Saraminas.

— Otros depósitos: existen turberas activas en el entorno de la Basa de la Mora y Angón, así como depósitos fluvioglaciares al S del Paso d'as Debotas —ligados al glaciar de la Zinca— y otros pequeños afloramientos en los taludes de la carretera de la Bal de Chistau (relacionados con el glaciar del Zinqueta).

Resulta difícil determinar las fases glaciares representadas en el macizo de Cotiella, si bien todas ellas parecen estar presentes, desde las fases anti-



Fig. 5. Glaciar rocoso bajo la cima de Cotiella.

guas pre-máximo glaciario hasta la Pequeña Edad del Hielo. Sí se han realizado ya dataciones absolutas de la morrena terminal del Zinqueta (arco de Salinas) dando para el máximo una edad de $53,2 \pm 6,6$ ka (SANCHO *et al.*, 2003). Un primer intento de asignar los depósitos existentes a cada una de las fases establecidas para el Pirineo se realiza en BELMONTE (2001).

Modelado periglaciario

La actividad periglaciario ha sido, y en determinadas cotas aún lo es, bastante intensa en la zona de estudio. Dentro de las formas que aparecen diseminadas por el macizo destacan los glaciares rocosos, morrenas de nevero y en especial los derrubios estratificados. Asimismo, alcanzan gran extensión los canchales, que llegan a borrar otras formas previas por superposición.

— Glaciares rocosos: las características litoestructurales del macizo de Cotiella no son las más idóneas para la génesis de estas geoformas, que se desarrollan preferentemente en rocas cristalinas muy fracturadas y en macizos occidentales o próximos al eje axial (CHUECA, 1991). Aún así existen buenos ejemplos dentro de la zona (Fig. 5). Algunos pequeños glaciares se han desarrollado ligados a complejos morrénicos como es el caso de la Pllana Angón o del glaciar rocoso de Es Cums. Los glaciares rocosos más espectaculares son los de Es Ordizez, Saraminas y La Fueba (Fig. 3), situados todos ellos en la vertiente N del cordal Peña las Diez-Peña d'el Mediodía. Todos ellos se orientan hacia el N o NE y alcanzan una longitud máxima de un kilómetro. Los fondos de los circos donde se asientan se sitúan a unos 2.000 m y en los tres casos están rodeados por paredes de hasta 600 m de altura, compuestas por roca caliza muy fracturada que favorece un generoso aporte de gelifractos.

— Morrenas de nevero: cabe distinguir dos grupos de morrenas de nevero o *protalus ramparts*. Uno son las morrenas de posible génesis durante la Pequeña Edad del Hielo. Se encuentran en los circos de La Fueba, Leners y valle de Labasar a alturas que rondan los 2.000 ó 2.200 m. Por otro lado, hay una serie de morrenas de nevero funcionales ubicadas en la parte alta del circo de Armeña, a unos 2.500 m y con orientaciones N y NE. Durante la campaña de campo del verano del 2001 se ha constatado la permanencia de la nieve enlazando el área fuente de fragmentos rocosos y el *protalus rampart*.

— Derrubios estratificados: este tipo de depósitos alcanza un desarrollo espectacular en el macizo de Cotiella. Los principales lugares donde aparecen son los valles de Los Neis y el barranco Yali, en la vertiente meridional de la zona de estudio y en cotas entre 1.000 y 2.000 m. Otros lugares donde también se encuentran dichos depósitos son el barranco de Sesuans y el entorno del Paso d'as Debotas, que han sido asignados al Tardiglaciario (GARCÍA RUIZ *et al.*, 2000).

— Otras formas periglaciares: se encuentran extendidos por todo el macizo enormes canchales. Forman mantos que llegan a coalescer con los de las vertientes opuestas borrando de los valles las morfologías en artesa o posibles substratos karstificados. Por otra parte, existen también fenómenos activos de avalanchas que aprovechan canales de origen inicialmente estructural. En muchas ocasiones es perfectamente visible la estructura completa desde la zona de acumulación nival hasta el cono de derrubios que la nieve arrastra. Uno de los mejores ejemplos se encuentra en las faldas occidentales de la Peña d'el Mediodía, frente al refugio de Labasar.

Modelado kárstico

El macizo de Cotiella destaca por la profusión de formas kársticas tanto externas como internas. Las características del macizo, tanto litológicas como estructurales, de precipitaciones y persistencia del manto nival, favorecen la disolución de las rocas que componen la zona.

1. Formas exokársticas

A lo largo y ancho de todo el macizo se encuentran distintos tipos de lapiaces. Concretamente, y en distintas localizaciones, se pueden observar lapiaces acanalados (*rillenkarren*), *rinnenkarren*, lapiaz estructural (*kluftkarren*), zanjones (*bogaz*), lapiaz redondeado (*rundkarren*) y lapiaz oqueroso (*holkarren*) (BELMONTE, 2001).

Los campos de dolinas son también abundantes, siendo la mayoría de ellas en embudo. Destacan los campos formados en la cara norte de la Peña las Onze, pero, sobre todo, los desarrollados en los circos de Armeña, Es Leners y Batiziellas.

Se trata de tres áreas holokársticas según la terminología de CVIJIC (1960), en las que la densidad de formas kársticas impide un reflejo detallado en la cartografía. Carecen de una red de drenaje definida y presentan una densidad de lapiaces, dolinas y entradas a cavidades solo comparable a determinadas zonas pirenaicas como la Piedra de San Martín, en la confluencia de Uesca, Navarra y el Béarn.

Otras zonas con profusión de dolinas son la culminación de Peña Lierga y la Pllana Angón. En la propia cima de Cotiella (2.912 m) se desarrolla un pequeño campo de dolinas de claro control estructural.

Otro elemento importante dentro del modelado exokárstico son los cañones fluviokársticos. Corresponden a cauces que han atravesado potentes paquetes calizos o margocalcáreos del perímetro del macizo. Los ejemplos mejor desarrollados se localizan en el río Irués y la Aigüeta de Barbaruens, si bien existen un total de 11 cañones de este tipo (BELMONTE, 2001).

2. Formas endokársticas

Las simas y cuevas del macizo, pese a las características óptimas del entorno geológico, han sido poco estudiadas desde el punto de vista espeleológico. Se han localizado 207 cavidades, entre las que destaca la sima A-11 con 1.500 m de desarrollo y 460 m de profundidad máxima alcanzada (CUCHÍ y SANCHO, 1990).

Existe un claro control estructural en el desarrollo de las distintas cavidades, al igual que ocurre en otros macizos pirenaicos como la Piedra de San Martín (LÓPEZ MARTÍNEZ, 1987). En el caso del circo de Armeña, las cavidades se adaptan a la estratificación vertical y a fracturas de orientación N120E y N30E (CUCHÍ y SANCHO, 1990).

En cuanto a otras formas kársticas menores, se han citado travertinos con especial desarrollo en surgencias del barranco de Irués, clasificados como de tipo fluvial y, dentro de este, como surgencias colgadas (*perched springline*) (BELMONTE, 2001).

Los procesos kársticos en el macizo de Cotiella pueden considerarse como plenamente activos. Su posible origen debe cifrarse a partir del Plioceno superior, aunque es seguro que existieron fases kársticas anteriores,

como demuestra la existencia de cavidades desconectadas del karst actual (Cueva 5 de Agosto, Santa Isabel).

Otras morfologías

Entre todas las geoformas que afectan a las laderas del macizo destacan por su profusión las coladas de derrubios o *debris flows*. Encontramos tanto los canalizados como los no canalizados o alpinos. Los primeros son fácilmente observables en las canales que descienden de Peña Lierga hacia el cauce de la Zinca, así como en los torrentes afluentes al barranco Yali. El segundo tipo se encuentra en múltiples puntos de la zona de estudio. Son especialmente visibles en los canchales de la Basa de la Mora y valle de Labasar.

Es destacable el caso de una importante colada que se desarrolló en julio del 2001 merced a unas grandes precipitaciones tormentosas sucedidas a principios de mes (Fig. 6). En una noche se registraron en Sarabillo más de 200 mm de agua y granizo. Esto movilizó un gran volumen de rocas desde las faldas septentrionales de Peña Lierga originando una lengua de más de medio kilómetro de longitud y una anchura en su frente superior a 20 m, que se detuvo en unos prados de siega próximos al pueblo (BELMONTE, 2001). Este hecho demuestra la vitalidad de ciertos procesos geomorfológicos en la alta montaña pirenaica.

CONCLUSIONES

El macizo de Cotiella, enclavado en el interfluvio Zinca-Ésera, posee una rica variedad de geoformas. Destacan las estructurales, kársticas y glaciares, constatándose una intensa relación e influencia entre ellas. La acusada individualidad estructural del macizo ha supuesto un factor limitante a la extensión del glaciario y este, a su vez, se relaciona intensamente con el modelado kárstico dando lugar a un interesante abanico de formas mixtas que van desde los lagos glaciokársticos a la superposición de morfologías en umbrales y superficies pulidas.

Por otro lado, son destacables los rasgos periglaciares —esencialmente glaciares rocosos, morrenas de nevero y derrubios estratificados— y el



Fig. 6. *Debris flow* de Sarabillo.

modelado de ladera con un gran número de zonas afectadas por coladas de derrubios que incluso afectan al entorno de áreas pobladas.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo está basado en un trabajo realizado gracias a una Ayuda a la Investigación concedida por el Instituto de Estudios Altoaragoneses en la convocatoria del 2000.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELMONTE RIBAS, Á. (2001). *Análisis geomorfológico del macizo de Cotiella*. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 133 pp. + 1 mapa. Inédito.
- CHUECA, J. (1991). Análisis de la distribución espacial de los glaciares rocosos en el Pirineo central oscense. *Geographicalia*, 28: 85-99.
- CHUECA, J., y LAMPRE, F. (1994). *Los glaciares altoaragoneses*. Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo, 21. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 32 pp.
- CUCHÍ, J. A., y SANCHO, C. (1990). *El karst en la provincia de Huesca*. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 189 pp.
- CVIJIC, J. (1960). *La géographie des terrains calcaires*. Monogr. Serbian Acad. Sci. Arts., 341.
- GARCÍA RUIZ, J. M.; MARTÍ, C.; VALERO, B.; GONZÁLEZ, P.; LORENTE, A.; BEGUERÍA, S., y EDWARDS, L. (2000). Derrubios de ladera en el Pirineo central español: significación cronológica y paleoclimática. En PEÑA, J. L.; SÁNCHEZ-FABRE, M., y LOZANO, M. V. (eds.). *Procesos y formas periglaciares en la montaña mediterránea*: 63-79. Instituto de Estudios Turolenses. Teruel.
- JULIÁN, A.; CHUECA, J., y PEÑA, J. L. (2000). El relieve del Alto Gállego (Pirineo aragonés). En CHUECA, J. y PEÑA, J. L. (eds.). *Boletín Glaciológico Aragonés*, 1: 45-79. Depto. de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1994). *Relieves del Alto Pirineo Aragonés. Itinerarios geográficos*. CAI. Zaragoza. 151 pp.
- MARTÍNEZ PEÑA, B. (1991). *La estructura del límite occidental de la Unidad Surpirenaica Central*. Tesis doctoral. 380 pp. + planos. Inédita.
- NUSSBAUM, F. (1949). Sur les traces des glaciers quaternaires dans la région de l'Aragon. *Pirineos*, 13-14: 497-518.
- PEÑA MONNE, J. L. (1995). El Pirineo. En GUTIÉRREZ, M. (coord.). *Geomorfología de España*: 159-225. Rueda. Madrid.
- PEÑA, J. L.; CHUECA, J. y LAMPRE, F. (1997). Estado actual del conocimiento del glaciarismo pleistoceno en la vertiente meridional del Pirineo central. En GÓMEZ ORTIZ, A., y PÉREZ ORTIZ, A. (eds.): *Las huellas glaciares de las montañas españolas*: 211-238. Universidade de Santiago de Compostela.
- SANCHO, C.; PEÑA, J. L.; LEWIS, C.; McDONALD, E., y RHODES, E. (2003). *Preliminary dating of glacial and fluvial deposits in the Cinca River Valley (NE Spain): chronological evidences for the glacial maximum in the Pyrenees?* En RUIZ, M. B., et al. (eds.), *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean region*: 169-173. Universidad de Alcalá / Ministerio de Ciencia y Tecnología / INQUA.
- SEGURET, M. (1972). *Étude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées*. Publ. USTELA, Série Géol. Struct. Montpellier. 155 pp.

HIDROQUÍMICA DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO GÁLLEGO (HUESCA)

Ignacio BETRÁN LACASTA¹
José Antonio CUCHÍ OTERINO²
José Antonio MANSO ALONSO²

RESUMEN.— Se ha estudiado la hidroquímica de las aguas de la cuenca alta del río Gállego, especialmente en sus afluentes Caldarés y Aguas Limpias.

ABSTRACT.— *Hydrochemistry of the upper basin of Gallego river (Huesca)*. The hydrochemistry of the waters of Gallego river and several tributaries was studied.

KEY WORDS.— Hydrochemistry, Gallego river, Huesca, Spain.

INTRODUCCIÓN

Es evidente la importancia que tiene la calidad del agua dentro de los recursos naturales del Alto Aragón. Sin embargo, son pocos los estudios publicados hasta hace unos años, como los de SÁNCHEZ (1987) y BESCÓS (1991).

En los últimos años el tema está adquiriendo un interés creciente, bien por la presencia de metales pesados como los detectados por PUYAL y cols.

¹ Avenida de Huesca, 38. E-22600 SABIÑÁNIGO (Huesca).

² Escuela Universitaria Politécnica de Huesca. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 HUESCA.

(1998) o por la presencia de elevadas concentraciones de nitratos de origen agropecuario en LARREY y cols. (1996) y BUERA y cols. (1998).

Poca información existía sobre la cuenca del Alto Gállego. El presente trabajo presenta los resultados obtenidos en este río, resultado de una campaña de muestreo, en el otoño de 1998, en un barrido general sobre la hidroquímica de las aguas de esta cuenca.

MUESTREO. MARCO FÍSICO Y METEOROLÓGICO

El valle alto del río Gállego, conocido también como el valle de Tena, se encuentra en el centro de la franja norte del Alto Aragón, entre el desfiladero de Santa Elena y la frontera francesa. Topográficamente es una zona accidentada, rodeada de una aureola de picos espectaculares, entre los que destacan al norte Pico de Moros (3.151 m) y Quijada de Pondiellos (3.076 m) y al sur las sierras de La Partacua y Tendenera (2.853 m).

El Gállego, que nace en el Portalet, en la raya de Francia, actúa como colector de una serie de importantes afluentes, entre los que destacan el Aguas Limpias, que desciende de la zona del circo de Respomuso, el Bolática, que junto con el Caldarés recogen las aguas del quiñón de Panticosa. Por la orilla derecha, el río Escarra drena una amplia superficie entre la muralla calcárea de Telera y las estribaciones menores del pico de Tres Hombres.

Desde un punto de vista geológico, la cuenca se distribuye entre materiales carbonatados e ígneos. El cuadrante noroeste está cubierto por calizas del Devónico, en el Portalet y Foratata, y esquistos del Carbonífero. La intrusión de los pitones de andesita del Anayet y el Midi d'Ossau originaron una pequeña aureola metamórfica que ha dado lugar a explotaciones de fluorita en el Portalet, hoy cerradas. El cuadrante noreste está ocupado por los granitos paleozoicos del balneario de Panticosa. Su intrusión provocó una aureola metamórfica con depósitos mineros explotados, en el pasado, en Yenefrito. Por el sur, las murallas calizas del Cretácico Superior dominan el paisaje.

En estos materiales se localizan diversas unidades acuíferas. En los granitos de Panticosa se encuentra un interesante acuífero fisurado, con un

componente termal que ha dado nombre al río Caldarés y se aprovecha en el balneario de Panticosa. En las calizas del Devónico se localizan acuíferos kársticos en el Portalet, valle de Soba y Tres Hombres. En Telera y Partacua se señalan también varios sistemas kársticos que drenan en Hoz de Jaca, Respomuso, Santa Elena, Batanes y Traconeras.

METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS

En el otoño de 1998, se tomaron 99 muestras, en botellas nuevas de PET de dos litros, de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca alta del río Gállego. Parte de las muestras se recogieron en zonas de alta montaña, en algún caso con porteos de varias horas.

In situ se determinaron temperatura y conductividad eléctrica mediante un Orion 122. El pH, el potencial rédox y la alcalinidad se determinaron en un laboratorio de campo, en menos de 24 horas tras el muestreo. El pH mediante un Orion 290 A, con electrodo de vidrio Ingold y calibración previa a valores de 4.01, 7.00 y 10.01. Potencial rédox mediante Orion 290 A y tampón de 481 mV. La alcalinidad mediante microbureta Hach, pHmetro y soluciones de ácido sulfúrico diluido en concentraciones de 0,0976 N y 1,5448 N.

Los iones mayoritarios se determinaron en los laboratorios de la EUPH. Sodio, potasio y calcio se determinaron mediante fotómetro de llama Jenway PFP7. Magnesio por absorción atómica en un Varian SpectrAA-10 BQ, con llama de acetileno. Cloruros por argentometría, con indicador de cromato potásico. Nitratos por acidificación en espectrofotometría ultravioleta a 220 y 275 nanómetros, en un UNICAM Helios-Épsilon. Sulfatos por turbidimetría con cloruro de bario, también en un UNICAM Helios-Épsilon.

Los resultados se han representado en diagramas de Stiff y Piper mediante el programa AQUACHEM. También se realizó la especiación mediante el programa WATEQF.

RESULTADOS ANALÍTICOS

Los resultados analíticos, por subcuencas, se presentan en las figuras 1 a 4.

Muestra	fecha	t(°C)	ce(µs/cm) a 20 °C	pH	p. redox(mV)	HCO ₃ (mg/l)	Cl(mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)
52	30/10/98	10.8	239.0	7.73	222.5	117.79	0.81	1.82	0.93	<0.5	34.28	0.48	17.95
57	2/11/98	3.8	36.0	6.88	287.2	16.37	0.27	0.10	<0.5	<0.5	6.27	0.69	1.51
58	2/11/98	4.1	39.9	7.20	286.5	19.35	0.27	0.10	<0.5	<0.5	5.43	0.75	1.70
59	2/11/98	6.0	31.8	6.92	287.3	15.63	0.27	0.11	<0.5	<0.5	4.64	0.40	2.36
60	2/11/98	6.2	27.5	6.84	293.1	13.10	0.00	0.10	<0.5	<0.5	3.85	<0.3	2.36
61	2/11/98	3.3	48.5	7.42	290.2	22.33	0.00	0.21	<0.5	<0.5	7.42	0.80	3.28
62	2/11/98	3.8	88.8	7.46	281.4	43.16	0.00	0.29	<0.5	<0.5	12.19	0.52	6.06
63	2/11/98	2.6	47.5	7.12	280.2	19.35	0.00	0.21	<0.5	<0.5	7.42	1.24	5.00
64	2/11/98	3.4	55.6	7.32	264.1	26.05	0.00	0.23	<0.5	<0.5	8.21	0.77	5.79
65	2/11/98	6.1	48.6	7.03	275.3	21.28	0.27	0.19	0.79	<0.5	5.83	0.61	3.49
66	2/11/98	7.1	73.4	7.25	280.9	35.72	0.27	0.28	0.79	<0.5	9.01	0.57	2.95
67	2/11/98	6.0	51.7	7.10	280.9	23.81	0.00	0.20	0.50	<0.5	6.63	0.50	2.27
68	2/11/98	7.0	118.0	7.60	271.9	61.02	0.00	0.37	0.90	<0.5	16.87	<0.3	6.46
69	2/11/98	6.2	101.2	7.44	270.9	52.54	0.00	0.37	<0.5	<0.5	14.96	0.57	3.62
70	2/11/98	7.4	130.7	7.61	265.3	65.49	0.27	0.75	<0.5	<0.5	17.96	0.40	7.95
71	2/11/98	8.2	184.3	7.96	260.0	110.73	0.00	0.71	<0.5	<0.5	28.64	<0.3	5.92
72	2/11/98	8.6	283.0	7.77	266.7	146.61	1.08	1.12	1.85	<0.5	38.67	<0.3	17.69
73	2/11/98	7.4	96.2	7.46	260.6	47.63	0.00	0.39	<0.5	<0.5	14.83	0.41	3.89
74	2/11/98	8.3	167.5	7.83	258.5	83.35	0.00	1.42	<0.5	<0.5	22.41	<0.3	8.22
75	2/11/98	7.9	82.3	7.36	261.3	39.74	0.27	0.31	<0.5	<0.5	11.00	0.40	3.76
76	2/11/98	8.0	166.8	7.88	254.8	82.46	0.00	0.69	<0.5	<0.5	24.78	<0.3	12.96
77	2/11/98	7.0	162.3	7.70	257.3	69.95	0.00	0.56	<0.5	<0.5	23.54	0.43	19.31

Tabla I. Datos analíticos de las aguas del Aguas Limpias.

Muestra	fecha	t(°C)	ce(µs/cm) a 20 °C	pH	p. redox(mV)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl(mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)
1	27/10/98	7.0	181.5	7.48	294.0	98.98	1.36	3.10	0.79	<0.5	23.13	0.42	7.71
3	27/10/98	8.4	91.0	7.15	299.2	49.12	0.00	0.88	0.50	<0.5	14.23	0.38	4.33
4	27/10/98	7.2	285.0	7.63	308.4	153.31	0.27	4.88	<0.5	<0.5	35.86	<0.3	19.60
5	27/10/98	5.8	183.8	7.54	301.4	104.19	0.54	3.87	0.79	<0.5	23.60	0.56	7.57
6	27/10/98	5.3	280.0	7.70	309.3	157.77	0.00	8.19	0.50	<0.5	31.96	0.45	15.50
7	27/10/98	10.6	144.9	7.84	299.6	85.58	0.00	0.37	0.50	<0.5	22.19	<0.3	5.20
8*	27/10/98	19.8	286.0	9.10	-215.6	8.13	22.77	<0.1	45.96	0.85	0.65	0.43	54.65
9	27/10/98	10.2	118.0	7.55	322.5	59.54	0.00	0.27	<0.5	<0.5	16.57	0.77	4.01
10	27/10/98	7.1	111.5	7.25	300.1	58.05	1.36	0.33	2.24	<0.5	16.57	0.59	4.40
11	27/10/98	5.1	145.1	7.84	301.5	117.58	0.00	1.59	<0.5	<0.5	32.21	0.42	7.18
12	27/10/98	6.3	150.0	7.35	304.2	83.35	0.00	0.32	<0.5	<0.5	25.89	0.42	11.14
13	27/10/98	4.8	73.6	6.92	299.2	40.93	0.00	0.34	0.64	<0.5	10.95	0.68	2.29
14	27/10/98	7.4	51.8	6.67	309.0	28.28	0.27	0.17	0.79	<0.5	8.61	0.57	2.16
15	27/10/98	6.2	38.2	6.63	304.9	19.35	0.00	0.13	<0.5	<0.5	6.27	0.56	2.55
16	27/10/98	5.7	107.2	6.57	304.8	56.56	0.00	0.25	<0.5	<0.5	17.04	0.61	4.80
17	27/10/98	5.0	39.3	6.63	306.9	20.09	0.00	0.14	0.97	<0.5	5.80	0.64	3.35
18*	27/10/98	27.4	164.2	9.33	-182.2	20.30	7.86	<0.1	31.57	<0.5	0.65	<0.3	24.28
19	27/10/98	5.3	39.4	6.57	315.6	19.35	0.00	0.12	<0.5	<0.5	6.27	0.63	2.82
20	28/10/98	3.2	95.6	7.69	226.7	45.40	0.00	0.25	<0.5	<0.5	16.10	0.95	6.25
21	28/10/98	6.4	114.2	7.51	230.6	51.35	0.00	0.27	<0.5	<0.5	17.98	1.10	10.22
22	28/10/98	7.8	59.3	7.24	233.0	30.07	0.00	0.19	<0.5	<0.5	10.48	0.50	3.21
23	28/10/98	4.9	71.1	7.39	237.9	32.74	0.00	0.19	<0.5	<0.5	12.98	0.84	5.12
24	28/10/98	2.5	30.6	7.01	233.0	12.65	0.00	0.12	<0.5	<0.5	6.27	0.68	2.46
25	28/10/98	4.7	54.2	7.38	237.4	25.30	0.00	0.17	<0.5	<0.5	10.48	0.49	2.33
26	28/10/98	4.2	126.5	7.77	234.7	69.21	0.00	0.38	<0.5	<0.5	19.65	0.33	4.72
27	28/10/98	11.4	89.9	7.28	226.6	49.86	0.00	0.30	<0.5	<0.5	15.17	<0.3	2.99
28	28/10/98	11.2	84.6	7.51	226.2	46.14	0.00	0.29	<0.5	<0.5	13.29	<0.3	3.12
29	28/10/98	6.6	58.1	7.12	229.6	29.77	0.00	0.18	<0.5	<0.5	10.95	0.40	3.52
30	28/10/98	6.4	30.4	6.82	233.7	13.40	0.00	0.10	<0.5	<0.5	5.60	0.47	2.59
31	28/10/98	9.0	31.5	7.03	236.1	12.65	0.00	0.11	0.50	<0.5	4.86	0.52	2.19
32	28/10/98	5.7	33.6	6.86	239.4	17.86	0.00	0.10	0.80	<0.5	5.80	0.98	2.19
33	28/10/98	6.0	40.6	7.05	242.6	20.84	0.00	0.13	<0.5	<0.5	6.27	0.43	3.66
34	28/10/98	5.9	39.4	6.86	242.4	17.12	0.00	0.13	<0.5	<0.5	6.27	0.43	2.46
36	28/10/98	6.7	46.3	7.05	241.9	23.07	0.00	0.15	0.81	<0.5	7.21	0.72	2.35
97	6/11/98	6.6	181.8	7.61	229.6	98.95	1.08	3.65	1.22	<0.5	21.30	0.55	8.30

*Nota. Estas muestras presentan 20,20 y 24,98 mg/l de CO₃²⁻, respectivamente.

Tabla II. Datos analíticos de las aguas del Caldarés.

Muestra	fecha	t(°C)	ce(µs/cm) a 20 °C	pH	p. redox(mV)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl(mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Na(mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)
2	27/10/98	5.6	282.0	7.68	292.4	160.75	0.54	11.48	0.79	<0.5	29.68	0.36	16.82
79	6/11/98	2.2	279.0	7.68	228.9	167.27	0.27	7.88	<0.5	<0.5	32.54	1.57	9.03
80	6/11/98	1.4	212.0	7.65	228.8	134.29	0.54	6.19	<0.5	<0.5	28.24	0.87	9.57
81	6/11/98	3.2	288.0	7.90	229.1	162.56	0.27	14.46	0.50	<0.5	24.22	0.48	24.31
82	6/11/98	3.3	208.0	7.94	226.7	120.15	0.54	10.41	<0.5	<0.5	17.75	1.06	8.90
83	6/11/98	5.1	224.0	7.63	234.8	136.64	0.27	8.24	<0.5	<0.5	25.85	0.80	6.57
84	6/11/98	4.1	232.0	7.71	232.8	131.93	0.81	8.68	<0.5	<0.5	24.94	0.82	10.74
85	6/11/98	6.2	252.0	7.95	229.2	148.07	0.54	4.53	0.50	<0.5	32.65	<0.3	12.75
86	6/11/98	7.4	275.0	7.42	237.0	169.62	0.81	6.01	<0.5	<0.5	37.52	0.78	14.82
87	6/11/98	5.4	103.0	7.42	230.6	61.25	0.27	0.52	<0.5	<0.5	18.59	0.54	5.71
88	6/11/98	5.2	185.3	7.59	229.2	106.02	0.54	2.83	<0.5	<0.5	27.84	0.61	8.58
89	6/11/98	7.5	143.4	7.26	242.7	82.46	0.00	0.57	<0.5	<0.5	22.84	0.40	4.28
90	6/11/98	4.7	215.0	7.73	238.0	127.22	0.27	2.70	0.50	<0.5	28.96	0.75	10.60
91	6/11/98	4.4	333.0	7.86	235.1	193.18	0.27	4.24	0.50	<0.5	44.18	0.55	30.13
92	6/11/98	3.7	161.0	7.71	231.9	87.17	0.54	1.65	<0.5	<0.5	23.22	0.38	7.58
93	6/11/98	5.0	195.0	7.89	230.9	117.79	0.54	4.40	<0.5	<0.5	25.11	0.61	9.30
94	6/11/98	9.7	288.0	7.94	229.6	143.71	0.54	6.90	0.79	<0.5	35.98	0.47	33.15
95	6/11/98	9.5	425.0	7.39	247.2	268.57	1.08	11.97	0.50	<0.5	49.96	<0.3	14.76

Tabla III. Datos analíticos de las aguas del Bolática.

Hasta El Pueyo de Jaca.

Muestra	fecha	t(°C)	ce(µs/cm) a 20 °C	pH	p. redox(mV)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)
43	30/10/98	10.4	416.0	7.66	236.5	263.86	0.54	14.68	1.59	<0.5	46.24	<0.3	16.49
44	30/10/98	9.4	492.0	7.79	229.4	219.10	0.54	23.93	2.67	<0.5	41.39	<0.3	72.54
45	30/10/98	7.1	400.0	7.67	229.1	113.08	2.17	4.57	2.67	<0.5	46.87	0.34	84.56
46	30/10/98	6.4	369.0	7.78	226.7	89.52	1.90	2.66	2.80	<0.5	44.79	<0.3	79.54
47	30/10/98	4.7	100.0	7.44	224.2	61.25	0.54	0.94	0.93	<0.5	15.17	<0.3	4.19
48	30/10/98	9.2	176.0	7.60	226.2	91.88	3.52	1.68	2.95	<0.5	22.19	0.73	9.73
49	30/10/98	6.4	874.0	7.72	233.3	141.35	1.08	3.27	3.81	<0.5	117.68	<0.3	299.68
60	30/10/98	3.8	152.0	7.63	222.1	80.10	1.68	6.28	2.23	<0.5	16.10	<0.3	12.13
61	30/10/98	9.1	573.0	7.91	221.7	296.84	1.36	47.28	12.45	0.95	36.71	0.40	79.51
63	30/10/98	5.0	214.0	7.65	218.6	120.15	0.54	1.12	0.78	<0.5	35.54	0.43	12.66
64	30/10/98	5.8	237.0	7.97	217.4	139.00	0.54	1.78	0.50	<0.5	37.98	<0.3	10.94
65	30/10/98	7.0	364.0	7.85	218.7	193.18	0.81	13.13	2.66	<0.5	35.30	<0.3	34.20
96	6/11/98	6.2	66.9	7.27	229.4	37.69	0.54	0.71	0.64	<0.5	10.22	0.61	3.70

Después de El Pueyo de Jaca.

Muestra	fecha	t(°C)	ce(µs/cm) a 20 °C	pH	p. redox(mV)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)
36	30/10/98	7.3	300.0	7.85	236.0	167.27	1.90	6.73	2.98	<0.5	34.54	0.99	20.72
37	30/10/98	6.3	234.0	7.57	237.9	94.24	0.27	10.82	0.50	<0.5	35.68	1.03	38.56
38	30/10/98	6.2	316.0	7.85	231.9	176.69	0.54	11.13	0.81	<0.5	32.03	<0.3	26.01
39	30/10/98	9.6	497.0	7.79	234.7	306.27	1.36	34.44	0.81	<0.5	35.77	0.89	24.42
40	30/10/98	6.8	479.0	7.90	228.3	296.84	1.08	39.38	0.97	<0.5	33.90	0.54	24.16
41	30/10/98	6.5	266.0	7.87	226.7	164.91	0.54	8.55	0.97	<0.5	32.03	<0.3	11.34
42	30/10/98	7.8	269.0	7.54	231.5	101.30	1.08	9.57	0.81	<0.5	26.87	0.56	45.43
56	30/10/98	6.6	280.0	7.94	215.6	171.98	0.54	10.41	2.52	<0.5	28.28	<0.3	2.35
78	2/11/98	8.4	288.0	7.38	267.1	164.91	1.08	6.28	1.51	<0.5	36.71	0.54	10.66
98	6/11/98	5.6	344.0	7.84	229.5	209.67	0.54	15.71	1.22	0.55	30.87	<0.3	21.08
100	6/11/98	7.6	260.0	7.71	224.9	117.79	0.81	10.01	<0.5	<0.5	26.64	0.77	35.99

Tabla IV. Datos analíticos de las aguas del Gállego, antes (IVa) y después (IVb) de El Pueyo de Jaca.

Muestra	Calcita CO ₃ Ca		Dolomita (CO ₃) ₂ CaMg		Yeso SO ₄ Ca·2H ₂ O		Magnesita CO ₃ Mg		Halita ClNa		Aragonito CO ₃ Ca		Anhidrita SO ₄ Ca	
	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l
52	-0,265	60,238	-1,719	12,268	-2,440		-1,770		-10,635	0,038	-0,420		-2,830	25,452
57	-2,733	13,715	-7,313	0,682	-4,068		-4,855				-2,893		-4,562	2,141
58	-2,397	11,378	-6,527	0,757	-4,078		-4,407				-2,557		-4,568	2,410
59	-2,803	8,676	-7,189	0,833	-4,005		-4,676				-2,962		-4,465	3,346
60	-3,033	6,744	-7,606	0,757	-4,079		-4,863				-3,182		-4,536	3,346
61	-2,003	14,249	-5,567	1,590	-3,671		-3,837				-2,163		-4,173	4,851
62	-1,473	22,835	-4,573	2,196	-3,227		-3,375				-1,633		-3,721	8,583
63	-2,378	12,456	-6,333	1,590	-3,486		-4,223				-2,539		-4,000	7,080
64	-1,997	13,524	-5,557	1,742	-3,391		-3,834				-2,157		-3,891	8,210
65	-2,467	10,141	-6,377	1,439	-3,752		-4,200		-11,142	0,013	-2,626		-4,210	4,949
66	-1,829	18,275	-5,102	2,120	-3,662		-3,569		-11,149	0,013	-1,987		-4,106	4,183
67	-2,295	13,369	-6,069	1,515	-3,885		-4,063				-2,454		-4,345	3,219
68	-1,002	33,877	-3,600	2,802	-3,095		-2,894				-1,160		-3,540	9,160
69	-1,294	31,068	-4,137	2,802	-3,392		-3,134				-1,090		-3,427	11,272
70	-0,933	33,482	-3,173	5,680	-2,988		-2,539				-0,321		-3,388	8,394
71	-0,165	62,436	-1,848	5,377	-2,960		-1,986				-0,278		-2,824	25,083
72	-0,122	73,532	-1,685	8,462	-2,402		-1,868		-10,259	0,050	-0,278		-3,785	5,516
73	-1,289	31,378	-4,087	2,953	-3,356		-3,096				-1,446		-3,426	11,655
74	-0,616	41,556	-2,229	10,754	-3,000		-1,917				-0,772		-3,915	5,331
75	-1,579	22,278	-4,628	2,348	-3,483		-3,350				-1,736		-3,100	18,376
76	-0,433	45,541	-2,336	5,225	-2,670		-2,205				-0,589		-3,100	18,376
77	-0,722	36,362	-3,002	4,241	-2,514		-2,575				-0,879		-2,959	27,38

Tabla V. Especiación por WATEQF en las aguas del Aguas Limpias.

Muestra	Calcita CO ₃ Ca		Dolomita (CO ₃) ₂ CaMg		Yeso SO ₄ Ca·2H ₂ O		Magnesita CO ₃ Mg		Halita ClNa		Aragonito CO ₃ Ca		Anhidrita SO ₄ Ca	
	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l
1														
3	-1,588	27,195	-2,408	23,476	-2,927		-1,905	2,010	-10,465	2,010	-0,957		-3,372	10,932
4	-0,301	49,041	-1,388	36,856	-2,392		-1,395	1,272			-0,458		-2,834	27,791
5	-0,731	35,117	-2,208	29,308	-2,927		-1,766	0,025	-10,864	0,025	-0,889		-3,390	10,734
6	-0,304	28,945	-1,164	62,023	-2,540		-1,145	1,272			-0,463		-3,011	21,978
7	-0,453	48,477	-2,552	2,802	-3,107		-2,415	1,272			-0,608		-3,500	7,373
8	-1,164				-3,672			1,06	-7,512	1,06	-1,312		-3,947	77,489
9	-1,015	36,093	-3,694	2,045	-3,314		-2,993				-1,170		-3,713	5,686
10	-1,377	35,44	-4,390	2,499	-3,268		-3,309	0,063	-10,003	0,063	-1,535		-3,711	6,239
11	-0,264	66,415	-1,810	12,041	-2,829		-1,830				-0,423		-3,303	10,181
12	-0,962	51,734	-3,783	2,423	-2,710		-3,112				-1,120		-3,165	15,786
13	-2,058	23,561	-5,607	2,575	-3,689		-3,831	1,629			-2,217		-4,167	3,247
14	-2,520	18,553	-6,674	1,287	-3,810		-4,452	0,013	-11,148	0,013	-2,677		-4,249	3,063
16	-2,873	12,467	-7,382	0,984	-3,853		-4,801				-3,031		-4,310	3,616
16	-2,077	36,526	-5,951	1,893	-3,211		-4,162				-2,236		-3,675	6,806
17	-2,912	10,418	-7,419	1,06	-3,766		-4,791	2,468			-3,071		-4,242	4,75
18	-0,656				-4,003			0,366	-8,146	0,366	-0,798		-4,196	34,427
19	-2,948	12,227	-7,586	0,909	-3,807		-4,824				-3,107		-4,278	3,989
20	-1,118	32,667	-4,061	1,893	-3,106		-3,215				-1,279		-3,609	8,862
21	-1,151	33,143	-4,074	2,045	-2,870		-3,215				-1,309		-3,324	14,491
22	-1,837	22,071	-5,337	1,439	-3,564		-3,801				-1,984		-3,997	4,552
23	-1,634	24,751	-5,060	1,439	-3,292		-3,710				-1,793		-3,769	7,26
24	-2,737	12,602	-7,224	0,909	-3,851		-4,754				-2,898		-4,365	3,488
25	-1,821	23,046	-5,416	1,287	-3,688		-3,877				-1,980		-4,168	3,304
26	-0,759	43,092	-3,230	2,878	-3,161		-2,750				-0,918		-3,649	6,693
27	-1,374	33,536	-4,307	2,272	-3,473		-3,252				-1,528		-3,855	4,240
28	-1,235	28,746	-3,989	2,196	-3,502		-3,073				-1,389		-3,887	4,424
29	-1,963	22,938	-5,656	1,363	-3,503		-3,986				-2,121		-3,954	4,991
30	-2,869	11,375	-7,450	0,757	-3,874		-4,874				-3,027		-4,328	3,672
31	-2,716	8,986	-6,975	0,833	-3,954		-4,567				-2,872		-4,370	3,672
32	-2,718	11,833	-7,209	0,682	-3,948		-4,779	1,272			-2,877		-4,413	3,105
33	-2,294	17,154	-6,366	0,984	-3,573		-4,362	1,272			-2,452		-4,033	5,180
34	-2,700	12,560	-7,042	0,984	-3,866		-4,632				-2,858		-4,328	3,488
35	-2,312	14,94	-6,250	1,136	-3,838		-4,232				-2,470		-4,288	3,332
97	-0,712	29,518	-2,135	27,642	-2,927		-1,716	2,061	-10,375	0,050	-0,870		-3,378	11,769

Tabla VI. Especiación por WATEQF en las aguas del Caldarés.

Muestra	Calcita CO ₃ Ca		Dolomita (CO ₃) ₂ CaMg		Yeso SO ₄ Ca·2H ₂ O		Magnesita CO ₃ Mg		Halita ClNa		Aragonito CO ₃ Ca		Anhidrita SO ₄ Ca	
	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l
2	-0,342	9,327	-1,061	86,938	-2,540		-1,006		-10,875	0,025	-0,501		-3,006	23,649
79	-0,334	39,412	-1,322	59,675	-2,746		-1,253				-0,496		-3,265	12,804
80	-0,523	35,068	-1,760	46,877	-2,756		-1,497				-0,685		-3,289	13,570
81	-0,252		-0,741	109,506	-2,461		-0,761		-11,369	0,013	-0,413		-2,965	34,470
82	-0,447		-1,138	78,835	-2,983		-0,964				-0,607		-3,485	12,620
83	-0,514	23,285	-1,497	62,402	-2,976		-1,267				-0,673		-3,450	9,316
84	-0,481	15,519	-1,416	65,431	-2,773		-1,213				-0,641		-3,263	15,228
85	-0,053	49,604	-0,915	34,306	-2,601		-1,153		-11,071	0,025	-0,211		-3,058	19,079
86	-0,445	53,724	-1,614	45,514	-2,507		-1,467				-0,602		-2,946	20,730
87	-1,166	38,337	-3,855	3,938	-3,106		-2,975				-1,325		-3,575	8,096
88	-0,618	48,437	-2,199	21,432	-2,809		-1,866				-0,777		-3,281	12,166
89	-1,080	50,486	-3,693	4,317	-3,167		-2,911				-1,238		-3,604	6,069
90	-0,395	50,164	-1,804	20,447	-2,706		-1,690				-1,554		-3,186	15,030
91	0,054	61,482	-0,897	32,110	-2,135		-1,231		-11,364	0,013	-0,106		-2,620	42,722
92	-0,672	43,299	-2,498	12,495	-2,910		-2,101		-11,375	0,013	-0,106		-3,405	10,746
93	-0,323	34,903	-1,379	33,321	-2,819		-1,340				-0,482		-3,284	13,187
94	0,008	26,903	-0,562	52,254	-2,187		-0,900		-10,886	0,025	-0,148		-2,593	47,004
96	-0,150	60,106	-0,807	90,649	-2,444		-0,968		-10,794	1,272	-0,305		-2,853	20,929

Tabla VII. Especiación por WATEQF en las aguas del Bolática.

Muestra	Calcita CO ₃ Ca		Dolomita (CO ₃) ₂ CaMg		Yeso SO ₄ Ca·2H ₂ O		Magnesita CO ₃ Mg		Halita ClNa		Aragonito CO ₃ Ca		Anhidrita SO ₄ Ca	
	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l	I.S.	mg/l
36	-0.069	28,724	-0.663	66,112	-2.399		-0.892		-9.768	0,088	-0.226		-2.840	29,379
37	-0.600		-1.662	81,940	-2.115		-1.354		-11.377	0,013	-0.756		-2.570	54,675
38	-0.100	15,927	-0.609	84,268	-2.335		-0.800		-10.868	0,025	-0.258		-2.792	36,880
39	0.135		0.370	260,815	-2.410		-0.075		-10.492	2,061	-0.020		-2.818	34,626
40	-0.161		0.448	298,225	-2.431		-0.007		-10.508	0,050	0.003		-2.879	34,257
41	-0.090	32,972	-0.700	64,749	-2.676		-0.903		-10.787	0,025	-0.248		-3.128	16,079
42	-0.694		-1.751	72,474	-2.158		-1.357		-10.567	0,050	-0.851		-2.591	64,416
43	0.089	37,853	-0.189	111,172	-2.435		-0.594		-10.595	0,025	-0.065		-2.831	23,382
44	0.044		-0.031	181,222	-1.873		-0.385		-10.373	0,025	-0.112		-2.283	102,856
45	-0.320	10,120	-1.575	34,609	-1.699		-1.551		-9.753	0,101	-0.478		-2.143	119,900
46	-0.334	18,022	-1.832	20,144	-1.727		-1.790		-9.785	0,088	-0.492		-2.181	112,782
47	-1.241	29,650	-3.674	7,119	-3.316		-2.715		-10.779	0,025	-1.401		-3.786	5,941
48	-0.693	38,445	-2.406	12,571	-2.846		-2.021		-9.484	0,164	-0.849		-3.259	13,796
49	0.098		-1.279		-0.929		-1.669		-9.931	0,050	-0.060		-1.383	424,923
50	-0.950	1,710	-2.311	47,559	-2.867		-1.637		-10.104	0,050	-1.110		-3.361	17,199
51	0.206		0.635	358,052	-1.939		0.121		-8.314	0,063	0.050		-2.353	112,739
53	-0.409	70,957	-2.297	8,482	-2.551		-2.171		-10.866	0,025	-0.569		-3.027	17,951
54	0.007	76,125	-1.276	13,480	-2.601		-1.571		-11.069	0,025	-0.152		-3.064	15,512
55	-0.019		-0.401	99,434	-2.198		-0.677		-10.162	0,038	-0.177		-2.643	48,483
56	-0.051	25,316	-0.481	78,835	-3.407		-0.724		-10.372	0,025	-0.209		-2.643	3,332
78	-0.487	54,716	-1.650	47,559	-2.653		-1.467		-10.289	0,050	-0.644		-3.077	15,115
96	-1.752	18,745	-4.615	5,377	-3.516		-3.154		-10.939	0,025	-1.910		-3.973	5,246
98	-0.069		-0.394	118,972	-2.453		-0.612		-10.692	0,025	-0.227		-2.819	29,890
100	-0.463		-1.271	75,806	-2.264		-1.107				-0.620		-2.700	50,464

Tabla VIII. Especiación por WATEQF en las aguas del Gállego.

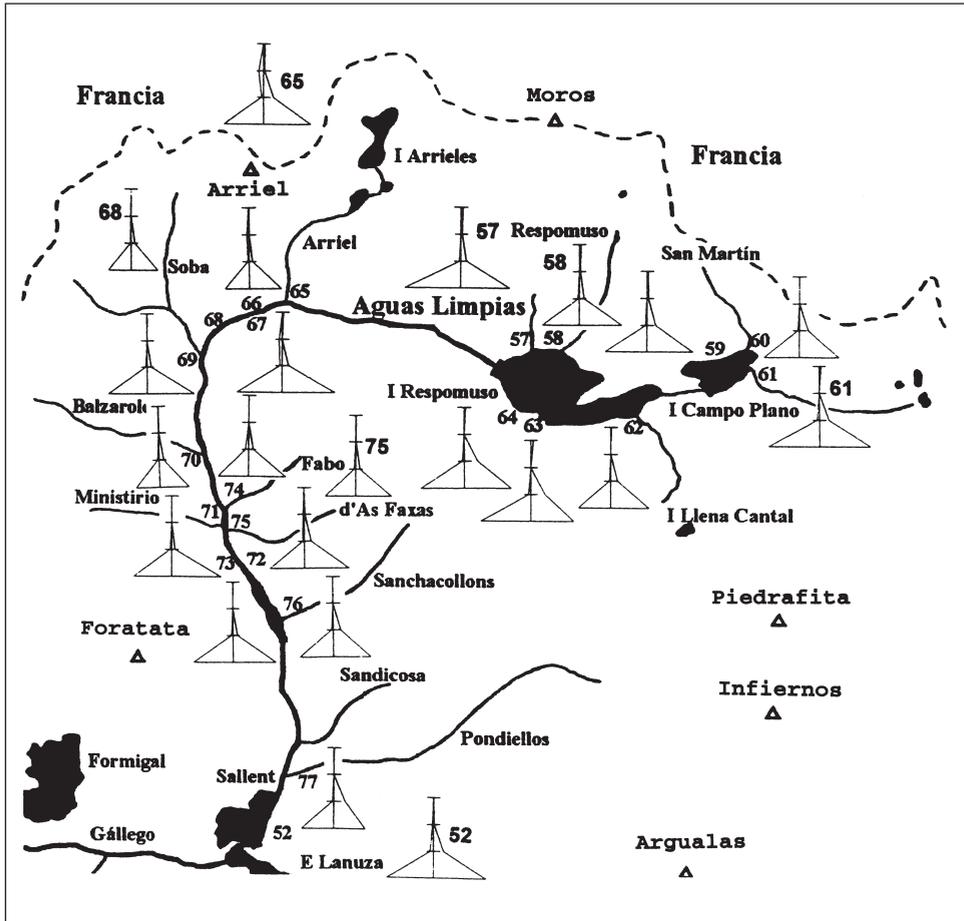


Fig. 1. Diagramas de Stiff de las aguas del Aguas Limpias.

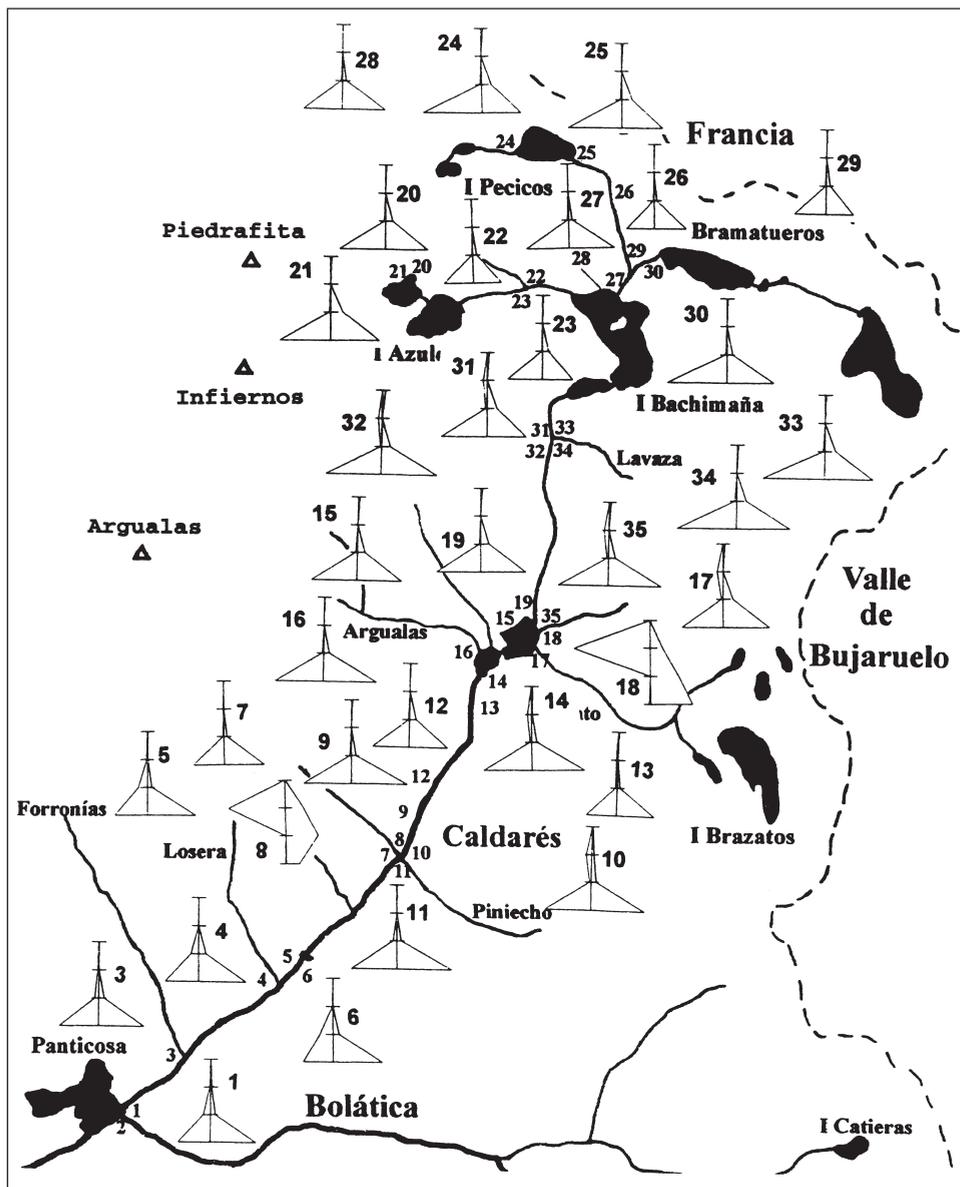


Fig. 2. Diagramas de Stiff de las aguas del Caldarés.

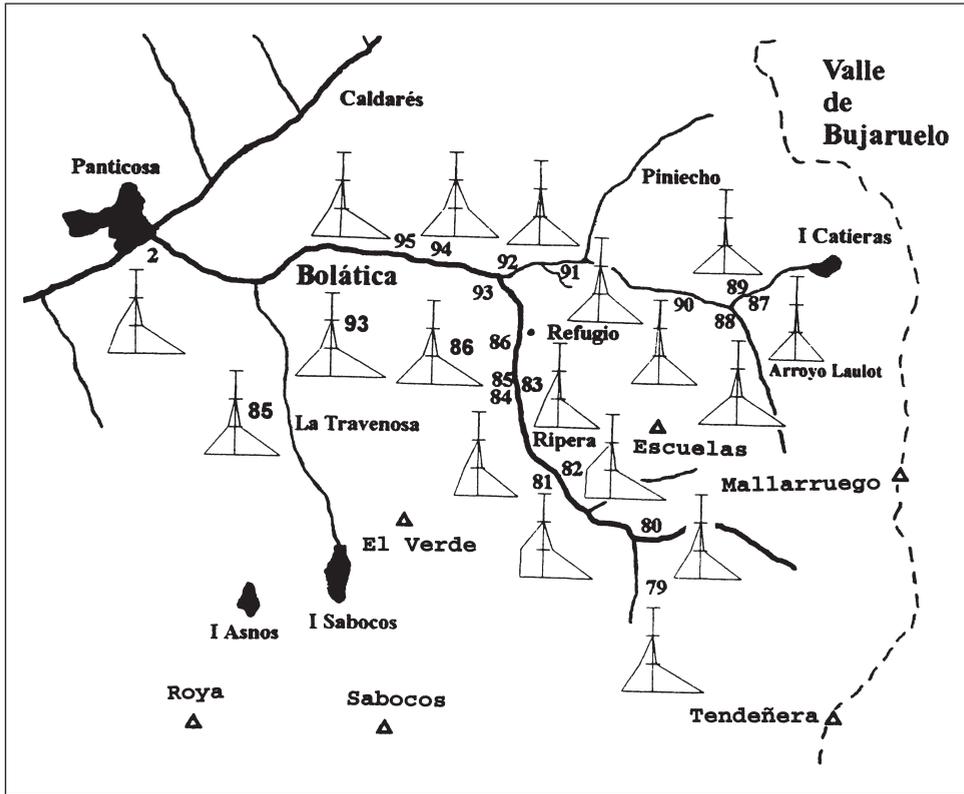


Fig. 3. Diagramas de Stiff de las aguas del Bolática.

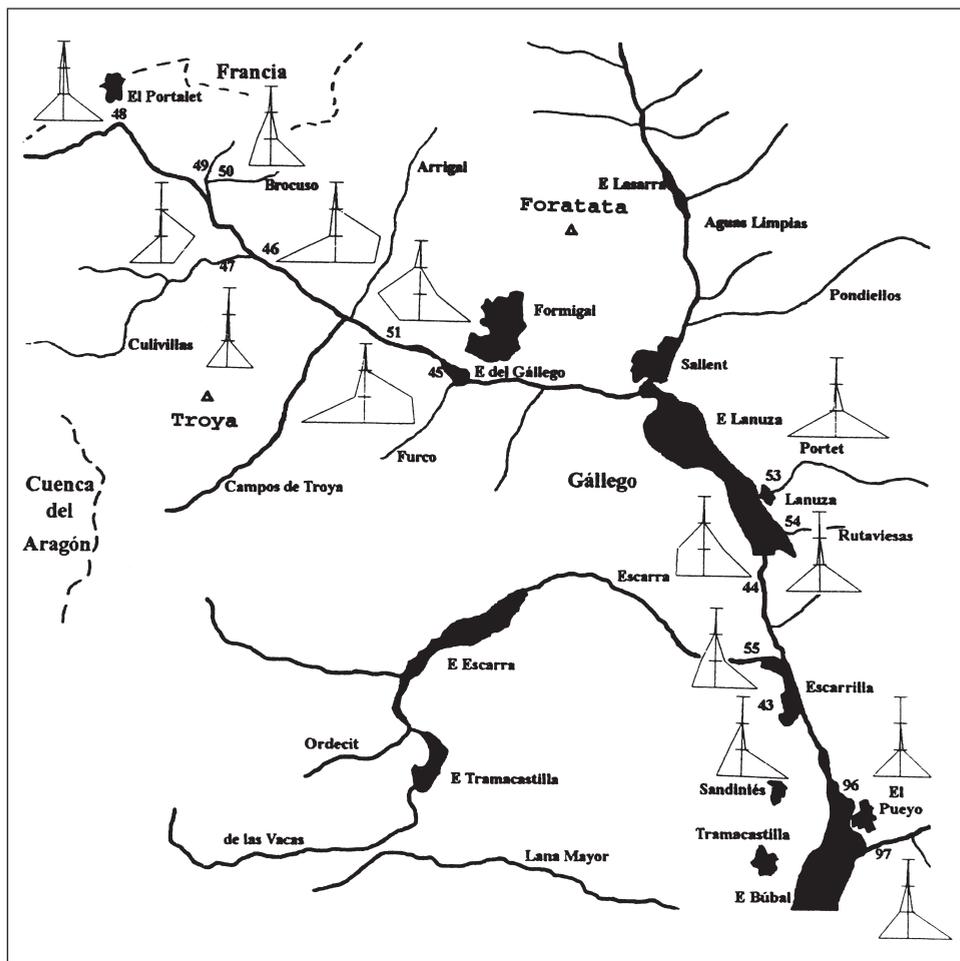


Fig. 4. Diagramas de Stiff de las aguas del Gállego, por encima de El Pueyo de Jaca.

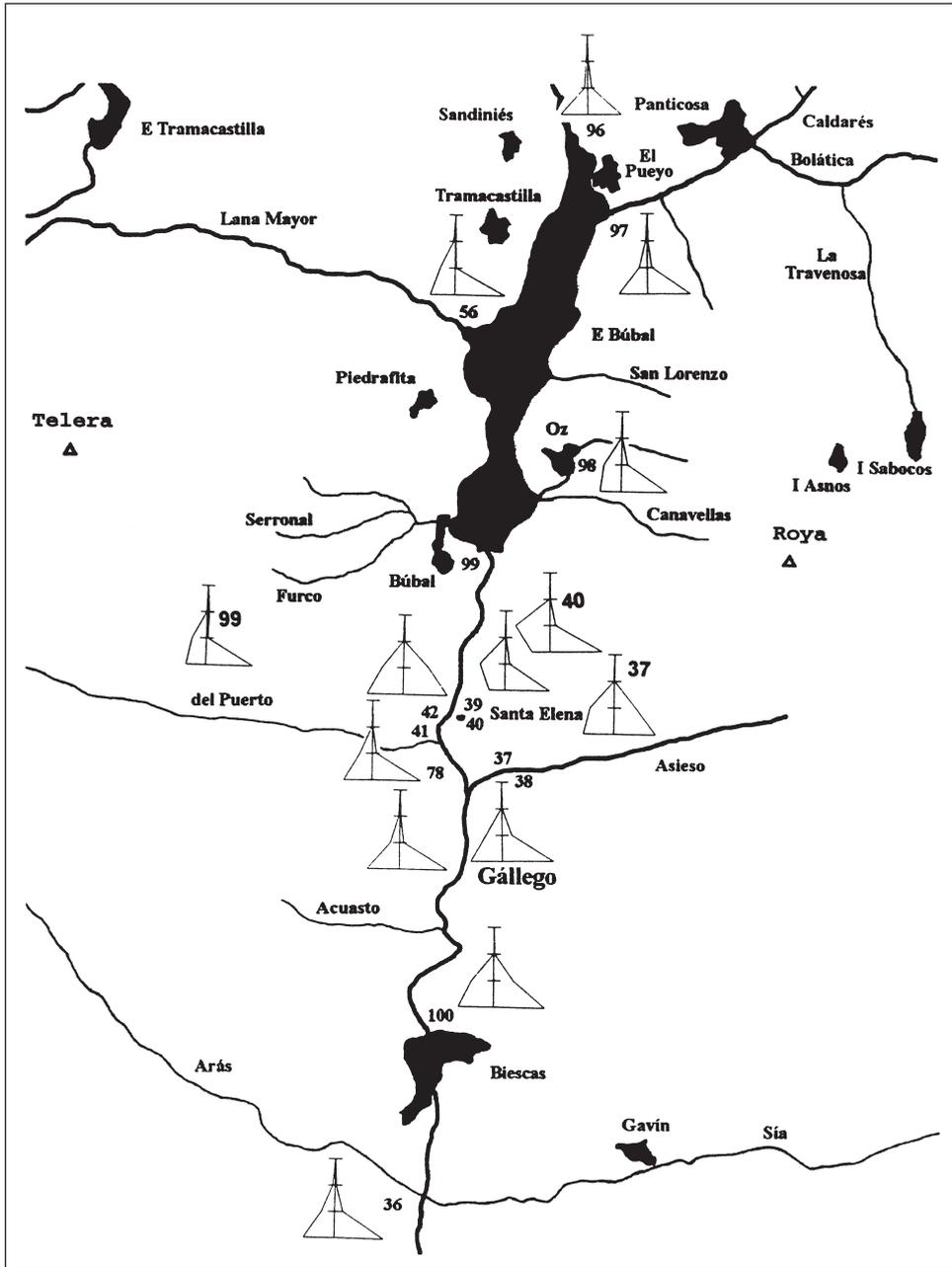


Fig. 5. Diagramas de Stiff de las aguas del Gállego, por debajo de El Pueyo de Jaca.

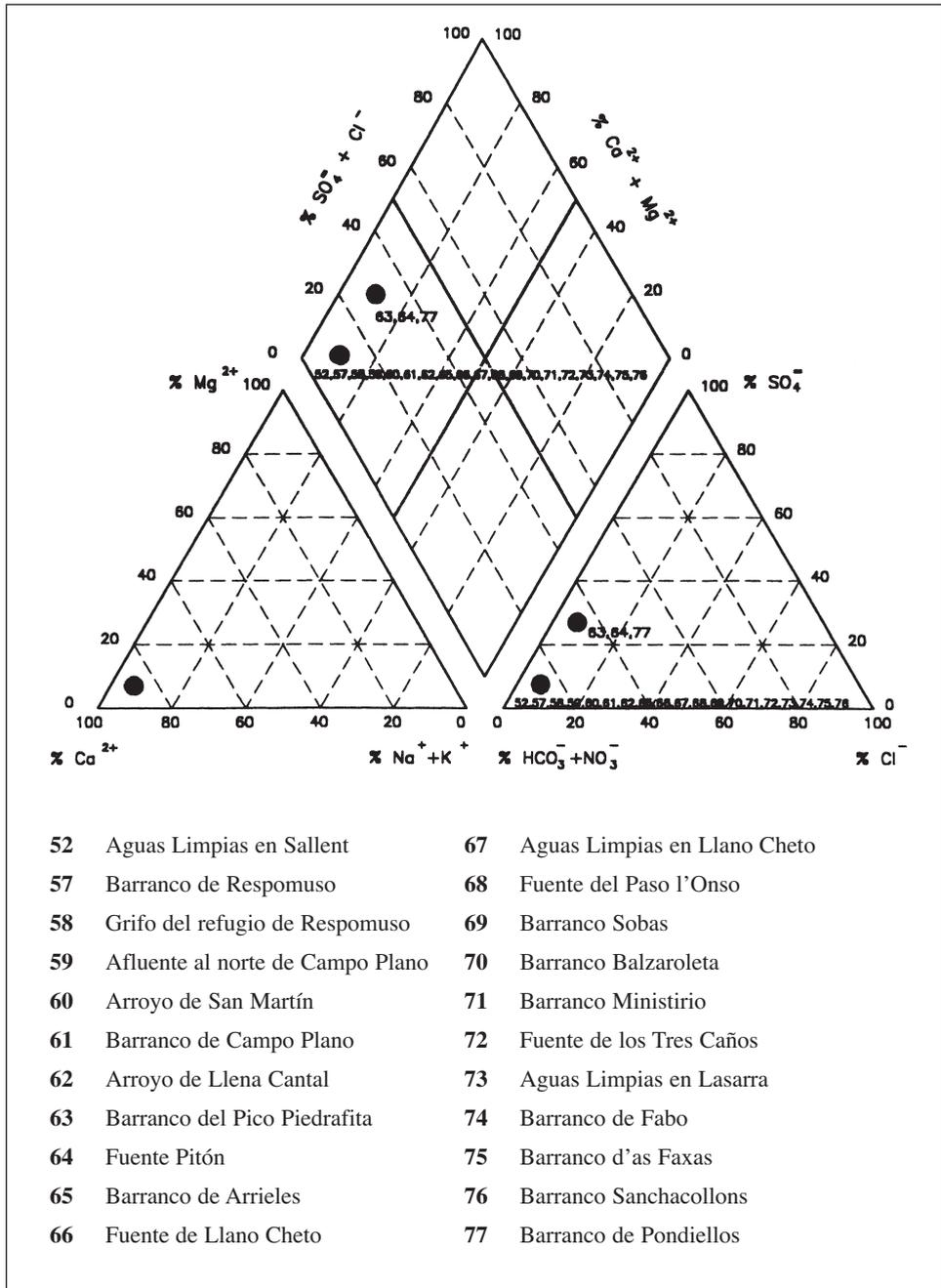


Fig. 6. Diagramas de Piper de las aguas del Aguas Limpias.

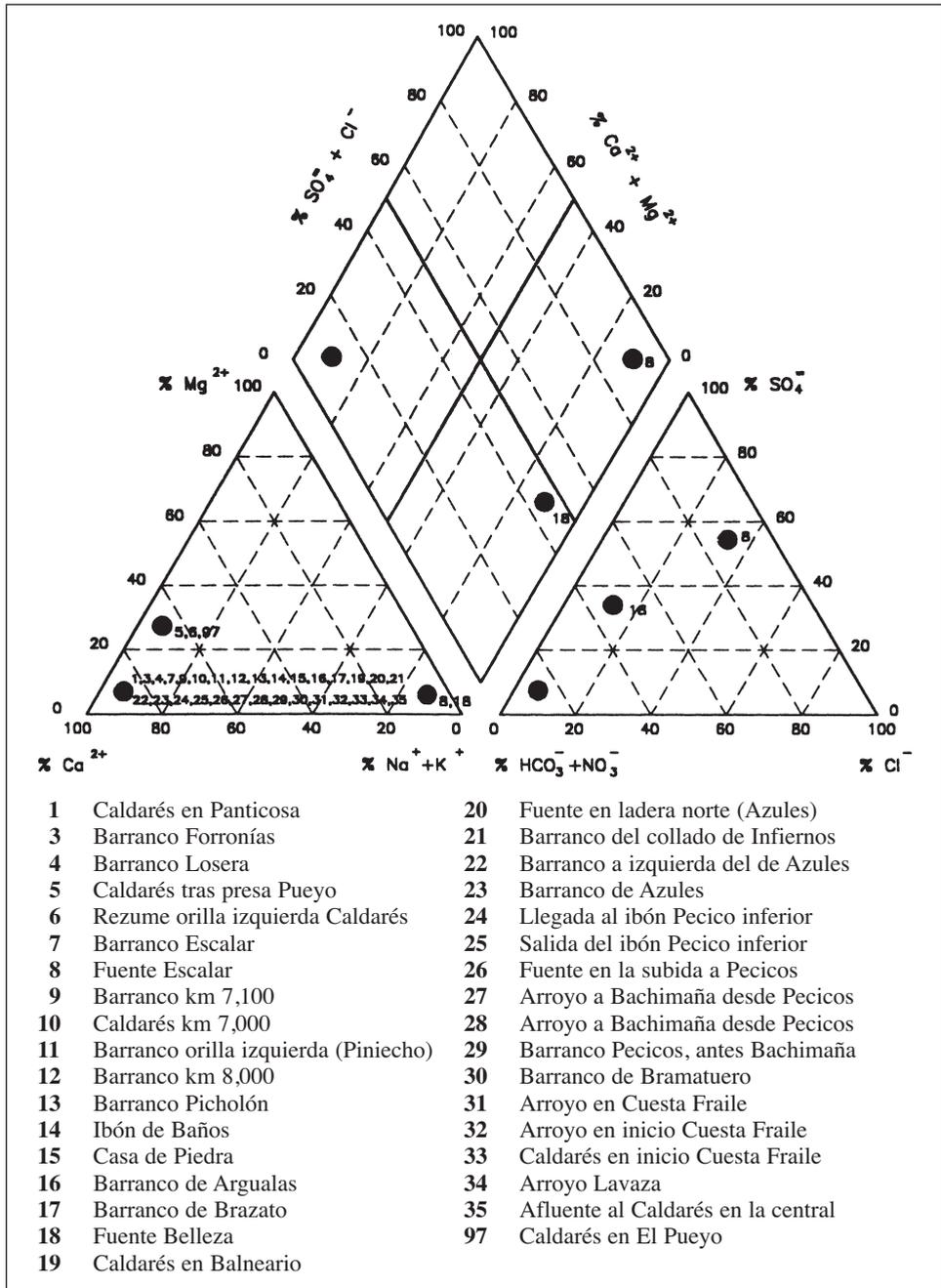


Fig. 7. Diagramas de Piper de las aguas del Caldarrés.

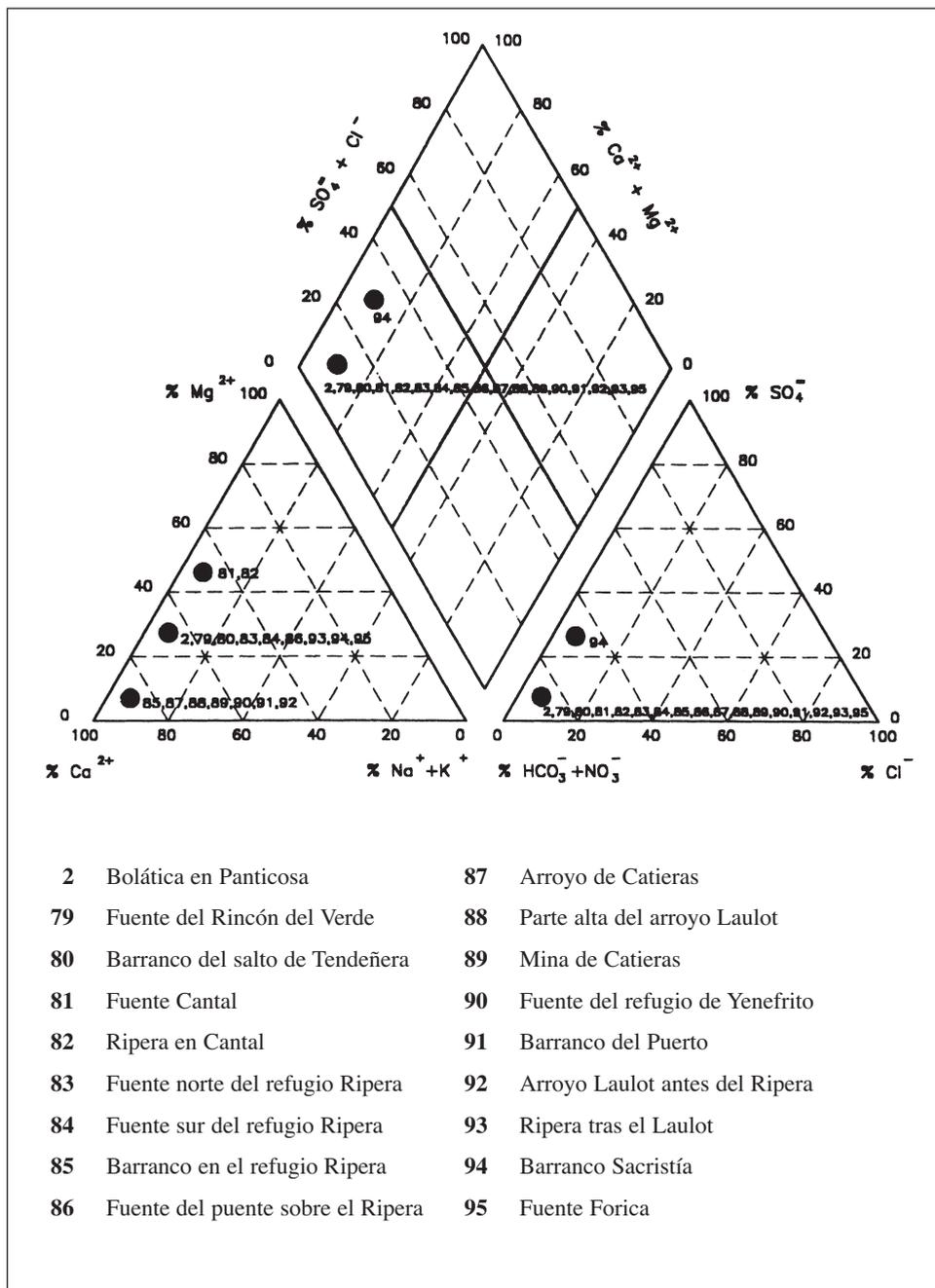


Fig. 8. Diagramas de Piper de las aguas del Bolática.

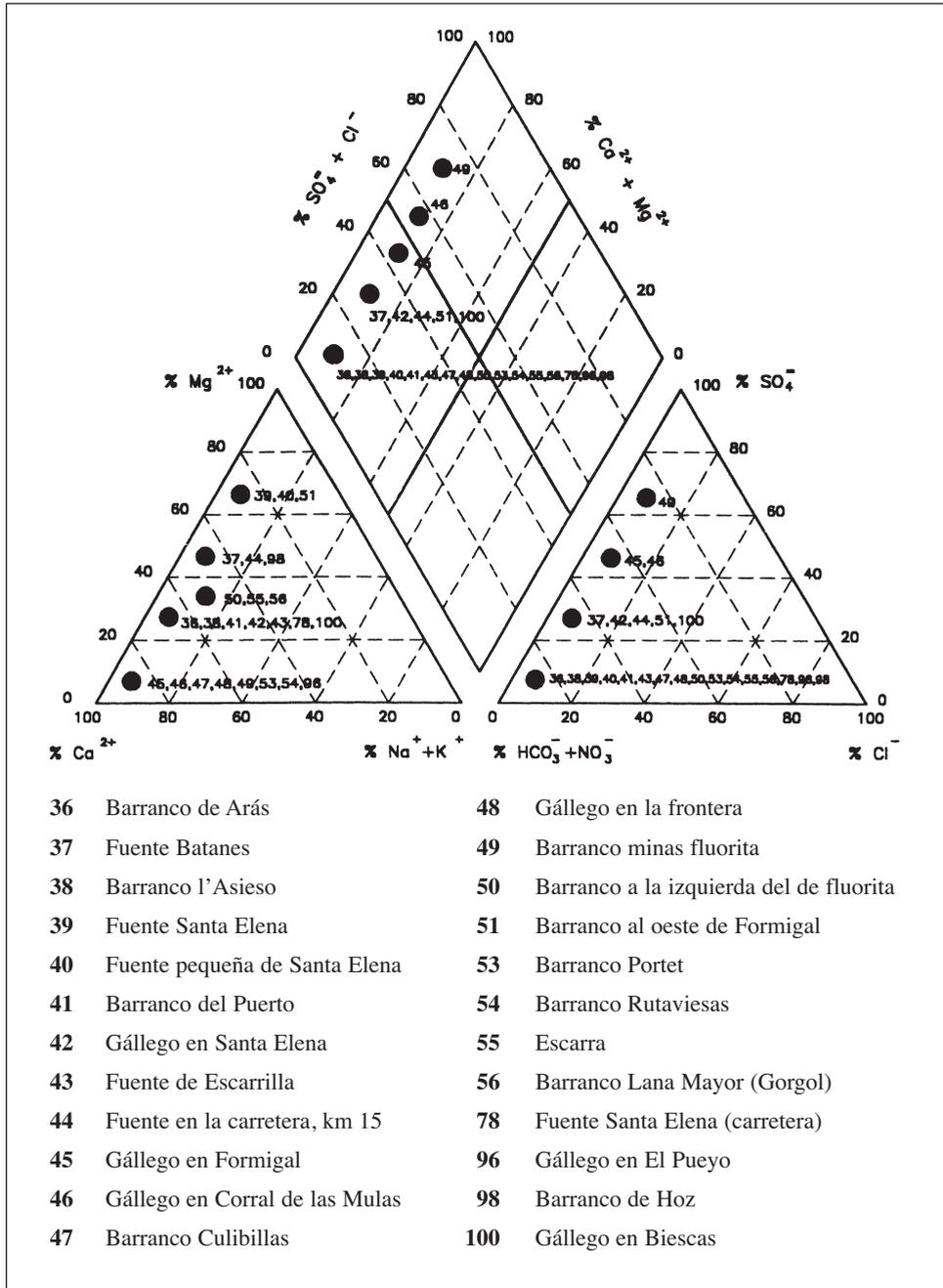


Fig. 9. Diagramas de Piper de las aguas del Gállego.

DISCUSIÓN

La mayor parte de las muestras corresponden a aguas frías, con baja conductividad eléctrica, pH próximo a la neutralidad y bajas concentraciones iónicas.

Se detecta una clara correlación entre agua y roca. Las muestras en granitos, tanto en el Caldarés como en el Aguas Limpias, presentan muy bajas conductividades y pH próximos e incluso ligeramente por debajo de la neutralidad. La excepción son las aguas termales del balneario de Panticosa, con pH alcalinos y presencia de ion carbonato. Bastantes muestras presentan concentraciones, para algunos iones, por debajo de límites de detección. Las aguas de zonas de calizas tienen mayores concentraciones iónicas y pH más altos. Las mayores conductividades se han registrado en una muestra de la zona metamórfica, próxima a las minas de fluorita del Portalet.

En general, los iones mayoritarios son bicarbonatos y calcio. En las aguas termales del balneario, el sodio se hace mayoritario. En algunas zonas, como en el entorno de Hoz de Jaca, el magnesio llega a equipararse con el calcio, sugiriendo la presencia de dolomías. Localmente aparecen concentraciones dominantes de sulfatos que pueden tener diferentes orígenes. En granitos o rocas metamórficas, en fuente del Escalar (8) o en la zona de minas del Portalet (46 y 49), es posible que se deban a la oxidación de sulfuros minerales.

A nivel hidrológico estas diferencias litológicas se reflejan en las aguas superficiales de las diferentes subcuencas. Así, el Laulot es diferente de La Ripera, el Bolática del Caldarés y el Aguas Limpias del Gállego del Portalet. Sus confluencias resultan en mezclas de aguas, función de la relación de caudales y de diversos procesos hidroquímicos no estudiados.

La hidroquímica de la zona se complica, además, por el régimen de embalse, desembalse, detracción y aportación de las numerosas presas y centrales eléctricas de la zona. Así, la muestra del agua de cola del embalse de Búbal se parece más al agua del Caldarés en el balneario, que a las del Gállego y el Bolática que llegan directamente a esta zona. Posiblemente esto es resultado del funcionamiento de las centrales de El Pueyo.

La especiación mediante WATEQF (Tablas V y VIII), corrobora la zonificación de las aguas en función de la litología. La insaturación (I. S. nega-

tivo) es general en Aguas Limpias y Caldarés. En el Bolática, algunas aguas (85, 91, 94) se presentan en equilibrio o ligeramente saturadas en calcita, en consonancia con la naturaleza calcárea de su orilla izquierda y el tramo final. En el Gállego, los afluentes y surgencias en calizas presentan una saturación en calcita, y varios de ellos, como ya se ha reseñado, en dolomita y magnesita.

A modo anecdótico, las fuentes más apreciadas localmente, como Tres Caños (72), o la cercana al refugio de Yenefrito (90), se caracterizan por ser las de mayores contenidos de sales en su entorno.

AGRADECIMIENTOS

M. Subías, M. Grau y A. Betrán colaboraron activamente en las campañas de muestreo. E. Morlans, agente forestal del Comena, ayudó en la zona alta del Bolática. Los guardas de la Casa de Piedra y el refugio de Respu-moso, S. Martínez, J. Á. Sánchez, A. Martí y sus familias nos brindaron hospitalidad y conocimientos. La Federación Aragonesa de Montaña, en especial M. Pascau y M. Bara, dieron facilidades para usar los refugios. El trabajo ha sido parcialmente financiado por el Instituto de Estudios Altoaragoneses y la Diputación Provincial de Huesca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BESCÓS, J. M. (1991). La salinidad de las aguas superficiales en el Pirineo oscense. *Lucas Mallada*, 3: 9-26.
- BUERA, J.; CUCHÍ, J. A., y MANSO, J. A. (1998). Hidroquímica de las aguas naturales de los sectores occidental y central de la sierra de Guara (Huesca). *Lucas Mallada*, 9: 35-63.
- LARREY, O.; LASAOSA, J. C.; DÍAZ, R. C., y CUCHÍ, J. A. (1996). Niveles de ion nitrato en aguas subterráneas de la Hoya de Huesca. *Kalium*, 5: 117-127.
- PUYAL, M. Á.; CUCHÍ, J. A., y MANSO, J. A. (1998). Hidroquímica de las aguas naturales del Pirineo altoaragonés. *Lucas Mallada*, 10: 173-187.
- SÁNCHEZ, J. Á. (1987). *Estudio hidrológico e hidroquímico de las sierras de Guara y sus somontanos*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. 851 pp.

PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL ALTO GÁLLEGO (HUESCA): UN EJEMPLO DE ANÁLISIS SISTEMÁTICO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE UNA COMARCA NATURAL

L. CARCAVILLA¹
Á. BELMONTE¹
M^a P. BERRIO¹
J. LÓPEZ-MARTÍNEZ¹
J. J. DURÁN^{1,2}

RESUMEN.— El presente trabajo se ha centrado en el análisis del patrimonio geológico de una comarca natural de pequeña extensión: el Alto Gállego, en la provincia de Huesca. Se incluye una relación de 49 Puntos de Interés Geológico del Alto Gállego, señalando el tipo de interés predominante de cada uno de ellos. El 50% de los puntos considerados presenta interés geomorfológico, seguidos en número por los de tipo estratigráfico o tectónico, y a continuación los de carácter petrológico, mineralógico e hidrogeológico.

ABSTRACT.— *Points of Geological Interest of the Alto Gallego (Huesca): an example of systematic analysis of the geological wealth in a natural region.* This work has focused on the analysis of the geological wealth of a small natural region: the Alto Gallego, in the province of Huesca. A list of 49 Points of Geological Interest of the Alto Gallego are included, indicating the type of predominating interest of each one of them. 50% of the points considered have geomorphological interest, followed in number by the stratigraphic or tectonic type, and then the petrological, mineralogical and hydrogeological type.

¹ Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias. Carretera de Colmenar Viejo, km 15. E-28049 MADRID.

² Instituto Geológico y Minero de España. Ríos Rosas, 23. E-28003 MADRID.

KEY WORDS.— Geological wealth, Points of Geological Interest, Huesca, Alto Gallego, Pyrenees.

INTRODUCCIÓN

La creciente utilización de las zonas montañosas como áreas recreativas ha conducido a un incremento de la presión sobre el medio natural y los valores que este posee. Los trabajos referidos al patrimonio geológico tienen como objetivo principal seleccionar y destacar aquellos lugares que posean un alto valor en relación con las Ciencias de la Tierra, para así promover su preservación y su posible utilización con fines científicos, culturales, didáctico-educativos o turísticos.

El objetivo del presente trabajo es seleccionar los elementos más destacados del patrimonio geológico de la comarca del Alto Gállego, en el Pirineo aragonés. Para ello, se han identificado y descrito aquellos puntos cuyos rasgos geológicos son más sobresalientes, y se ha analizado, posteriormente, su distribución, diversidad genética, ámbito temporal, estado de conservación y riesgos potenciales de degradación. Por último, se ha valorado su situación en relación con ciertas infraestructuras turísticas existentes en la zona de estudio, como son caminos balizados, pistas forestales, diversos tipos de alojamiento y ofertas de ocio y entretenimiento.

El Alto Gállego es una mancomunidad de municipios que engloba el valle de Tena y Serrablo. Incluye, por lo tanto, el curso medio y alto del río Gállego, el valle de Basa y la Guarguera, siendo las localidades más importantes Sabiñánigo, Biescas y Sallent de Gállego (Fig. 1). En esta comarca están presentes diferentes unidades geológicas, lo cual le confiere una alta diversidad desde el punto de vista de las Ciencias de la Tierra.

La realización de este estudio ha incluido trabajos de gabinete y de campo, en los que se han visitado, descrito y fotografiado 80 puntos, de los cuales finalmente se seleccionaron los 49 que mejor se ajustaban a los objetivos del trabajo. El presente artículo es un resumen del estudio, más amplio, realizado gracias a una beca concedida por el Instituto de Estudios Altoaragoneses.

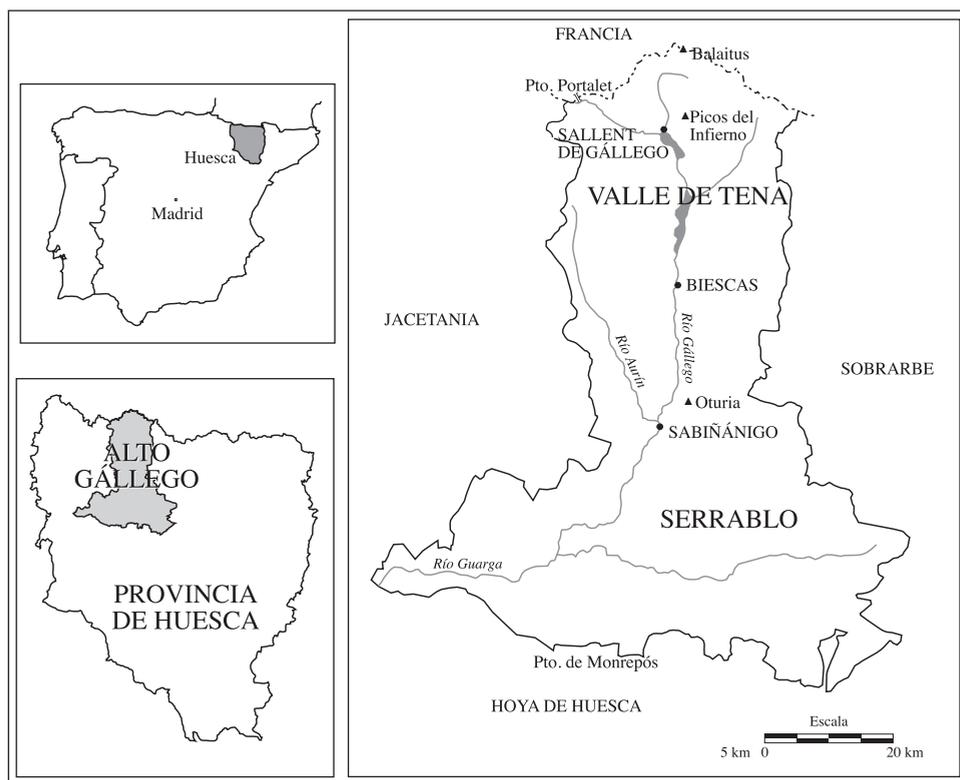


Fig. 1. Situación de la zona de estudio.

MARCO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

La comarca del Alto Gállego se sitúa al norte de la provincia de Huesca, en el Pirineo central. Limita al oeste con la Jacetania, al norte con el Béarn, al este con Sobrarbe y al sur con la Hoya de Huesca (Fig. 1). Tiene una extensión de 1.359 km² y una población de algo más de 12.000 habitantes. En el Alto Gállego pueden distinguirse dos subcomarcas con gran personalidad geomorfológica:

— Al sur se encuentra el Serrablo, que se extiende desde el puerto de Monrepós hasta el congosto de Santa Elena. Abarca los valles de los ríos Guarga, Basa y Aurín, afluentes del Gállego, así como la Bal Ancha y la Estrecha. Las alturas más representativas de la zona son Toronzué (2.268 m) y Oturia (1.921 m).

— Al norte se ubica el valle de Tena, que se extiende desde el congosto de Santa Elena hasta el puerto del Portalet, donde se sitúa la frontera con Francia. Los valles secundarios que aportan sus aguas al curso alto del Gállego son Bolática, Caldarés, Lana Mayor, Escarra y Aguas Limpias. En este sector del Alto Gállego se encuentran algunos de los picos más altos del Pirineo, como el Balaitus o Pico Moros (3.151 m) y los Picos del Infierno (3.082 m).

Las condiciones climáticas generales del Alto Gállego se ven matizadas por las diferencias orográficas entre las citadas subcomarcas, siendo menores las precipitaciones en el sur (Sabiñánigo, con 806 mm frente a los 1.600 mm en el balneario de Panticosa), y más elevadas las temperaturas medias (10,7 °C en Sabiñánigo y 6,7 °C en Sallent). La distribución anual de las precipitaciones es bastante homogénea, notándose un incremento en la estación fría al sur de la comarca. La nieve hace acto de presencia especialmente entre los meses de noviembre y abril, ampliándose este intervalo en zonas de alta montaña. La isoterma de 0° se sitúa entonces en torno a los 1.600 m, lo que favorece una importante acumulación nival, especialmente en el valle de Tena, con reflejo en la dinámica fluvial.

Respecto a las características geológicas, el Alto Gállego se encuentra dentro de la zona surpirenaica, incluyendo sectores de la Zona Axial, Sierras Interiores y Depresión Media, limitando con las Sierras Exteriores. En la región existe gran variedad de litologías, pertenecientes a amplio intervalo cronoestratigráfico que abarca del Silúrico al Cuaternario.

La Zona Axial comprende los materiales paleozoicos y abarca el sector más septentrional del área de estudio. Los materiales más antiguos son pizarras del Silúrico (Ríos *et al.*, 1989), que afloran de manera dispersa y poco extensa en algunos puntos del valle de Tena. Existen también rocas pertenecientes al Devónico, que ocupan la mayor extensión dentro de los materiales paleozoicos. Se trata predominantemente de calizas, como las de Peña Foratata, y pizarras, como las del entorno del ibón de Piedrafita. El Carbonífero inferior, de naturaleza calcárea y pizarrosa, aflora en Escarra, Izas y el Portalet. Por su parte, los materiales pertenecientes al Carbonífero superior constituyen, junto con los del Pérmico, las molasas tardihercénicas (GISBERT, 1983).

Dentro de la Zona Axial se encuentra el importante batolito de Pantico-sa-Cauterets, formado por granodioritas hercínicas. Asimismo, entre las rocas pérmicas se sitúan múltiples afloramientos de andesitas, destacando el pitón de Anayet, posterior a la cercana caldera desmantelada del Midi d'Ossau (VALERO, 1986).

La mayor parte del citado conjunto litológico ha sido afectado por dos fases orogénicas, hercínica y alpina, que han originado estructuras a veces complejas en las que no siempre es sencillo diferenciar los efectos de una y otra fase. Dentro de la orogenia hercínica puede hablarse de dos fases principales más algunas secundarias posteriores desigualmente representadas y, probablemente, relacionadas con las intrusiones granodioríticas (RÍOS *et al.*, 1989).

Tras el depósito de los materiales paleozoicos se registra una laguna estratigráfica que abarca todo el Triásico, Jurásico y Cretácico inferior, de modo que el siguiente conjunto litológico representado en el Alto Gállego es de edad cenomaniense. Se suceden calizas con prealveolinas y calizas con rudistas que dan paso a las areniscas de Marboré. Del Paleoceno son las dolomías de la formación Salarons y las calizas de la formación Gallinero. Este conjunto forma las Sierras Interiores, reconocibles en la zona por la alineación sierra de la Partacua-Tendenera. Presentan un contacto tectónico con el zócalo hercínico, sobre el que cabalgan. La estructura de estas sierras corresponde a un anticlinal vergente al sur que acaba cabalgando, dando lugar a cuatro escamas reconocibles en el entorno de Santa Elena.

Discordantes sobre los materiales de las Sierras Interiores se sitúan las turbiditas de la Depresión Media. Estas contactan a través de un cabalgamiento con los conglomerados de Santa Orosia y las margas de Larrés. Más al sur se encuentra el sinclinorio del Guarga, donde los materiales continentales de la formación Campodarbe se disponen en un gran sinclinal con algún anticlinal menor en su seno (RIBA *et al.*, 1980).

La comarca del Alto Gállego presenta una geomorfología rica en contrastes y en formas singulares de gran valor para la reconstrucción de su evolución. Pueden distinguirse formas estructurales, condicionadas por la litología y la tectónica, especialmente visibles en las Sierras Interiores, que muestran un escarpe con más de mil metros de desnivel en algunos puntos

(por ejemplo, el ibón de Piedrafita). Otro escarpe morfológico de importancia es el generado por los conglomerados de Santa Orosia sobre las margas de Larrés. También los Capitiellos, formados por las areniscas de Sabiñánigo, resaltan en el paisaje del Serrablo. Las cuevas del sinclinorio del Guarga también pueden englobarse dentro de esta modalidad de formas.

La abundancia de afloramientos calizos hace muy frecuentes las formas kársticas, tanto exokársticas (dolinas y zonas de lapiaz) como endokársticas, con cavidades de gran desarrollo y a veces con hielo en su interior.

El aspecto más destacable de la geomorfología del Alto Gállego corresponde a las formas debidas al glaciario. Todas ellas se registran a partir de Sabiñánigo, en la zona norte de la comarca, vertebrada alrededor de la artesa del Gállego. Circos, artesas, valles colgados, umbrales y cubetas, morrenas, bloques erráticos, gargantas subglaciares, y otras formas y depósitos del mismo origen son rasgos frecuentes en el paisaje, evidenciando una intensa actividad glaciario durante el Pleistoceno. Entre estos ejemplos cabe destacar la morrena terminal de Senegüé y, por supuesto, los complejos glaciares actuales de los Picos del Infierno, Balaitus y Garmo de Frondiellas, aún funcional el primero, y en el límite entre glaciario y helero los otros (ARENILLAS *et al.*, 1988; CHUECA *et al.*, 2000).

Resultan de gran interés los sistemas de glaciario y terrazas del entorno de Sabiñánigo, siendo estas últimas debidas a los ríos Gállego y Aurín. En la zona comprendida entre Santa Elena y Senegüé son también reseñables los múltiples conos de deyección, como los de Sía, Arás, Escuer u Oliván, presentando todos ellos algún lóbulo activo funcional, especialmente tras las tormentas estivales (SERRANO, 1998).

PATRIMONIO GEOLÓGICO: DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

El creciente interés por el medio ambiente y la conservación de la naturaleza que se viene produciendo en los últimos tiempos ha impulsado los estudios de patrimonio geológico. Esto es debido a la aplicabilidad de estos estudios en ámbitos como el aprovechamiento de los recursos naturales de una región, declaración de espacios naturales protegidos, educación ambiental y planificación territorial. Como consecuencia han proliferado

las publicaciones dedicadas a esta temática (ej. PALLÍ y CARRERAS, 1996; DURÁN y VALLEJO, 1998; BARETTINO *et al.*, 1999), incluyendo estudios dedicados a diferentes ámbitos territoriales, como Andalucía (DURÁN y NUCHE, 1999), Madrid (DURÁN, 1998) y Murcia (ARANA *et al.*, 1999).

El patrimonio geológico suele definirse como «el conjunto de recursos naturales, mayoritariamente no renovables, ya sean formaciones rocosas, estructuras geológicas, acumulaciones sedimentarias, formas del terreno, o yacimientos minerales, petrológicos o paleontológicos, que permiten reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia de la Tierra y de los procesos que la han modelado, con su correspondiente valor científico, cultural, educativo, paisajístico o recreativo» (CENDRERO, 1996). La metodología habitual de los estudios de patrimonio geológico se basa en la identificación sobre el terreno de una serie de elementos que proporcionan información geológica de manera sobresaliente, y que se denominan Puntos de Interés Geológico (PIGs). En el presente trabajo se ha considerado de interés incluir, además, ciertos puntos cuyo interés reside en ser recursos renovables de carácter geológico, o en tener relación con la geología ambiental y los riesgos naturales, según lo establecido por DURÁN *et al.* (1996), ya que proporcionan información sobre los procesos geológicos activos en la actualidad o con probabilidad de ocurrir en el futuro. Por lo tanto, la inclusión de dichos puntos proporciona una visión más amplia del ámbito geológico, en especial en una zona de dinámica tan activa como la estudiada.

La selección de los Puntos de Interés Geológico del Alto Gállego se ha realizado teniendo presente la conveniencia de que estén representados los diversos ámbitos y edades geológicas presentes en la zona de estudio. Para ello, ha sido necesario considerar las características geológicas del ámbito de estudio, incluyendo los materiales y edades presentes en la zona. Posteriormente se ha tenido en cuenta la distribución y abundancia de los PIGs seleccionados.

En el presente trabajo se ha realizado un inventario de Puntos de Interés Geológico orientado a su posible utilización divulgativa entre los numerosos visitantes que, sobre todo en verano, recorren los caminos balizados de la zona y utilizan las diferentes infraestructuras de comunicación y alojamiento. Por ello, en la descripción de los puntos de interés se han anali-

zado y reseñado ciertas características relacionadas directamente con su posible utilización divulgativa, como son la facilidad de comprensión del punto, el valor escénico y estético, entre otros. Por otro lado, se ha considerado la presencia de determinadas infraestructuras turístico-recreativas, como caminos balizados, alojamientos y otros recursos turísticos cercanos, para poder analizar la interacción entre ambos y así proponer medidas concretas de actuación.

ANTECEDENTES Y CRITERIOS DE VALORACIÓN Y SELECCIÓN

Hasta la fecha ningún estudio referido al patrimonio geológico había analizado en detalle la totalidad de la comarca del Alto Gállego. Algunos trabajos de carácter regional han seleccionado puntos de interés geológico pertenecientes al área de estudio (ALCALÁ *et al.*, 1996) como las turberas del pico Anayet, el termalismo del balneario de Panticosa y el conjunto de los glaciares pirenaicos. Otros inventarios, también de carácter regional (LENÁROZ, 1997), han analizado la zona de estudio, pero con un grado de detalle que no permitía el cruce de esta información con la referida a las infraestructuras. Más significativo es otro trabajo que considera con mayor detalle el patrimonio geológico de un sector del Pirineo central que engloba entre otros el valle de Tena (BARETTINO *et al.*, 1997), cuyo inventario ha servido de base inicial para el análisis de los Puntos de Interés Geológico de la parte septentrional de la zona de estudio. Por último, cabe reseñar la mención que a la riqueza geológica de la zona se hace en el mapa geológico de Sallent de la serie MAGNA (RÍOS *et al.*, 1989), así como la descripción en tono divulgativo de las páginas web elaboradas por MENDÍVIL y BURILLO.

Es más abundante la información referente a aspectos relacionados con la geología y, sobre todo, la geomorfología de la zona de estudio. Cabe destacar los trabajos sobre la geomorfología glacial del valle de Tena (MARTÍ BONO, 1978; MARTÍNEZ DE PISÓN y SERRANO, 1998; SERRANO y MARTÍNEZ DE PISÓN, 1994; SERRANO, 1998); sobre la evolución de la nieve y los glaciares actuales (CHUECA y LAMPRE, 1994; CHUECA y JULIÁN, 1995; MARTÍNEZ DE PISÓN y ARENILLAS, 1990; CHUECA *et al.*, 2000); sobre los materiales del Devónico (GALERA, 1987), y sobre la evolución tecto-sedimentaria de la parte sur de la comarca (PUIGDEFÁBREGAS, 1975). A esta información hay

que añadir las síntesis cartográficas que suponen los mapas geológicos a escala 1:50.000 de Sabiñánigo (BARNOLAS *et al.*, 1998) y Sallent (RÍOS *et al.*, 1989), el mapa geológico de Huesca a escala 1:200.000 (RIBA *et al.*, 1980), y diversas cartografías geomorfológicas (GARCÍA RUIZ, 1989; SERRANO, 1998; CHUECA *et al.*, 2000).

Es también muy abundante la documentación de tipo divulgativo referida a las características geológicas de la parte septentrional de la zona de estudio (ej. CUCHÍ, 1999; MARTÍNEZ DE PISÓN, 1994 y 1996), a las que hay que añadir numerosas guías de itinerarios, senderos y excursiones, entre las que destaca por su exhaustividad la realizada por BIARGE y BIARGE (1999). Sin embargo, son muy pocas las publicaciones referidas a la zona sur del ámbito de estudio, ya sean de carácter general (LATAS *et al.*, 1999) o geológico (BELMONTE, 1999).

Una fase necesaria en los trabajos referidos al patrimonio geológico es la definición de los criterios para seleccionar los Puntos de Interés. La metodología habitual suele consistir en elaborar una ficha informativa para cada punto, en la que se resumen las principales características del mismo. La ficha elaborada para este trabajo contiene información sobre las características geológicas del punto y su estado de conservación, yendo acompañada de mapas, croquis y fotografías. Además, con el fin de poder cruzar la información geológica y la de las infraestructuras, se ha añadido la descripción de la localización y accesibilidad del punto. Debido a los objetivos del trabajo, los puntos para seleccionar deben tener, además de una valoración alta, unas características determinadas, entre las que están: tener carácter puntual o al menos que la visita pueda centrarse en un lugar concreto; cierta componente estética del punto o de los alrededores que hagan su visita atractiva para personas no especialistas en geología; y un estado de conservación aceptable, o, en caso de estar degradado, con posibilidades de mejora.

Los criterios de valoración del interés del punto se han dividido en tres tipos: criterios relacionados con su valor intrínseco, con su potencialidad de uso y con su necesidad de protección. El valor intrínseco se refiere a lo que se podría llamar «importancia geológica», que viene condicionada, entre otros factores, por su rareza o abundancia, representatividad como modelo geológico y valor que proporciona a la interpretación del paisaje. La potencialidad de uso se refiere al interés que presenta el punto en relación con las

actividades que puede llevar asociadas. En este apartado se ha tenido en cuenta las posibilidades divulgativas o de explicación para un público no especializado (aunque sí iniciado). Por ello, se han tenido en cuenta, entre otros, criterios como la facilidad de comprensión del punto y asociación con otros elementos del medio natural como la fauna o la vegetación. Por último, el apartado referido a la necesidad de protección alude a la vulnerabilidad y a las amenazas actuales o potenciales. De esta manera, se ha obtenido una información de cada punto en función de las variables citadas.

PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL ALTO GÁLLEGO

Teniendo en cuenta las características geológicas de la zona y la revisión bibliográfica efectuada, se preseleccionaron 80 Puntos de Interés Geológico que, tras el trabajo de campo y la síntesis posterior, quedaron reducidos a los 49 puntos que componen el listado final. En la tabla I se indica el nombre de cada punto, el número asignado que coincide con la numeración en el mapa de localización de los Puntos de Interés (Fig. 2), y el principal o los principales tipos de interés de cada punto.

Los inventarios de Puntos de Interés Geológico deben representar las características geológicas básicas de una región, así como los acontecimientos fundamentales de la historia geológica local. Observando el listado de los Puntos de Interés (Tabla 1) se puede apreciar que el interés geomorfológico está presente en casi el 50% de los puntos, siendo, con mucho, el tipo de interés más frecuente. Esto es debido a que la mitad septentrional del área de estudio sufrió una importante evolución del relieve durante el Cuaternario. El glaciario modeló el valle de Tena, dejando como vestigios de su acción una gran cantidad de rasgos geomorfológicos singulares, unos de tipo erosivo, como circos, cubetas, artesas y umbrales, y otros de tipo deposicional, con presencia de numerosos restos morrénicos. El conjunto de estas formas y depósitos permiten la interpretación del paisaje actual y la reconstrucción de etapas anteriores, y por ello han sido incluidos en el inventario. La accidentada orografía de la zona de estudio, combinada con los agentes meteorológicos, condiciona que en la actualidad los procesos superficiales sean muy activos, lo que también justifica la abundante presencia de elementos geomorfológicos en el inventario.

Los puntos de interés estratigráfico y tectónico siguen en importancia y abundancia a los geomorfológicos, estando también ampliamente representados. Pueden encontrarse evidencias interesantes de la deformación que sufrieron los materiales geológicos en el proceso de levantamiento de la cordillera. El efecto de dos orogenias separadas por largos periodos de erosión y sedimentación se hace patente en el Alto Gállego, con puntos de interés que reflejan tanto el plegamiento y la deformación de los materiales geológicos, como el desarrollo de importantes series estratigráficas, algunas de ellas con carácter sintectónico, lo que se traduce en un interés combinado tectónico y estratigráfico.

Tabla I. Puntos de Interés Geológico del Alto Gállego seleccionados en el presente trabajo. Se indica el tipo/s principal/es de interés de cada punto.

Nº	Nombre	Tipo principal de interés
1	Secuencia estratigráfica de Molino Escartín	Estratigráfico
2	<i>Hog-back</i> de la arenisca de Sabiánigo	Estratigráfico / Geomorfológico
3	Terreros de Yebra de Basa	Geomorfológico / Paleontológico
4	Conglomerados de Santa Orosia	Estratigráfico
5	Cabalgamiento de Oturia	Tectónico
6	Morrena de Aurín	Geomorfológico / Estratigráfico
7	Morrena de Senegüé	Geomorfológico / Estratigráfico
8	Corona de Aurín	Geomorfológico
9	Cascada y <i>flysch</i> de Orós Bajo	Geomorfológico / Estratigráfico
10	Artesa de la Tierra de Biescas	Geomorfológico
11	Chimeneas de las Hadas de Arás	Geomorfológico
12	Travertinos de Santa Elena	Petrológico
13	<i>Chevrons</i> de Lasieso	Tectónico
14	Ibones de Asnos y Sabocos	Geomorfológico
15	Serie Cretácico-Eoceno de Sabocos	Estratigráfico
16	Endokarst de Tendenera	Geomorfológico
17	Arco de la sierra de la Partacua	Tectónico / Geomorfológico
18	Cueva de la Buchaquera	Geomorfológico
19	Cabalgamientos de Somola	Tectónico
20	Lapiaz de Bucuesa	Geomorfológico
21	Ibón de Bucuesa	Geomorfológico
22	Anticlinal del Mandilar	Tectónico
23	Yacimiento silúrico de Hoz de Jaca	Paleontológico
24	Deslizamiento del Panar de la Traberosa	Geomorfológico
25	Anticlinal de Panticosa	Tectónico

Tabla I. (Continuación)

Nº	Nombre	Tipo principal de interés
26	Barranco y cascada de Escarrilla	Geomorfológico
27	Deslizamiento de Punta Cochata	Geomorfológico
28	Morrenas del valle de Escarra	Geomorfológico
29	Ibones y turberas de Anayet	Geomorfológico
30	Serie volcánico-sedimentaria de Anayet	Petrológico
31	Minas de fluorita de El Portalet	Mineralógico
32	Rasgos glaciares y periglaciares del circo del Pico Sarrato	Geomorfológico
33	Aguas termales del balneario de Panticosa	Hidrogeológico
34	Cascadas del arroyo Caldarés	Geomorfológico
35	Artesa colgada de la Mallata de Argualas	Geomorfológico
36	Plutón de Panticosa	Petrológico
37	Ibón de Tebarray	Geomorfológico
38	Glaciar y complejos morrénicos de los Picos del Infierno	Geomorfológico
39	Marmolera de los Picos del Infierno	Petrológico
40	Circo de Pondiellos	Geomorfológico
41	Glaciar rocoso de Argualas	Geomorfológico
42	Peña Foratata	Estratigráfico
43	Pliegue de Puy Arcol	Tectónico
44	Ibonciecho	Geomorfológico
45	Pliegues de Aguas Limpias	Tectónico
46	<i>Horns</i> de Arriel y Palas	Geomorfológico
47	Cresta del Diablo	Geomorfológico
48	Glaciares y complejos morrénicos del Balaitus	Geomorfológico
49	Cretácico de la cima del Balaitus	Estratigráfico / Tectónico

Dentro de la compleja evolución geológica del valle de Tena hay que destacar la existencia de importantes procesos ígneos, con la presencia de elementos de interés petrológico, referidos a los procesos volcánicos y plutónicos que tuvieron lugar a finales del Paleozoico y principios del Mesozoico. La existencia de ciertas mineralizaciones de interés, así como de termalismo, provoca la presencia de ciertos puntos de interés mineralógico e hidrogeológico.

Para poder analizar la distribución espacial de los Puntos de Interés Geológico seleccionados, se han realizado modelos digitales de elevación del terreno de la zona de estudio, sobre los cuales se han representado los puntos. El resultado ha sido un mapa que permite apreciar las características fisiográficas de la zona y la distribución de los puntos, del cual se incluye aquí una versión reducida (Fig. 2).



Fig. 2. Mapa de Puntos de Interés Geológico del Alto Gállego.

Observando la distribución de los puntos se puede apreciar que la mayoría de ellos se sitúan en la Zona Axial pirenaica, que corresponde a la parte septentrional de la zona de estudio. La causa de esta concentración es la heterogeneidad litológica de este sector, donde se encuentran materiales metamórficos, volcánicos, plutónicos y sedimentarios afectados por dos fases orogénicas, a los que hay que añadir las abundantes formas y depósitos superficiales generados durante el Cuaternario por la acción glacial, periglacial y fluvial.

En las Sierras Interiores, que constituyen una importante barrera que separa los dominios paleozoico y terciario, también hay una importante representación de puntos, fundamentalmente ligados a los fenómenos kársticos y a aspectos stratigráficos y tectónicos de las series carbonáticas del final del Mesozoico y comienzos del Terciario. El dominio perteneciente a la Depresión Media es más homogéneo en sentido geológico, con existencia de puntos fundamentalmente de interés sedimentario.

La observación del mapa de distribución de puntos (Fig. 2) permite, a su vez, apreciar que existen algunos sectores donde se concentran Puntos de Interés. Ejemplos de ello lo constituyen los alrededores de la ermita de Santa Orosia (puntos 4 y 5), la cabecera del valle de Aurín (puntos 18, 19, 20 y 21), la alineación de las sierras de la Partacua y Tendenera (puntos 12, 13, 14, 15, 16 y 17), el entorno de los valles de Escarra y Anayet (puntos 26, 27, 28, 29 y 30), los alrededores del balneario de Panticosa (puntos 32, 33, 34, 35 y 36) y el sector comprendido entre los macizos montañosos del Balaitus y los Picos del Infierno. En sentido geológico los lugares seleccionados son los más sobresalientes, encontrándose situados la mitad de los puntos en zonas amparadas bajo alguna figura legal de protección por pertenecer a un espacio natural protegido.

El estado de conservación de los puntos seleccionados es diverso, aunque en general se encuentran bien conservados. El impacto provocado por la acción antrópica se hace patente en algunos lugares, como son las antiguas explotaciones mineras, principalmente de fluorita y de carbón. En la zona existen también dos estaciones de esquí alpino, dos de fondo y numerosas explotaciones hidroeléctricas, incluyendo dos grandes embalses que represan el río Gállego, otros de menor tamaño y las numerosas obras de represamiento y conducciones en los ibones y las cabeceras de los valles.

En cuanto a la relación entre los elementos del patrimonio geológico y las infraestructuras turísticas existentes, es importante reseñar que la amplia red de senderos balizados, alojamientos y otro tipo de ofertas e infraestructuras existentes en la zona de estudio puede servir de base para aproximar los elementos del patrimonio geológico al público no especializado. Esto puede significar un avance en la popularización de esta información, aportando una nueva alternativa de ocio que permita su aprovechamiento, hecho especialmente interesante para una comarca que cada vez apuesta más por el sector servicios en clara relación con su riqueza natural.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es parte de un estudio más amplio sobre el patrimonio geológico del Alto Gállego, realizado gracias a la concesión de una subvención dentro de la convocatoria de 1999 de becas y ayudas a la investigación del Instituto de Estudios Altoaragoneses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCALÁ, B., y ALCALÁ, L. (1996). El Patrimonio Geológico de Aragón. *Geogaceta*, 19: 217-220.
- ARANA, R.; RODRÍGUEZ ESTRELLA, T.; MANCHEÑO, M. A.; GUILLÉN, F.; ORTIZ, R.; FERNÁNDEZ TAPIA, T., y DEL RAMO, A. (1999). *El Patrimonio Geológico de la Región de Murcia*. Fundación Séneca. 399 pp.
- ARENILLAS, M.; MARTÍNEZ, R.; MARTÍNEZ DE PISÓN, E., y NAVARRO, J. (1998). Los glaciares actuales y la nieve en el Pirineo español. En GÓMEZ ORTIZ, A., y PÉREZ ALBERTI, A. (eds.). *Las huellas glaciares de las montañas españolas*: 329-346. Universidad de Santiago de Compostela.
- BARETTINO, D.; ALBERRUCHE, E., y RÍOS, S. (1997). Integración del Patrimonio Geológico en el análisis del valor natural del territorio: el mapa del valor natural en el sector del Pirineo central. *Zubía*, 15: 21-33.
- BARETTINO, D.; VALLEJO, M., y GALLEGO, E. (1999). *Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new millennium*. Sociedad Geológica de España. 459 pp.
- BARNOLAS, A., et al. (1998). *Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Sabiñánigo. Hoja 177*. ITGE. Madrid. Inédito. 48 pp.

- BELMONTE, Á. (1999). *Coronas y zinglos. Un viaje a pie por la geología de Serrablo*. A Lazena de Yaya, 11. Museo Ángel Orensanz y Artes de Serrablo. Sabiñánigo. 162 pp.
- BIARGE, F., y BIARGE, A. (1999). *El valle de Tena. Tierra de Biescas y valle de Ossau*. Plan de Excelencia Turística del Valle de Tena-Biescas. Huesca. 400 pp.
- CENDRERO, A. (1996). *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid. 112 pp.
- CHUECA, J., y JULIÁN, A. (1995). El glaciar de Frondiellas (macizo de Balaitus, Pirineo central aragonés) y su complejo morrénico: un ejemplo de dinámica deposicional mixta glacio-nival. *Cuaternario y Geomorfología*, 9 (3-4): 3-15.
- CHUECA, J.; JULIÁN, A.; PEÑA, J. L., y ESPINALT, M. (2000). Mapa geomorfológico del Alto Gállego (Pirineo aragonés). En *Boletín Glaciológico Aragonés*, 1. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.
- CHUECA, J., y LAMPRE, F. (1994). *Los glaciares altoaragoneses*. Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo, 21. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 32 pp.
- CUCHÍ, J. A. (1999). El marco geológico del Alto Gállego (valles de Tena y Aurín). En BIARGE, F. y BIARGE, A. (eds.). *El valle de Tena. Tierra de Biescas y valle de Ossau*, 9-17. Plan de Excelencia Turística del Valle de Tena-Biescas. Huesca.
- DURÁN, J. J. (ed.). (1998). *El Patrimonio Geológico de la Comunidad de Madrid*. Sociedad Geológica de España. Madrid. 290 pp.
- DURÁN, J. J.; LÓPEZ MARTÍNEZ, J., y BAREA, J. (1996). Patrimonio geológico y sostenibilidad. Aplicación a la provincia de Málaga. *Zubía*, 15: 56-67.
- DURÁN, J. J., y NUCHE, R. (eds.). (1999). *Patrimonio Geológico de Andalucía*. Enresa. 357 pp.
- DURÁN, J. J., y VALLEJO, M. (eds.). (1998). *Comunicaciones de la IV Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico*. Sociedad Geológica de España. Madrid.
- GALERA, J. M. (1987). *Estudio del Devoniano en el Pirineo Español*. Tesis doctoral. ETSI de Minas. Madrid.
- GARCÍA RUIZ, J. M. (1989). *Sallent, Hoja 145. Mapa Geomorfológico*. Geoforma Ediciones. Logroño. 29 pp. + 1 mapa.
- GISBERT, J. (1983). Las molasas tardihercínicas del Pirineo. En COMBA, J. A. (coord.). *Libro Jubilar J. M. Ríos*, t. II, 168-185. Comisión Nacional de Geología e Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- LATAS, Ó., y NAVARRO, J. M. (1999). *Serrablo. Guía turística*. Prames. Zaragoza. 72 pp. y un mapa.
- LENÁROZ, B. (1997). Primer inventario de los puntos de interés geológico de Aragón. En PALLÍ, L., y CARRERAS, J. (eds.). *Comunicaciones de la III Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico*, 39-42. Sociedad Geológica de España y Universidad de Girona.

- MARTÍ BONO, C. (1978). Aspectos de la problemática geomorfológica del Alto Aragón occidental. *Estudios Geográficos*, 153: 473-493.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1994). *Relieves del Alto Pirineo Aragonés. Itinerarios geográficos*. Caja de Ahorros de la Inmaculada. Zaragoza. 151 pp.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1996). *El valle de Tena: un paisaje modelado por el hielo*. Diputación General de Aragón. Departamento de Agricultura y Medio Ambiente. Zaragoza. 158 pp.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E., y ARENILLAS, M. (1990). Los glaciares actuales del Pirineo español. En *La nieve en el Pirineo español*, 29-98. MOPU. Madrid.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E., y SERRANO, E. (1998). Morfología glaciar del valle de Tena. En GÓMEZ ORTIZ, A., y PÉREZ ALBERTI, A. (eds.). *Las huellas glaciares de las montañas españolas*, 239-262. Universidad de Santiago de Compostela.
- MENDÍVIL, F. J., y BURILLO, J. www.aragon.net/aragon/web/parques/geologia/pginicio.htm; www.aragon.net/aragon/web/parques/geologia/pgaproxi.htm;
- PALLÍ, L., y CARRERAS, J. (eds.). (1996). *Comunicaciones de la III Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico*. Sociedad Geológica de España y Universidad de Girona.
- PUIGDEFÁBREGAS, C. (1975). *La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos, 104. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Jaca. 188 pp.
- RIBA, O.; PUIGDEFÁBREGAS, C.; SOLER, M.; MALDONADO, A.; MARTÍ, C., y GARRIDO, A. 1980. *Mapa Geológico de España, E. 1:200.000. Huesca*, 23. IGME. Ministerio de Industria y Energía. Madrid. 54 pp.
- RÍOS, L. M.; GALERA, J. M.; BARETTINO, D., y LANAJA, J. M. (1989). *Mapa Geológico de España. Sallent, Hoja 145. 29-8*. Instituto Tecnológico y Geominero de España. Madrid. 61 pp. + 1 mapa.
- SERRANO, E. (1998). *Geomorfología del Alto Gállego*. Institución Fernando el Católico. Zaragoza. 501 pp.
- SERRANO, E., y MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1994). Geomorfología y evolución glaciar en el Pirineo aragonés oriental. En MARTÍ BONO, C., y GARCÍA RUIZ, J. M. (eds.). *El glaciarrismo surpirenaico: nuevas aportaciones*, 33-64. Geoforma. Logroño.
- VALERO, B. L. (1986). *El marco geológico del Estefaniense-Pérmico del Alto Aragón y el Alto Gállego (Pirineo de Huesca)*. Tesis de licenciatura. Universidad de Zaragoza. 244 pp.

ESPECIES DE COLEÓPTEROS DE LAS FAMILIAS STAPHYLINIDAE E HISTERIDAE PRESENTES EN CARROÑA DE CERDOS, EN LA COMARCA DE LA LITERA (HUESCA)

Manuel CASTILLO-MIRALBÉS¹

RESUMEN.— Se estudian las especies de coleópteros de las familias Staphylinidae e Histeridae presentes en carroña de cerdos. La comarca donde se ha realizado el experimento es La Litera en Huesca y se han expuesto los cadáveres a dos ambientes diferentes, al sol y a la sombra, durante las cuatro estaciones del año. Se han identificado 51 especies de la familia Staphylinidae y 23 de la Histeridae.

ABSTRACT.— *Species of the Staphylinidae and Histeridae collected on pig carrion in the La Litera region (Huesca).* The purpose of the study was to find out which are the species of the families Staphylinidae and Histeridae on a carrion environment. Domestic pig carcasses were used, in the La Litera region (Huesca, Spain) during the four seasons of the year and in two different sets of conditions (sun and shade). In total, 51 species of Staphylinidae and 23 species of Histeridae were collected.

KEY WORDS.— Staphylinidae, Histeridae, Coleoptera, carrion, La Litera, Huesca, Spain.

INTRODUCCIÓN

Se estudian las especies de coleópteros de las familias Staphylinidae e Histeridae asociadas a cadáveres de cerdos. Los muestreos se han rea-

¹ Albalate, 13. E-22510 BINACED (Huesca).

lizado durante las cuatro estaciones del año y en dos ambientes distintos, exponiendo los cadáveres al sol y a la sombra. Las especies necrófilas de estas dos familias están asociadas a la carroña por su naturaleza depredadora, alimentándose o parasitando a los otros artrópodos que acuden a ese medio (CHAPMAN y SANKEY, 1955; NUORTEVA, 1970; NABAGLO, 1973; SMITH, 1986). También se ha estudiado su incorporación a la entomofauna que participa en el proceso de descomposición, constatando si hubo o no distribución exclusiva de las especies por zonas y estaciones, comprobando si su acción depredadora alteró el proceso de descomposición.

De estos estudios se puede deducir el interés en documentar datos de las especies que puedan ser útiles a la entomología forense, disciplina que combina la entomología con las ciencias médicas legales y forenses, con el fin de esclarecer algunas de las incógnitas que generalmente rodean a los cadáveres que se encuentran en condiciones no naturales (MAGAÑA y HERNÁNDEZ, 2000; GOFF, 2000; BYRD y CASTNER, 2001; CASTILLO, 2002). La importancia de algunas de estas especies para los estudios forenses fue citada por diversos autores (SAIZ *et al.*, 1989; GOFF y FLYNN, 1991; ANDERSON *et al.*, 1996; VANLAERHOVEN *et al.*, 1999).

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se ha realizado en una finca agrícola-ganadera ubicada en el término municipal de Esplús, provincia de Huesca, a una altitud sobre el nivel del mar de 281 m. En la misma se eligieron dos emplazamientos separados 300 m entre sí. El primero (exposición al sol) está situado en una zona sin vegetación y el segundo (exposición en sombra) tiene una cobertura arbórea que está compuesta en su mayor parte por álamos temblones (*Populus tremula* L.) y pseudoacacias (*Gleditsia triacanthos* L.) junto a arbustos de rubia peregrina (*Rubia tinctorum* L.) y zarzas (*Rubus ulmifolius* Schott).

Como modelo animal se han utilizado 16 cerdos domésticos (*Sus scrofa* L.), cuatro en cada prueba, de raza híbrida entre Landrace x Large White, de pesos comprendidos entre 8.500 g y 13.100 g.

El estudio fue realizado en cada una de las cuatro estaciones del año, durante los treinta días que siguieron a la muerte del animal, salvo la prueba invernal en la que el estudio se realizó durante ciento veinte días. Las fechas para cada prueba fueron las siguientes: 1^a, otoño de 1997, desde el 22-09-1997 hasta el 22-10-1997; 2^a, verano de 1998, desde el 13-08-1998 hasta el 02-09-1998; 3^a, invierno de 1998-1999, desde el 20-12-1998 hasta el 19-04-1999; 4^a, primavera de 1999, desde el 23-05-1999 hasta el 18-06-1999.

En cada estación se colocaron cuatro cerdos, dos en cada zona, separados entre sí unos 10 m. El muestreo se realizó diariamente y aproximadamente a la misma hora. Con el objeto de evitar el ataque de vertebrados carroñeros, cada cerdo fue introducido en una jaula metálica de 90 x 70 x 45 cm, con un paso de malla de 1,3 cm de lado. Para mantener siempre la ubicación original y facilitar el muestreo bajo el cadáver, cada jaula tiene cuatro patas, de 25 cm de largo, introducidas en tubos clavados al sustrato. Para facilitar el muestreo de artrópodos, en cada una de las pruebas, las jaulas fueron situadas sobre una capa de arena de río de unos 10 cm de espesor. La técnica de muestreo consistió en la captura individualizada de ejemplares diariamente, tanto sobre como dentro y debajo del cadáver, así como enterrados en el sustrato arenoso que se colocó debajo de cada cerdo.

Aunque el proceso de descomposición en la naturaleza es un proceso continuo (SCHOENLY y REID, 1987), por razones prácticas se ha dividido en cuatro estados, utilizando criterios físicos y de presencia /ausencia de larvas alimentándose del cadáver (CASTILLO-MIRALBÉS, 2002). Los estados de descomposición reconocidos y la denominación de los mismos siguen la terminología empleada y recomendada en entomología forense: 1) estado fresco: desde la muerte hasta que los gases provocados por las fermentaciones hacen que el cuerpo comience a hincharse; 2) estado hinchado: desde que comienza la acumulación de gases hasta que la presión sobre los tejidos o el consumo por parte de los insectos necrófagos, hacen perder la estanqueidad del organismo y el cuerpo se deshinchas; 3) estado de descomposición activa: es la fase de mayor actividad de las larvas de los insectos necrófagos, consumiendo los tejidos. Comienza con la salida de los gases y finaliza cuando ya no queda recurso alimenticio para las

larvas necrófagas, por lo que abandonan del cadáver para pupar en el sustrato; 4) estado de descomposición avanzada: desde el momento en que ya no quedan larvas alimentándose, hasta que se acaba la prueba. Del cadáver ya solo queda un estroma compacto más o menos seco formado por tejidos sin consumir y otras materias orgánicas como son los huesos y los cartílagos.

RESULTADOS

En este trabajo se han recolectado 51 especies de la familia Staphylinidae. La tabla I muestra el listado de las especies capturadas de esta familia. De la familia Histeridae se han recolectado 23 especies (en la tabla II se presenta el listado completo). Todas ellas ya habían sido citadas en España con anterioridad a este estudio, salvo una especie de la familia Histeridae, la identificada como *Pholioxenus castilloi sp. n.*, que es nueva para la ciencia (YÉLAMOS, 2001).

De la familia Staphylinidae, en la prueba otoñal, hubo dos especies que se capturaron exclusivamente en la zona de sombra y dos más en ambos ambientes. En la veraniega, se ha encontrado una sola especie exclusiva de la zona sombría. En la prueba invernal, se capturaron exclusivamente cinco especies en la zona soleada, a la sombra otras cinco y en ambos ambientes, diez especies. En la prueba primaveral, únicamente se capturaron siete especies exclusivas de la zona de sombra.

Con respecto a la familia Histeridae, se capturó una especie en exclusiva para la estación otoñal en la zona soleada y otra en la prueba veraniega para la zona de sombra. En la prueba invernal, se capturaron dos especies, exclusivas, en los dos ambientes. Y en primavera se han recolectado, en exclusiva, tres especies en la zona de sol y otras tres en la zona de sombra.

En el listado de especies de cada familia, además se señala su presencia en el proceso de descomposición a través de los estados en que se capturaron, indicando la estación y el ambiente. En cuanto al orden de aparición de ejemplares de estas familias en la sucesión cadavérica, en la tabla III se presenta el día del proceso de descomposición en que se hizo la primera cap-

Tabla I.1. Estafilínidos identificados en cada estado de descomposición y para cada estación/ambiente.

		Estados de descomposición			
		Fresco	Hinchado	Activa	Avanzada
STAPHYLINIDAE	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pseudocypus (Pseudocypus) aethiops</i> • <i>Aleochara (Baryodma) intricata</i> • <i>Tasgius (Parastagius) ater</i> 	—	→	Otoño sombra	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aleochara (Heterochara) spissicornis</i> • <i>Aleochara (Coprochara) bipustulata</i> • <i>Atheta (s. str.) graminicola</i> • <i>Aleochara (s. str.) curtula</i> • <i>Anotylus inustus</i> • <i>Gyrophypnus fracticornis</i> • <i>Atheta (s. str.) oblita</i> • <i>Tachyporus hypnorum</i> • <i>Creophilus maxillosus</i> 	—	→	Otoño sol y sombra	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aleochara (Baryodma) intricata</i> • <i>Aleochara (Heterochara) spissicornis</i> • <i>Aleochara (Coprochara) bipustulata</i> • <i>Aleochara (s. str.) clavicornis</i> • <i>Creophilus maxillosus</i> • <i>Philonthus (s. str.) jurgans</i> 	—	→	Verano sombra	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aleochara (s. str.) curtula</i> 	—	→	Verano sol y sombra	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Gyrophypnus fracticornis</i> • <i>Atheta (s. str.) orphana</i> • <i>Cordalia obscura</i> • <i>Platystethus cornutus</i> • <i>Neobisnius cerruti</i> • <i>Philonthus (s. str.) discoideus</i> • <i>Pseudocypus (Fortunocypus) fortunatarum</i> • <i>Mycetoporus solidicornis</i> 	→	Invierno sol		
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Philonthus (s. str.) jurgans</i> • <i>Atheta (s. str.) pertyi</i> • <i>Acrotona aterrима</i> • <i>Acrotona laticollis</i> • <i>Platystethus nitens</i> • <i>Gabrius nigrítulus</i> • <i>Xantholinus (Heterolinus) jarrigei</i> 	→	Invierno sombra		

O: otoño, I: invierno, V: verano, P: primavera.

Especie presente en ese estado de descomposición.

Especie no presente en ese estado de descomposición.

Tabla I.2. Estafilínidos identificados en cada estado de descomposición y para cada estación/ambiente.

		Estados de descomposición			
		Fresco	Hinchado	Activa	Avanzada
STAPHYLINIDAE	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pseudocypus (Pseudocypus) aethiops</i> • <i>Aleochara (Heterochara) spissicornis</i> • <i>Aleochara (Coprochara) bipustulata</i> • <i>Atheta (s. str.) graminicola</i> • <i>Aleochara (s. str.) curtula</i> • <i>Anotylus inustus</i> • <i>Creophilus maxillosus</i> • <i>Aleochara (Isochara) moesta</i> • <i>Atheta (Bessobia) oculata</i> • <i>Atheta (Bessobia) nigricornis</i> • <i>Aloconota gregaria</i> • <i>Atheta (Dimetrota) atramentaria</i> • <i>Amischa decipiens</i> • <i>Dinaraea angustula</i> • <i>Oxypoda (s. s.) longipes</i> • <i>Omalium rivulare</i> • <i>Omalium oxycanthae</i> • <i>Phloeonomus pusillus</i> • <i>Platystethus spinosus</i> • <i>Tachyporus nitidulus</i> • <i>Philonthus (s. str.) pachycephalus</i> • <i>Spatulonthus longicornis</i> 	→	Invierno sol y sombra		
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Platystethus nitens</i> • <i>Aleochara (Isochara) moesta</i> • <i>Philonthus (s. str.) pachycephalus</i> 	—	→	Primavera sol	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Atheta (s. str.) graminicola</i> • <i>Anotylus inustus</i> • <i>Philonthus (s. str.) jurgans</i> • <i>Pseudocypus (Fortunocypus) fortunatarum</i> • <i>Atheta (Bessobia) nigricornis</i> • <i>Phloeonomus pusillus</i> • <i>Philonthus (s. str.) pachycephalus</i> • <i>Oxypoda (Bessopora) annularis</i> • <i>Anotylus sculpturatus</i> • <i>Philonthus politus altaicus</i> • <i>Philonthus (s. str.) intermedius</i> • <i>Philonthus (s. str.) nitidicollis</i> • <i>Philonthus (s. str.) sparsus</i> • <i>Quedius (Microsaurus) fulgidus</i> 	→	Primavera sombra		
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aleochara (Heterochara) spissicornis</i> • <i>Aleochara (Coprochara) bipustulata</i> • <i>Aleochara (s. str.) curtula</i> • <i>Creophilus maxillosus</i> • <i>Philonthus (s. str.) discoideus</i> • <i>Spatulonthus longicornis</i> 	→	Primavera sol y sombra		

O: otoño, I: invierno, V: verano, P: primavera.

Especie presente en ese estado de descomposición.

Especie no presente en ese estado de descomposición.

Tabla II.1. Histéridos identificados en cada estado de descomposición y para cada estación/ambiente.

		Estados de descomposición			
		Fresco	Hinchado	Activa	Avanzada
HISTERIDAE	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Saprinus caerulescens</i> • <i>Margarinotus (Paralister) brunneus</i> • <i>Margarinotus (Paralister) uncostratus</i> 	—	→	Otoño sol	
	• <i>Saprinus subnitescens</i>	—	→	Otoño sol y sombra	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Margarinotus (Paralister) brunneus</i> • <i>Saprinus subnitescens</i> • <i>Saprinus tenuistrius sparsutus</i> • <i>Carcinops pumilio</i> • <i>Hypocacculus (s. str.) metallescens</i> • <i>Saprinus maculatus</i> 	—	→	Verano sombra	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Saprinus caerulescens</i> • <i>Saprinus georgicus</i> • <i>Saprinus (Phaonius) pharao</i> 	—	→	Verano sol y sombra	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Saprinus subnitescens</i> • <i>Saprinus georgicus</i> • <i>Hister quadrimaculatus</i> 	—	→	Invierno sol	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Carcinops pumilio</i> • <i>Margarinotus (Paralister) ignobilis</i> 	—	—	→	Invierno sombra
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Margarinotus (Paralister) brunneus</i> • <i>Saprinus caerulescens</i> • <i>Saprinus deterrentus</i> • <i>Saprinus melas</i> • <i>Saprinus politus</i> • <i>Saprinus figuratus</i> • <i>Atholus duodecimstriatus</i> 	—	→	Invierno sol y sombra	

O: otoño, I: invierno, V: verano, P: primavera.

Especie presente en ese estado de descomposición.

Especie no presente en ese estado de descomposición.

Tabla II.2. Histéridos identificados en cada estado de descomposición y para cada estación/ambiente.

		Estados de descomposición			
		Fresco	Hinchado	Activa	Avanzada
HISTERIDAE	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Hypocacculus (s. str.) metallescens</i> • <i>Saprinus (Phaonius) pharao</i> • <i>Saprinus melas</i> • <i>Saprinus politus</i> • <i>Euspilotus (Neosaprinus) perrisi</i> • <i>Saprinus lugens</i> • <i>Pholioxenus castilloi</i> 	—	→	Primavera sol	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Margarinotus (Paralister) brunneus</i> • <i>Hypocacculus (s. str.) metallescens</i> • <i>Hister quadrimaculatus</i> • <i>Margarinoyus (Paralister) ignobilis</i> • <i>Saprius godet</i> • <i>Saprinus algericus</i> • <i>Gnathoncus rotundatus</i> 	—	→	Primavera sombra	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Saprinus caeruleescens</i> • <i>Saprinus subnitescens</i> • <i>Saprinus tenuistrius sparsutus</i> • <i>Carcinops pumilio</i> • <i>Saprinus georgicus</i> • <i>Saprinus deterius</i> 	—	→	Primavera sol y sombra	

O: otoño, I: invierno, V: verano, P: primavera.

Especie presente en ese estado de descomposición.

— Especie no presente en ese estado de descomposición.

tura de ejemplares de esas familias, para cada estación y ambiente, así como el estado de descomposición en que se encontraba el cadáver. Los coleópteros de la familia Staphylinidae llegaron hasta el cadáver, en general, antes que los Histeridae. Y en cuanto a los ambientes, siempre se capturaron los coleópteros al sol, antes que en la sombra.

En ningún caso se han encontrado pruebas de que la actividad depredadora de los ejemplares de estas dos familias provocara una alteración del proceso de descomposición, susceptible de ser tenida en cuenta.

Tabla III. Primer día de captura de ejemplares en cada ambiente, estación y estado de descomposición.

		Staphylinidae	Histeridae
OTOÑO	Sol	Día 4° / E. hinchado	Día 4° / E. hinchado
	Sombra	Día 5° / E. hinchado	Día 17° / E. des. activa
VERANO	Sol	Día 2° / E. hinchado	Día 3° / E. hinchado
	Sombra	Día 2° / E. hinchado	Día 3° / E. hinchado
INVIERNO	Sol	Día 8° / E. fresco	Día 63° / E. hinchado
	Sombra	Día 8° / E. fresco	Día 80° / E. hinchado
PRIMAVERA	Sol	Día 2° / E. hinchado	Día 2° / E. hinchado
	Sombra	Día 0° / E. fresco	Día 2° / E. hinchado

DISCUSIÓN

Con respecto al número de especies recolectadas e identificadas, el trabajo de PAYNE (1965) llevado a cabo con cerdos en Estados Unidos, es la referencia en cuanto al gran número de especies de coleópteros identificadas, en total 217 especies de las que 92 (42%), eran de las familias Staphylinidae e Histeridae. En nuestro caso, las especies de estas dos familias sumaron 74 y representan el 61,15% del total de coleópteros (121), muestreados en el experimento (CASTILLO-MIRALBÉS, 2002).

También cabe destacar el trabajo de EASTON (1966) con cadáveres de zorros en Gran Bretaña, en el que se identificaron 60 especies de estafilínidos. Habitualmente se identifican pocas especies de Histeridae, en los estudios de entomofauna cadavérica (PUTMAN, 1978; TULLIS *et al.*, 1987; KENTNER *et al.*, 1990; SHEAN, 1993; TOMBERLIN *et al.*, 1998). Únicamente se puede destacar el trabajo de REED (1958) en Estados Unidos, con cadáveres de perros, en el que se identificaron 17 especies.

Las especies de estas dos familias se han encontrado principalmente debajo del cadáver, enterradas en el suelo e incluso dentro de un perímetro de 3 m en torno al cadáver. En este caso se han colectado mayoritariamente, desde el principio de la descomposición en el estado hinchado, hasta el final en el estado de descomposición avanzada. Esta distribución coincide con la citada por autores como CATTS y HASKELL (1990) y BOUREL *et al.*,

(1999). En trabajos realizados en el centro-norte de Europa por autores como LECLERQ (1978) y BERANGER (1990), encontraron que la presencia de ejemplares de estas dos familias se retrasó hasta que han pasado más de 20 semanas desde la muerte.

Su presencia inicial coincide en el tiempo con la emergencia de las primeras larvas de los huevos puestos sobre el cadáver, por los dípteros de las familias Calliphoridae y Sarcophagidae, en algunos casos incluso antes.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer la ayuda prestada por los entomólogos especialistas que identificaron las especies de este artículo: el Dr. Tomás Yélamos, de Barcelona, que identificó las de la familia Histeridae, y el Dr. Raimundo Outerelo, del Departamento de Biología Animal I, Facultad de Biología (Universidad Complutense de Madrid), que identificó las de la familia Staphylinidae.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, G. S., y VANLAERHOVEN, S. L. (1996). Initial studies on insect succession on carrion in Southwestern British Columbia. *Journal of Forensic Sciences*, 41 (4): 617-625.
- BERANGER, L. P. (1990). *Les insectes dans l'enquête policière*. Boubée. París. 56 pp.
- BOUREL, B.; MARTIN-BOUYER, L.; HÉDOUIN, V.; CAILLIEZ, J. C.; DEROUT, D., y GOSSET, D. (1999). Necrophilous insect succession on rabbit carrion in sand dune habitats in Northern France. *Journal Medical Entomology*, 36 (4): 420-425.
- CASTILLO-MIRALBÉS, M. (2002). *Estudio de la entomofauna asociada a los cadáveres en el Alto Aragón (España)*. Monografías SEA, 6. Zaragoza. 94 pp.
- CATTS, E. P., y HASKELL, N. H. (1990). *Entomology & Death: A Procedural Guide*. Joyce's Print Shop. Clemson. 183 pp.
- CHAPMAN, R. F., y SANKEY, J. H. P. (1955). The larger invertebrate fauna of three rabbit carcasses. *Journal of Animal Ecology*, 24: 395-402.
- EASTON, A. M. (1966). The Coleoptera of a dead fox (*Vulpes vulpes* L.); including two species new to Britain. *Entomologist's Monthly Magazine*, 102: 205-210.
- GOFF, M. L., y FLYNN, M. M. (1991). Determination of Postmortem interval by arthropod succession: A case study from the Hawaiian Islands. *Journal of Forensic Sciences*, 36 (2): 607-614.

- KEH, B. (1985). Scope and applications of forensic entomology. *Annual Review Entomology*, 30: 137-154.
- KENTNER, E., y STREIT, B. (1990). Temporal distribution and habitat preference of congeneric insect species found at rat carrion. *Pedobiologia*, 34: 347-359.
- LECLERQ, M. (1978). *Entomologie et médecine légale. Datation de la mort*. Masson. París. 100 pp.
- MAGAÑA, C., y HERNÁNDEZ, M. (2000). Aplicaciones de la entomología forense en las investigaciones médico-legales. *IX Congreso Ibérico de Entomología. Zaragoza, 4-8 de julio de 2000*.
- NABAGLO, L. (1973). Participation of invertebrates in decomposition of rodent carcasses in forest ecosystems. *Ekologia Polska*, 21 (18): 251-270.
- NUORTEVA, P. (1970). Histerid beetles as predators of blowflies (Diptera, Calliphoridae) in Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 7: 195-198.
- PAYNE, J. A. (1965). A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology*, 46 (5): 592-602.
- PUTMAN, R. J. (1978). The role of carrion-frequenting arthropods in the decay process. *Ecological Entomology*, 3: 133-139.
- SAIZ, F.; TOSTI-CROCE, E., y LEIVA, M. S. (1989). Estudio de los cambios de la mesofauna asociada a la descomposición de cadáveres de conejo en clima mediterráneo. *Anales Museo Historia Natural Valparaíso*, 20: 41-74.
- SCHOENLY, K., y REID, W. (1987). Dynamics of heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages: discrete seres or a continuum of change? *Oecologia*, 73: 192-202.
- SHEAN, B. S.; MESSINGER, L., y PAPWORTH, M. (1993). Observations of differential decomposition on sun exposed v. shaded pig carrion in coastal Washington state. *Journal of Forensic Sciences*, 38 (4): 938-949.
- SMITH, K. G. V. (1986). *A manual of forensic entomology*. British Museum Publications. Londres. 205 pp.
- TOMBERLIN, J. K., y ADLER, P. H. (1998). Seasonal colonization and decomposition of rat carrion in water and on land in an open field in South Carolina. *Journal of Medical Entomology*, 35(5): 704-709.
- TULLIS, K., y GOFF, M. L. (1987). Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on O'ahu Island, Hawaii. *Journal of Medical Entomology*, 24: 332-339.
- VANLAERHOVEN, S. L., y ANDERSON, G. S. (1999). Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia. *Journal of Forensic Science*, 44 (1): 32-43.
- YÉLAMOS, T. (2001). Descripción d'una nova espècie de *Pholioxenus* Reichardt, 1932 (Coleoptera, Histeridae) de la península Ibèrica. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 69: 91-94.

PRIMERA APROXIMACIÓN AL CÁLCULO DE AVENIDAS EN LOS CAÑONES FLUVIOKÁRSTICOS DE LA SIERRA DE GUARA (HUESCA, ESPAÑA)

J. A. CUCHÍ¹

J. SETRINI²

RESUMEN.— Dentro de una aproximación indirecta para estudiar la morfología de cañones fluviokársticos se han calculado los parámetros hidrológicos básicos de las avenidas con un periodo de retorno de dos años en diversas cuencas del Parque Natural de la Sierra de Guara (Huesca, España). Los resultados, obtenidos en un encadenamiento de estimaciones, son cualitativamente aceptables para las subcuencas más sencillas. El método proporciona, además, información útil para la prevención de accidentes por avenidas repentinas.

ABSTRACT.— *A first approach to the calculation of floods in the fluvio-karstic canyons of Sierra de Guara (Huesca, Spain).* As an indirect approach to the study of the morphology of fluvio-karstic canyons of the Natural Park of Sierra de Guara, the basic hydrologic parameters of the floods with a return period of two years, are calculated. The results, from a link of estimates, shows acceptable results for the simplest subbasins. The method, also, shows useful information to prevent accidents by flash floods.

KEY WORDS.— Guara, fluvio-karst, hydrology, floods, canyons.

¹ Escuela Politécnica Superior de Huesca. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 HUESCA. cuchi@posta.unizar.es

² Km 6. Barrio Nach. Calle Australia, 320. ELDORADO. Misiones. República Argentina.

INTRODUCCIÓN

El modelado fluviookárstico constituye uno de los aspectos fundamentales del Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara (LÓPEZ-MARTÍNEZ y FREIXES, 1989; CUCHÍ *et al.*, 1997). Por ese motivo, sus cañones poseen un gran atractivo deportivo (BIARGE y SALAMERO, 1991).

Se han realizado diversos estudios geomorfológicos sobre la zona, en especial el realizado por RODRÍGUEZ-VIDAL (1986). Sin embargo, subsisten diversas incógnitas sobre la génesis y evolución de los cañones. Por un lado, se constata una general ausencia de terrazas altas dentro de los estrechos. Por otro lado, las paredes de estos presentan numerosos abrigos, generalmente desprovistos de rellenos, a pesar de la amplia extensión de los canchales periglaciares. Tampoco se conoce el origen y edad de los abrigos y únicamente se dispone de datos arqueológicos en algunos de estos.

Por ello se están intentando diversos enfoques indirectos para avanzar en el conocimiento de las formas a diferente escala en los cañones. Uno de estos se centra en el estudio de los parámetros hidrológicos actuales e intenta su correlación con diversos rasgos geomorfológicos y botánicos. Presentan especial interés las avenidas, que corresponden a momentos de máxima energía fluvial, y que producen modificaciones de la morfología de los cauces. Además, este enfoque permite analizar el riesgo para la práctica del barranquismo. Varios accidentes mortales, en la zona del Parque, se han debido a avenidas que han arrastrado a deportistas que se encontraban en el cauce.

Existe, por lo tanto, un doble interés en estudiar las avenidas en los cañones fluviookársticos del Parque Natural de Guara. NANÍA y CUCHÍ (1995) realizaron unos tanteos para la cuenca alta del río Vero, situado en su extremo oriental. El presente trabajo constituye una primera aproximación al conjunto de los cañones de Guara con estimación de los caudales máximos y parámetros asociados en función de la duración de precipitaciones para un periodo de retorno de dos años. Este periodo hace factible realizar comprobaciones de campo dado que solo hay una estación de aforos utilizable para la zona de cañones, en el Vero, en Lecina.

MARCO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO

La geología del área, estudiada recientemente por MILLÁN (1996), corresponde al frente de cabalgamiento del manto de corrimiento de Monte Perdi-

do sobre el valle del Ebro, zonificada en bandas subparalelas, de dirección este-oeste, complicado por anticlinales de eje norte-sur. El Keuper forma la base del cabalgamiento y núcleos de pliegues. Faltan Jurásico y Cretácico inferior. El Cretácico superior tiene poca potencia y es de constitución detrítica y caliza. La facies «Garum» es de tipo continental, formado por arcillas rojizas separadas por dos niveles calcáreos lacustres. El Eoceno medio (Formación. Guara) es de tipo calcáreo; alcanza en Gorgas Negras hasta un kilómetro de potencia y constituye el armazón de las sierras. Más modernas son las secuencias terrígenas marinas de las formaciones Arguis y Belsué, así como las areniscas del Monrepós, ya en el Oligoceno. De esta misma edad y del Mioceno son los materiales cabalgados del valle del Ebro, depositados en una serie de abanicos aluviales con graduación granodecreciente hacia el sur.

La hidrología de la zona se organiza en seis ríos principales y varios afluentes importantes subcuencas: Isuela, Flumen, Guatizalema, Alcanadre, Balcés-Isuala y Vero (Fig. 1). Afluentes de interés deportivo son los ríos Calcón, Formiga, Mascún y Fornocal. La mayoría de ellos tienen, al norte de las sierras, una cuenca superior relativamente importante, en los materiales impermeables de las formaciones Arguis, Belsué y Monrepós-Campodarbe donde algunos cauces, como el Guatizalema y el Flumen tienen cursos de tipo subsecuente. Por antecendencia y sobreimposición, por un proceso aún mal conocido, los cauces se abrieron paso hacia el sur a través de la barrera calcárea de la Formación Guara. Este paso, en ocasiones claramente a favor de fracturas, se traduce en profundos cañones con una morfología característica. Tras el paso de las barreras, los cauces siguen encajados en los materiales del Mioceno. Los conglomerados, por dureza y baja permeabilidad, dan enérgicos modelados malliformes con profundos cañones como las Palomeras del Flumen, estrechos de Balcés y Fornocal.

METODOLOGÍA

Se han definido diez cuencas hidrográficas entre los ríos Isuela y Vero, abarcando el conjunto de cañones de la sierra de Guara. Las más importantes se han subdividido en tramos, en función de la existencia de cañones. Se dedica cierto interés a la cuenca del Vero, donde se han delimitado las cuencas afluentes de Basender, Choca y Fornocal. Sus características físicas principales figuran en la tabla I. Las áreas delimitadas se han establecido según

las divisorias topográficas superficiales, sin tener en cuenta el efecto de la importante karstificación en áreas como el alto Vero (estrechos de Almazorre, barranco de Basender) y en el Alcanadre (Cupierlo, fuente de Mascún).

En el área de estudio solo existen cinco estaciones meteorológicas de las 73 que lista DEL VALLE (1996) para el Prepirineo central y occidental. La red SAIH (Sistema Avanzado de Información Hidrológica) de la Confederación Hidrográfica del Ebro, tiene instalados dos pluviógrafos en Arguis, cuenca del Isuela, y El Coscollar, en la cuenca alta del Vero. Se estima que en la zona alta de la sierra de Guara, en los llanos de Cupierlo, la precipitación anual puede alcanzar los 1.400 mm anuales. Las precipitaciones siguen un esquema de primaveras y otoños relativamente lluviosos separados por estiajes de verano e invierno. El total de precipitaciones en verano, de tipo convectivo, puede alcanzar, estadísticamente, hasta los 250 mm.

Tabla I. Datos físicos de diversas cuencas y subcuencas en el ámbito de la sierra de Guara. La primera columna corresponde con la figura 1. La segunda y tercera columnas presentan la cuenca de estudio y el punto inferior por donde se ha cerrado la cuenca. Las columnas 4 y 5 indican la cota más elevada, en las cercanías de la cabecera del cauce, y el punto por donde se ha cerrado la cuenca o subcuenca. En la última columna se calcula el desnivel entre ambos valores.

	Punto final	Área	Longitud	Alt. máx.	Alt. mín.	Delta H	
		km ²	km	m s.n.m.	m s.n.m.	m	
1	Isuela	Emb. Arguis	19,933	4,0	1.106	960	146
2	Flumen oeste	Emb. Belsué	26,450	11,6	1.605	900	705
3	Flumen este	Carruaca	10,020	7,8	1.382	900	482
4	Flumen	Salto de Roldán	88,875	22,3	1.605	700	905
5	Guatizalema	Emb. Vadiello	90,500	14,8	1.356	640	716
6	Calcón	Emb. Calcón	12,908	6,5	1.559	870	689
7	Formiga	Confl. Yara	20,650	7,1	1.780	700	1.080
8	Formiga	Gorgonchón	62,250	13,1	1.780	540	1.240
9	Alcanadre	Gorgas Negras	78,617	15,2	1.643	920	723
10	Mascún	Letosa	12,717	4,1	1.094	1.000	94
11	Mascún	Desembocadura	42,375	12,2	1.094	713	381
12	Alcanadre	Codera Naya	158,409	28,9	1.643	620	1.023
13	Balcés	Oscuros	59,050	21,5	1.368	700	668
14	Balcés	Pte. Alberuela	88,458	29,9	1.368	540	828
15	Vero	Aforo Lecina	89,583	21,0	1.200	660	540
16	Basender	Desembocadura	16,967	9,0	1.371	640	731
17	Choca	Desembocadura	10,092	7,7	1.402	620	782
18	Fornocal	Pte. Palomeras	8,717	5,0	944	620	324
19	Vero	Alquézar	133,658	26,3	1.200	480	720



Fig. 1. Ubicación de la zona estudiada, cuencas de trabajo, estaciones meteorológicas y emplazamiento de la estación de aforo de Lecina sobre el río Vero.

Ante la falta de datos y como primera aproximación se han construido una serie de precipitaciones sintéticas a partir del *Mapa de Máximas Precipitaciones* del Ministerio de Fomento (1998). A partir de este se estiman los parámetros Cv y P (coeficiente de variación y valor medio de la precipitación diaria máxima) para un punto situado en el centro de la cuenca en estudio. A partir de ellos se han determinado las precipitaciones e intensidades máximas en 24 horas, para el periodo de retorno de dos años. Dado que rara vez las lluvias duran 24 horas, especialmente durante las tormentas estivales, se han calculado las intensidades para periodos más cortos según MARTÍNEZ DE AZAGRA y NAVARRO (1996). La intensidad para 1 hora se obtiene multiplicado la intensidad diaria por 10,5, según el mapa de relaciones I_1/I_d de España. Para aguaceros de duración diferente se ha empleado la fórmula: $I(t) = 9,25 * I(1) * t^{-0,55}$. Todas las precipitaciones se han estimado en yetogramas tipo uniforme, ante la inexistencia de información sobre este aspecto.

Según el método del US Soil Conservation Service, la escorrentía derivada de una precipitación determinada es función del número de curva de la cuenca (CN). Este parámetro depende de diversos factores, como textura, uso del territorio, estado hidrológico y condiciones hidrológicas precedentes. Ante la inexistencia de trabajos previos de determinación del CN en las cuencas de Guara, se ha optado por calcular este parámetro a partir de una estimación visual del porcentaje superficial de la litología entre calizas, margas y areniscas más conglomerados. A cada una de estas litologías se le ha asignado un valor de CN, también de forma aproximada. Se ha considerado que las margas y las rocas detríticas son relativamente impermeables y que las calizas, son mucho más permeables a efectos de respuesta inmediata a las precipitaciones. Los datos conocidos en el manantial de Fuenmayor (VILLARROEL y CUCHÍ, 2002), con una distancia máxima de 4 km entre las zonas de recarga y descarga, muestran un desfase del orden de 8 horas entre lluvia y punta del caudal en este manantial, que es superior al tiempo punta de un hipotético hidrograma superficial. En este sentido, el drenaje diferido del karst restaría caudal punta, aunque aumentaría el volumen total drenado a medio plazo.

RESULTADOS

A partir de los parámetros físicos de la cuenca, las diferentes intensidades de lluvia y los números de curva, se han calculado los caudales punta mediante el programa ArHymo (MAZA *et al.*, 1993). Este calcula diversos parámetros hidrológicos: caudal punta (Q_{pu}), tiempo a la punta (T_{pu}) e infiltración umbral (I_a), por debajo de la cual no hay escorrentía.

Tabla II. Parámetros del hidrograma unitario de diversas cuencas de la sierra de Guara, a partir del programa ArHymo.

Cuenca	Subcuenca	Q_{pu} <i>m³/s</i>	T_{pu} <i>horas</i>	I_a <i>mm</i>
Isuela	<i>Emb. Arguis</i>	3,3	1,010	35,3
Flumen oeste	<i>Emb. Belsué</i>	3,7	0,997	18,8
Flumen este	<i>Carruaca</i>	1,9	0,711	23,9
Flumen	<i>Salto de Roldán</i>	7,9	1,779	46,9
Guatizalema	<i>Emb. Vadiello</i>	8,9	1,619	25,0
Calcón	<i>Emb. Calcón</i>	2,5	0,607	55,0
Formiga	<i>Confl. Yara</i>	3,8	0,611	64,7
Formiga	<i>Gorgonchón</i>	7,5	1,093	55,0
Alcanadre	<i>Gorgas Negras</i>	7,9	1,566	16,0
Mascún	<i>Letosa</i>	1,8	1,266	13,5
Mascún	<i>Desembocadura</i>	4,7	1,506	32,5
Alcanadre	<i>Codera Naya</i>	11,6	2,320	36,8
Balcés	<i>Oscuros</i>	5,5	1,765	33,9
Balcés	<i>Pte. Alberuela</i>	7,0	2,156	29,8
Vero	<i>Aforo Lecina</i>	7,5	2,152	33,9
Basender	<i>Desembocadura</i>	2,8	0,758	76,2
Choca	<i>Desembocadura</i>	2,0	0,584	76,2
Vero	<i>Alquézar</i>	9,9	2,420	46,9
Fornocal	<i>Pte. Palomeras</i>	1,8	0,640	31,1

En la tabla II se han resumido los datos de los hidrogramas unitarios para las diferentes cuencas estudiadas. Estos son típicos de cada cuenca y corresponden a la respuesta de una precipitación de 1 mm de lluvia eficaz y para una duración dada de lluvia. Se incluyen los valores umbrales de precipitación, por debajo de la cual no se produce escorrentía, al almacenarse el agua en el perfil del suelo.

Una reiterada utilización de ArHymo permite calcular los tiempos hasta la punta y los caudales máximos para una serie de precipitaciones en un

Tabla III. Caudales (Q_{pu}) en m^3 por segundo y tiempos punta (T_{pu}) en horas, obtenidos por el programa ArHymo como respuesta a precipitaciones de diferentes duraciones en varias cuencas de la sierra de Guara. Período de retorno dos años. Los números en la columna horizontal indican la duración (en minutos) de las precipitaciones. Los valores en blanco indican ausencia de escorrentía. Los valores de cero indican resultados con caudales punta por debajo de 10 litros por segundo o tiempos de respuesta por debajo de 0,1 horas.

Cuenca	Subcuenca	Q5	T5	Q10	T10	Q15	T15	Q20	T20	Q30	T30	Q45	T45	Q60	T60	Q120	T120	Q240	T240	Q360	T360	
		<i>m³/s horas m³/s horas</i>																				
Isuela	<i>Emb. Arguis</i>															0,0	0,00	1,3	4,64	4,4	6,46	
Flumen oeste	<i>Emb. Belsué</i>					0,0	0,0	1,0	1,33	2,0	1,6	3,0	1,83	3,0	1,83	7,4	2,59	15,0	4,39	20,5	6,18	
Flumen este	<i>Carruaca</i>									0,0	0,0	3,0	1,56	1,4	2,42	4,0	4,27	6,1	6,12			
Flumen	<i>Salto de Roldán</i>																	0,0	0,0	1,6	7,56	
Guatizalema	<i>Emb. Yadiello</i>									0,0	0,0	1,0	2,5	5,2	3,24	19,9	4,86	37,0	6,80			
Calcón	<i>Emb. Calcón</i>																			0,0	0,0	
Formiga	<i>Confl. Yara</i>																			0,0	0,0	
Formiga	<i>Gorgonchón</i>																			0,0	0,0	
Alcanadre	<i>Gorgas Negras</i>					0,0	0,0	0,8	1,83	2,3	2,0	8,6	2,33	24,8	3,13	46,8	4,7	64,0	6,58			
Masciún	<i>Letosa</i>			0,0	0,0	1,42	0,2	1,50	0,8	1,67	1,4	1,75	3,5	2,00	8,0	2,79	11,9	4,56	14,1	6,33		
Masciún	<i>Desembocadura</i>													0,0	0,0	1,0	3,31	3,4	5,12	9,7	6,63	
Alcanadre	<i>Codera Naya</i>															0,0	0,00	3,1	6,03	16,0	7,42	
Balcés	<i>Oscuros</i>													0,0	0,0	0,0	3,53	3,1	5,29	10,4	7,06	
Balcés	<i>Pie. Alberuela</i>													0,0	0,0	8,0	3,88	8,2	5,61	20,6	7,33	
Vero	<i>Aforo Lecina</i>													0,0	0,0	0,0	3,87	4,1	5,59	14,4	7,32	
Basender	<i>Desembocadura</i>																			0,0	0,0	
Choca	<i>Desembocadura</i>																			0,0	0,0	
Vero	<i>Alquézar</i>																			0,0	2,0	7,74
Fornocal	<i>Pie. Palomeras</i>													0,0	0,0	0,1	2,56	1,5	4,35	3,2	6,15	

rango desde 5 minutos hasta 6 horas. Los resultados se resumen en la tabla III. Los datos en blanco corresponden a situaciones donde no hay efecto de la lluvia sobre los caudales, al infiltrarse toda el agua en el suelo y no existir lluvia eficaz.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados se han obtenido mediante un encadenamiento de estimaciones utilizado habitualmente en ingeniería. Sin embargo, su utilización específica en los cañones fluviokársticos del Parque Natural de Guara tiene que ser considerada como una mera aproximación, por el momento sin validar. A pesar de ello, se pueden sacar algunas indicaciones de utilidad práctica.

Como todas las cuencas tienen un esquema similar, las estimaciones de las precipitaciones adoptan valores muy similares para todas ellas. De hecho se puede considerar un valor muy similar de cálculo para todas las cuencas. Esto permite la posibilidad de simplificar los cálculos para periodos de retorno más elevados. Por lo tanto, son los parámetros fisiográficos y geológicos los que condicionan la respuesta de cada cuenca al aplicar el programa ArHymo. Como ya se ha señalado, las áreas de algunas cuencas podrían modificarse considerando aportes subterráneos de tipo kárstico. No parece fácil, sin embargo, que, por el momento, puedan establecerse con detalle los límites de estas cuencas subterráneas.

Como se indica en la metodología, se han estimado las superficies ocupadas por las diferentes litologías. A partir de cartografías de detalle parece relativamente sencillo mejorar las relaciones porcentuales entre los diferentes tipos de rocas. Más complicado, salvo mediciones directas, será la definición de los valores de número de curva con precisión. Se observa, sin embargo, que el programa ArHymo es poco sensible a pequeñas variaciones del valor de CN.

Los resultados de la aplicación de este programa, a pesar de las limitaciones señaladas, presentan unos resultados que, en parte, son coherentes con la experiencia cualitativa. Así el programa indica qué cauces, como Mascún en Letosa y el Alcanadre en Gorgas Negras, tienen una respuesta

fuerte y relativamente rápida a las precipitaciones. Otros como el habitualmente seco Basender, y el Formiga, no tienen respuesta con lluvias de menos de cuatro horas de duración, para este periodo de retorno. El método muestra también cómo la incorporación de tramos de cañones calcáreos a las cabeceras impermeables, por ejemplo de Vero y Flumen, se traduce en una disminución de caudales punta como respuesta a la combinación ponderada de dos superficies con números de curvas diferentes. Desde un punto de vista hidráulico, el resultado indica que las avenidas se laminan parcialmente dentro de los cañones.

Evidentemente, es necesario el estudio específico de algunas cuencas concretas, a los efectos de estudiar en detalle la validez de los resultados obtenidos. En Isuela, Flumen, Guatizalema y Calcón, la existencia de embalses dificulta la validación. El Formiga tiene un trasvase a la vecina cuenca del Calcón, así que solo restan Alcanadre, Isuela, Vero y afluentes. El Alcanadre tiene unas amplias dimensiones y complicaciones geológicas que hacen difícil su estudio, así que por diversas razones quedan las cuencas de Mascún y del alto Vero y sus afluentes, especialmente Basender.

Por otro lado, este trabajo avanza en la estimación del riesgo por avenidas en la práctica de deportes de aventura en este tipo de cauces. Como se ha señalado en la introducción, se han producido varios accidentes, algunos mortales, como consecuencia de avenidas rápidas que han atrapado a barranquistas descendiendo por los cañones en tramos sin salida lateral. Dado el rápido desarrollo de las tormentas veraniegas, es frecuente que grupos numerosos de barranquistas hayan comenzado el descenso, sin posibilidad de retorno en muchos casos debido a la existencia de saltos. En estas circunstancias, el inicio de la lluvia supone para unos grupos un momento de pánico mientras que otros continúan con una indiferencia ignorante. Por ello parece interesante disponer de un método contrastado que permita, conociendo las características de la cuenca y de la lluvia, establecer criterios de actuación para las autoridades del Parque Natural, guías de barrancos y equipos de rescate.

CONCLUSIONES

Se ha realizado una primera aproximación, a modo de herramienta, para cuantificar los caudales máximos y parámetros asociado de avenidas ordi-

narias en los cañones de la sierra de Guara (Huesca, España). Los resultados obtenidos, en general, corresponden con observaciones cualitativas y van a servir de base para estudios más detallados de morfología en los cañones.

Paralelamente estas estimaciones permiten elaborar un método para analizar el riesgo por avenidas en los cañones.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo es una aportación al PICG 448 de la UNESCO. Uno de los autores (Julián Setrini) realizó una estancia en la Escuela Politécnica Superior de Huesca gracias a una beca del programa Intercampus, de la Agencia Española de Cooperación Internacional. Se agradece la colaboración y opiniones de Alaín Escartín, Alfredo Serreta, Enrique Salamero y Manuel Avellanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIARGE, F., y SALAMERO, E. (1991). *Huesca. Cañones y barrancos. Tomo 1. Sierras*. Huesca. 192 pp.
- CUCHÍ, J. A.; SALAMERO, E., y AVELLANAS, M. L. (1997). Aspectos geológicos del deporte del barranquismo en el Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara. *Tierra y Tecnología*, 17 y 18.
- DEL VALLE, J. (1996). *El clima del Prepirineo central y occidental aragonés y sus Somontanos*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza en Aragón, 5. 327 pp.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., y FREIXES, A. (1989). El karst en los Pirineos españoles. En DURÁN, J. J., y LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. (eds.). *El karst en España*. Sociedad Española de Geomorfología. Mon. nº 4, 131-144.
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, A., y NAVARRO, J. (1996). *Hidrología Forestal. El ciclo hidrológico*. Universidad de Valladolid. 286 pp.
- MAZA, J.; FORNERO, L.; LITWIN, C., y FERNÁNDEZ, P. C. (1993). *ArHymo. Manual del usuario*. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica hídricas. Mendoza. Argentina. 36 pp., anejo A y un disquete.
- MILLÁN, H. (1996). *Estructura y cinemática del frente de cabalgamiento surpirenaico en las Sierras Exteriores Aragonesas*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. 330 pp. + 2 mapas.

- MINISTERIO DE FOMENTO (1998). *Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular*. 1 CD.
- NANÍA, L., y CUCHÍ, J. A. (1995). Prevención de accidentes hidráulicos en barrancos. Aplicación al caso del río Vero (Alto Aragón, España). *Actas XII Jornadas de Medicina y Socorro en Montaña de la FEDME*. Barbastro. 10 pp.
- RODRÍGUEZ-VIDAL, J. (1986). *Geomorfología de las sierras exteriores oscenses y su piedemonte*. Colección de Estudios Altoaragoneses, 4. 172 pp. + 6 mapas.
- VILLARROEL, J. L., y CUCHÍ, J. A. (2002). Análisis de respuesta de Fuenmayor (San Julián de Banzo, Huesca). Primeros resultados. *Geogaceta*, 31: 121-124.

**ESTUDIO SOBRE LA SITUACIÓN DE LAS POBLACIONES DE
LAGÓPODO ALPINO (*LAGOPUS MUTUS*) Y MOCHUELO BOREAL
(*AEGOLIUS FUNEREUS*) EN EL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y
MONTE PERDIDO (SOBRARBE-HUESCA)**

Juan Antonio GIL GALLÚS¹
Óscar DÍEZ SÁNCHEZ¹
Carlos PÉREZ LABORDA²
José Ángel LOSADA GARCÍA²
Elena VILLAGRASA FERRER³

RESUMEN.— Lagópedo alpino (*Lagopus mutus*). Se recopilan un total de 24 observaciones entre los años 1980 y 2002. Se prospectan ocho áreas, que ocupan una superficie de 485,97 ha, 30,6 km de perímetro. Con la información recopilada entre 1980 y 2003, se han obtenido datos de presencia de la especie en 16 cuadrículas de 1 x 1 km. En el año 2003 se registran observaciones e indicios de presencia en cinco cuadrículas. Se estima una población de cinco a diez parejas.

Mochuelo boreal (*Aegolius funereus*). Tan solo se recopila una observación en el 2001. Se prospectan seis áreas, que ocupan una superficie de 393,24 ha, 26,58 km de perímetro. Se estima una población mínima de cinco machos territoriales.

¹ ÁREA, S. L. Plaza de San Pedro Nolasco, 1, 4º F. E-50001 ZARAGOZA.

² Grupo de Estudios AETUS. Santiago Rusiñol, 15, 3º. E-50002 ZARAGOZA.

³ Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Paseo de las Autonomías. Pasaje Baleares. E-22071 HUESCA.

ABSTRACT.— Rock Ptarmigan (*Lagopus mutus*). A total of 24 observations between 1980 and 2002 is compiled. Eight areas prospect, that occupy a surface of 485,97 ha, 30,6 km of perimeter. With the information compiled between 1980 and 2003, data of presence of the species in 16 have been obtained grids 1 x 1 km. In the 2003 observations and indications of presence in five are registered grids. A population of five to 10 pairs is considered.

Tengmalm's Owl (*Aegolius funereus*). So single an observation in the 2001 is compiled. Six areas prospect, that occupy a surface of 393,24 ha, 26,58 km of perimeter. A population of five territorial males is considered.

KEY WORDS.— Rock Ptarmigan, Tengmalm's Owl, distribution, population, PNOMP, Spain.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Desde antiguo el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) ha sido visitado y admirado por multitud de zoólogos, botánicos, geólogos... Por ejemplo, en 1894 el ornitólogo Wallis prospecta varias zonas de Gavarnie, Ordesa y Torla. En sus anotaciones hace referencia a un quebrantahuesos muerto en Gavarnie (WALLIS, 1985). Posteriormente, muchos ornitólogos han visitado este espacio natural y han publicado diferentes libros, artículos y notas breves sobre las aves de este lugar: ARAGÜÉS, 1958; PURROY, 1970; PURROY, 1973; PEDROCCHI, 1978; CANUT *et al.*, 1987; ARAGÜÉS y LUCIENTES, 1980; PEDROCCHI, 1987... También se realizan documentales gráficos sobre algunas de sus especies, como el quebrantahuesos, que fue filmado en 1976 en el valle de Ordesa, por Félix Rodríguez de la Fuente para la serie de TVE «El Hombre y la Tierra» (com. pers., Rafael Heredia).

En 1989 se realiza la tercera fase del atlas ornitológico de Aragón, que incluía la prospección de las cuadrículas de 10 x 10 km correspondientes al PNOMP (GIL, 1989; DÍEZ, 1989). Los datos obtenidos durante esta fase completarán la información recogida entre los años 1987 y 1991 de las aves nidificantes de Aragón y se utilizarán para la publicación del atlas de las aves de España (1975-1995) (PURROY, 1997), de las aves de Aragón, atlas de especies nidificantes (SAMPIETRO *et al.*, 1998) y del atlas de las aves

reproductoras de España (MARTÍ y DEL MORAL, 2003). Durante 1989 se recoge información sobre la distribución, hábitat y grados de fiabilidad de nidificación de las aves del PNOMP y, por lo tanto, de especies como el lagópodo alpino (*Lagopus mutus*) y el mochuelo boreal (*Aegolius funereus*). En 1992 se hace lectura de una tesis doctoral sobre la ecología de las comunidades de passeriformes alpinos del Pirineo, que posee un área de muestreo en la zona de la Brecha de Roland (ANTOR, 2002). En 1994 se publica un artículo sobre las aves nidificantes de la comarca del Sobrarbe (hábitat, distribución y estado de conservación), en la que se adjunta la primera lista de aves nidificantes del PNOMP (GIL y DÍEZ, 1994). Por último y durante estos últimos años se han publicado diferentes estudios sobre la distribución, población y protección de diferentes especies presentes en el Parque: ROCÍN, 1997; WOURTERSEN y PLATTEEUW, 1998; DEL MORAL y MARTÍ 2001; DEL MORAL y MARTÍ, 2002; WOURTERSEN y GRASA, 2002. En esta última publicación se estiman las poblaciones de lagópodo alpino (cinco parejas).

Justificación

El lagópodo alpino es una especie catalogada como «Vulnerable» (Decreto 49/1995) y el mochuelo boreal de «Interés Especial» (Decreto 439/1990). En la legislación de la Unión Europea están incluidas en el Anexo I de la Directiva Aves 79/409/CEE, por lo que los estados miembros están obligados a establecer medidas de conservación especiales en cuanto a su hábitat, con el fin de asegurar su supervivencia y su reproducción en su área de distribución. Su inclusión en los citados Catálogos, implica disponer de información sobre la situación de las especies, en la que se incluye el área de distribución, el número de efectivos de las diferentes poblaciones y su actualización periódica. El actual Plan Rector de Uso y Gestión del PNOMP (Real Decreto 409/1995), señala en relación con la gestión de los recursos naturales, que su último fin es asegurar la permanencia de las especies propias del Parque Nacional, adoptando medidas de manejo orientadas al logro de los siguientes objetivos concretos: favorecer las poblaciones de especies catalogadas como amenazadas especialmente las vulnerables y en peligro de extinción.

De lo anteriormente, expuesto se desprende que existe un imperativo legal por parte de la Administración, para dedicar esfuerzos que pongan de manifiesto cuál es la situación actual y establecer las medidas necesarias que garanticen la viabilidad de sus poblaciones a largo plazo. Esto implica la necesidad de realizar actuaciones de seguimiento, conservación y sensibilización sobre las especies.

Objetivo

El objetivo del estudio sobre la situación de las poblaciones de lagópedo alpino y mochuelo boreal en el PNOMP, es conocer la distribución y estado de conservación de las especies mencionadas.

Especies objeto del estudio

1. Lagópedo alpino

En la familia de las Tetraónidas, el género *Lagopus* es el que tiene mayor número de especies de distribución septentrional. Este género posee tres especies: *Lagopus leucurus* (distribuido desde Alaska hasta Nuevo Méjico), *Lagopus lagopus* (de distribución circumboreal) y *Lagopus mutus*, que es la que presenta una distribución más amplia.

Después de las glaciaciones se produjo el aislamiento de diferentes poblaciones de lagópedo alpino, favoreciéndose la evolución hacia formas geográficas diferentes.

En Europa existen cinco poblaciones aisladas entre sí: Fenoscandia, Islandia, Reino Unido, Alpes y Pirineos. Recientemente la especie ha sido detectada en Bulgaria (STORCH, 2000).

En los Pirineos (España, Francia y Andorra), está presente la subespecie *pyrenaicus*, descrita en 1921 por Hartert. Se trata, pues, de un taxón subespecífico y endémico de la cordillera pirenaica. Sus poblaciones parecen mostrar una tendencia regresiva (13% en los Pirineos) (CRUVEILLÉ, 1988; BRENOT y NOVOA, 2001; PARDE y BONAVENTURE, 1991) debido al escaso número de ejemplares existentes y a la fragmentación de sus núcleos

poblacionales. Para el Pirineo español se estima una población de cinco parejas en Navarra (FERNÁNDEZ y AZCONA, 1997), 200 parejas en Aragón (SAMPIETRO *et al.*, 1998) y 100-150 parejas en Cataluña (PURROY, 1997). En el Parque Posets-Maladeta se realizó una basándose en las observaciones directas realizadas entre 1985-1999, que arrojó una cifra aproximada de 34 parejas (GIL *et al.*, 2003).

En el Pirineo español su distribución comprende áreas alpinas entre el macizo de Larra (Navarra) y el Ripollés (Gerona) (CANUT *et al.*, 1987), siendo el área de ocupación de unos 1.470,4 km² (CANUT, 2002).

En el Pirineo aragonés se encuentra desde el macizo de Espelunga-Transveral, Mesa de los Tres Reyes en la cabecera del valle de Ansó, hasta el extremo oriental del macizo de los Montes Malditos en el valle del Noguera Ribagorzana (presente en las comarcas de la Jacetania, Alto Gállego, Sobrarbe y Ribagorza), siendo el área de ocupación de 726,4 km² (CANUT, 2002). El límite norte coincide con la línea fronteriza con Francia y el área más meridional corresponde al macizo de Cotiella. Su área de distribución queda dentro de la isoyeta anual de 1.200 mm y la isoterma de julio de 16 °C (SAMPIETRO *et al.*, 1998).

Habita gran parte de los macizos montañosos del Pirineo axial, ocupando el piso subalpino y alpino (por encima de los 2.000 m), donde se alternan prados, neveros, canchales... Los niveles altitudinales de nidificación van aumentando de oeste a este, conforme va decreciendo la influencia atlántica y aumentando la mediterránea, así como por la mayor altitud que alcanzan los macizos montañosos (SAMPIETRO *et al.*, 1998). La altitud de los territorios es más alta en las orientaciones sur y menor en las norte. El sustrato es principalmente calcáreo en la parte occidental y silíceo en la oriental, por lo que las comunidades vegetales de su residencia ecológica son variadas. Selecciona áreas con ericáceas *Vaccinium* y *Rhododendron* en los sustratos silíceos y de *Dryas octopetala* y *Salix pyrenaica* en los calcáreos (SAMPIETRO *et al.*, 1998).

Hasta fechas recientes la información sobre el lagópodo alpino en el Pirineo aragonés era muy escasa, existiendo muy pocos trabajos que reflejaran la situación real de la especie. Los primeros datos sobre su distribución y número de ejemplares en el Pirineo aragonés se recogieron durante la realización

del *Atlas Ornitológico de Aragón* (1989-1990) (SAMPIETRO *et al.*, 1998). Posteriormente, en 1992 se realizó un trabajo sobre el estatus y distribución del lagópodo alpino en la ZEPA correspondiente a la Reserva Nacional de Caza de los Valles (LORENTE, 1993). En 1998 se realizó un estudio sobre la distribución y abundancia del lagópodo alpino en la ZEPA correspondiente al Parque Posets-Maladeta (GIL *et al.*, 2003). Por último, en los años 2001 y 2002, se ha realizado un trabajo sobre los parámetros reproductores del lagópodo alpino en el Parque Posets-Maladeta (GIL *et al.*, 2001; GIL *et al.*, 2002).

2. Mochuelo boreal

Especie ampliamente distribuida por los bosques boreales del hemisferio norte (MIKKOLA, 1983). En Europa se distribuye por diversos macizos montañosos forestales (Alpes), siendo el extremo meridional de su distribución la Península Ibérica, Grecia y Turquía (HAGEMEIJER y BLAIR, 1997). En los Pirineos está presente en España, Andorra y Francia. En el Pirineo español se ha citado en Navarra, Aragón (Huesca) y Cataluña (Barcelona, Gerona y Lérida).

La población europea se estima en 49.000-180.000 parejas (Birdlife International / EBCC, 2000). La población pirenaica (España, Andorra y Francia) se estima en 500-600 parejas (MARINÉ y DALMAU, 2000a y b; PRODON *et al.*, 1990). En España se estiman 142 territorios en 2002 (MARTÍ y DEL MORAL, 2003): cinco en Navarra, 14 en Aragón y 123 en Cataluña. A cada territorio se le asigna un macho y no una pareja, debido a que el número de machos parece ser menor al de hembras (KORPIMÄKI, 1981) y en el Pirineo muchos machos parecen no reproducirse cada año (MARINÉ y DALMAU, 2001).

Se trata de una especie difícil de detectar, debido a los hábitats que ocupa y a sus costumbres crepusculares. Tal vez por esta razón no fue citada en el Pirineo francés hasta el año 1963 (VAN DER VLOET, 1964) y en la vertiente sur hasta el año 1984 (ALEMANY, 1989), aunque ya aparecía en la bibliografía de aves ibéricas (BERNIS, 1966). También existe un registro fósil (PRODON *et al.*, 1990) y referencias históricas de su presencia en Cataluña (BLEACH, 1892).

En el Pirineo español ocupa bosques de coníferas (1.700-2.300 m) (JOVENIAUX y DURAND, 1987). La mayoría de los territorios se ubican en bosques subalpinos de pino negro (SAMPIETRO *et al.*, 1998).

En el Pirineo aragonés se ha localizado en las cabeceras de las comarcas de Sobrarbe, Ribagorza y Jacetania. Hasta fechas recientes la información sobre el mochuelo boreal en el Pirineo aragonés era muy escasa, existiendo muy pocos trabajos que reflejaran la situación real de la especie. El primer registro para Aragón fue obtenido en el valle de Bielsa en abril de 1987 (SAMPIETRO *et al.*, 1998). Posteriormente y durante la realización del *Atlas Ornitológico de Aragón*, se obtuvieron diversos datos (SAMPIETRO *et al.*, 1998). Por último y durante el año 2003, se ha realizado un estudio sobre la especie en el macizo de Cotiella y Turbón.

ÁREA DE ESTUDIO

Historia

El Parque Nacional de Ordesa fue creado en 1918 por Real Decreto (2.100 ha), posteriormente fue reclasificado y ampliado por la ley 52/1982 (15.608 ha). A partir de entonces se llamó Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, incorporando a este macizo calizo, el más elevado de Europa (3.355 m), el cañón de Añisclo al sureste, las gargantas de Escuaín y el valle de Pineta al este. También se definió una zona periférica de protección de 19.679 ha, que comprende la cabecera del río Ara (de Vignemale-Comachibosa a Bujaruelo y Torla) por el oeste, el macizo de la Munia (3.133 m) por el este y una porción de los valles de Vio (Fanlo) y Puértolas al sur, más Pineta (Bielsa) al este.

Figuras de protección

En 1977 el Parque Nacional se incluye, gracias al Programa MaB (Hombre y Biosfera) de la UNESCO, en la Reserva de la Biosfera de Ordesa-Vignemale. En 1988 se declara Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), denominada ES0000016 Ordesa y Monte Perdido (Directiva 79/409/CEE). En 1997 el macizo del Monte Perdido (Francia-España) fue clasificado por la UNESCO como Patrimonio de la Humanidad. También ha sido declarado Lugar de Interés Comunitario (LIC), dentro de la Red Natura 2000. Posee una protección integral para la gea, el agua, el aire, la flora y la fauna. Se mantienen derechos de pastos y los sistemas de explo-

tación tradicionales. Los usos se regulan mediante el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque (Decreto 409/95).

Situación

Se halla situado en la vertiente sur del Pirineo central (España/Aragón/Huesca), concretamente en la comarca del Sobrarbe y en los términos municipales de Torla, Fanlo, Puértolas, Tella-Sin y Bielsa (Fig. 1). De orografía compleja, el macizo calcáreo del Monte Perdido, posee mantos de corrimiento, pliegues tumbados, escamas y series de fallas. Al sur las mesetas calizas están interrumpidas por profundos cañones de origen tectónico, modelados

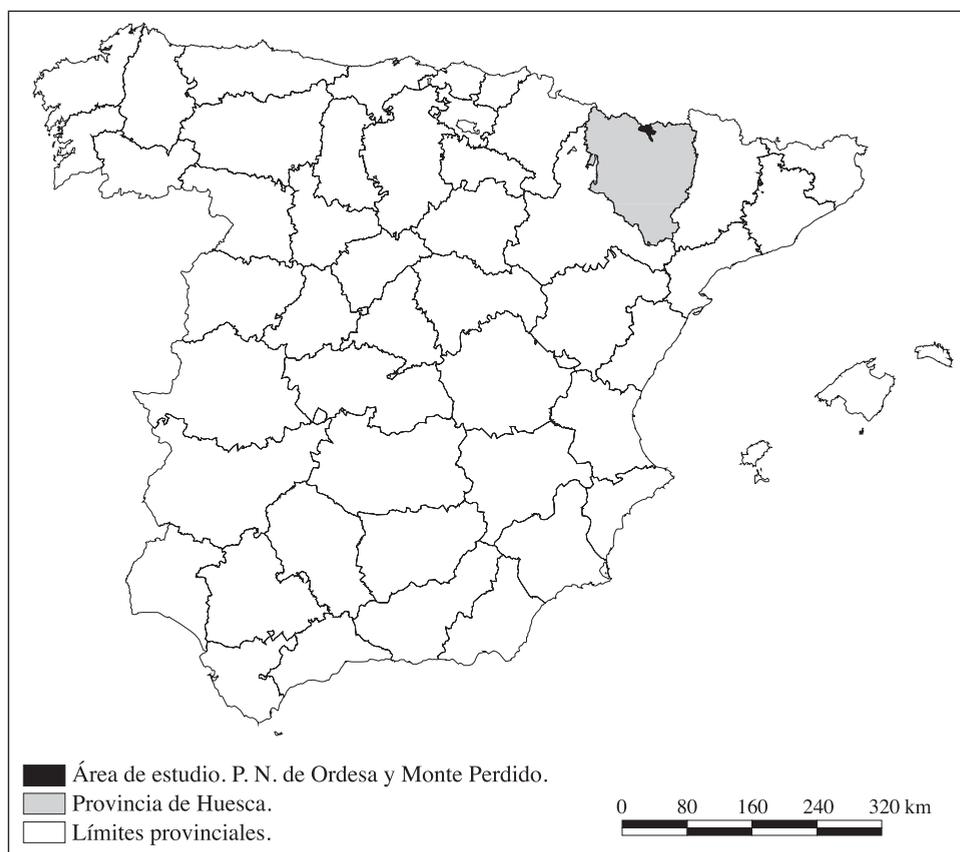


Fig. 1. Localización del área de estudio.

posteriormente por los glaciares y los retoques fluviales. El cañón de Ordesa sigue dirección E-W, el de Añisclo N-S, el de Escuaín y Pineta NW-SE.

Geología

Durante la Era Terciaria se produjo el plegamiento alpino (hace unos 40 millones de años). Al chocar la placa ibérica con la europea se produjo el levantamiento de la cordillera pirenaica y se formaron grandes mantos de corrimiento hacia el sur con sus pliegues asociados, que en algunos casos se han roto y han dado lugar a cabalgamientos llamados escamas de corrimiento. En el Pleistoceno (hace 50.000 años) tuvo lugar el enfriamiento del clima, que propició el desarrollo del glaciario. En los valles se instalaron extensas lenguas glaciares responsables de la configuración actual del paisaje: valles en artesa, con perfil escalonado, y circos rodeados de abruptas paredes. En la actualidad quedan glaciares de circo, que se encuentran acantonados en las cotas más altas. Por último, la existencia de potentes series carbonatadas propicia la aparición de un aparato kárstico muy desarrollado. Son frecuentes las dolinas nivales o distintos tipos de lapiazes. El endokarst posee una densa red subterránea de simas y galerías que distorsionan el drenaje superficial.

Hidrografía

El Parque se halla enclavado en la cuenca alta del Cinca. El agua proviene de la fusión nival y la lluvia. El río Ara se origina en el valle de Bujaruelo, recoge las aguas del Arazas y se junta con el Cinca en Aínsa. El río Bellós se origina en el collado de Añisclo y se junta con el Cinca en Escalona. El río Yaga se origina en el circo de Gurrundué, recoge las aguas de Escuaín y se junta con el Cinca en el Hospital de Tella. Por último, el río Cinca se origina en el lago de Marboré (circo de Pineta).

Clima

El clima del Parque es submediterráneo y continental, de transición entre el suboceánico francés y el mediterráneo-continental del Cinca medio y la depresión del Ebro. Es un clima de montaña, frío y de precipitaciones

irregulares. La precipitación media anual sobrepasa los 1.200 mm en los valles (Fanlo, 1.400 mm), mientras que en la alta montaña sobrepasa los 2.000 mm (Brecha de Roland, 2.083 mm) (VILLAR y BENITO ALONSO, 2001). Las estaciones más lluviosas son la primavera y el otoño, el invierno pasa periodos secos y el verano no, debido a las frecuentes tormentas. Las precipitaciones de nieve son bastante irregulares, comienza a nevar en octubre-noviembre y tras periodos secos nieva entre enero y mayo. La temperatura media anual se acerca a los 5 °C, siendo la oscilación térmica muy acusada (25 °C en agosto / -21 °C en enero). Hiela mucho en altitud (160 días al año) (VILLAR y BENITO ALONSO, 2001). Los topoclimas relacionados con la exposición (umbría-solana), vientos y fenómenos de inversión térmica, modifican las anteriores consideraciones generales.

Vegetación

Siguiendo una zonación altitudinal, distinguiremos varios pisos de vegetación.

1. Piso basal mediterráneo. Representado por el encinar con madroño (*Arbutus unedo*) y durillo (*Viburnum tinus*) en la parte inferior de Añiselo a unos 750 m.

2. Piso montano. Se sitúa entre los 900 y los 1.800 m, posee gran variedad de tipos de vegetación: carrascales, quejigales, bosques mixtos, pinares, hayedos, abetales, pastos mesófilos, vegetación rupícola y prados de siega.

3. Piso oromediterráneo. Se sitúa en las mismas altitudes que los bosques subalpinos y está compuesto por comunidades (pinar de pino negro —*Pinus uncinata*— y pastos basófilos) que ocupan cresteríos o laderas muy soleadas, donde las oscilaciones térmicas son muy acusadas.

4. Piso subalpino. Se sitúa entre los 1.700 y los 2.400 m y está compuesto por pinares de pino negro con diverso tipo de sotobosque, abedulares, pastos supraforestales (cervunales o tascas), fontinales, vegetación rupícola y glareícola.

5. Piso alpino. Se sitúa entre los 2.400 y los 2.800 m. Desaparecen los bosques y dominan los pastos, las comunidades de ventisqueros y las pioneras en suelos pedregosos y rocosos.

6. Piso subnival. Se sitúa entre los 2.800 y los 3.355 m. En este piso domina lo mineral sobre lo vegetal y solo unas cuantas plantas soportan las duras condiciones climatológicas. Las comunidades de las que forman parte se han reunido en la alianza *Androsacion ciliatae* (VILLAR y BENITO ALONSO, 2001).

Áreas de muestreo

Dentro del área de estudio, distinguiremos varias zonas de muestreo, que se ubican en lugares diferentes según cada una de las dos especies.

1. Lagópodo alpino

Los parajes seleccionados se sitúan en tres sectores del PNOMP: Ordesa, Añisclo y Pineta. Son áreas abiertas, situadas entre los pisos subalpino, alpino y subnival (2.300-3.000 m), donde se alternan prados, neveros y rocas.

2. Mochuelo boreal

Los parajes seleccionados se sitúan en tres sectores del PNOMP: Ordesa, Añisclo y Escuaín. Son áreas forestales, situadas en el piso montano y subalpino (1.350-1.950 m), cubiertas por pinares de pino silvestre (*Pinus sylvestris*), abetales y pinares de pino negro principalmente.

METODOLOGÍA

Recopilación de información

Para la realización de este estudio se ha recopilado durante el año 2003 toda la información existente sobre el lagópodo alpino y el mochuelo boreal en el PNOMP, según las fuentes bibliográficas e información inédita. Se han realizado encuestas a personal del PNOMP, naturalistas y montañeros. Con la información recogida de cada una de las especies, se establecieron las diferentes áreas de trabajo o muestreo, donde con la metodología que se explica a continuación se intentaba comprobar la presencia o ausencia de cada una de las especies estudiadas.

Prospección y recogida de observaciones

Para el lagópodo alpino se recorría cada una de las zonas escogidas en bandas paralelas de terreno, separadas entre 15 y 20 metros siguiendo las curvas de nivel (BOUDAREL, 1985). Estas se iniciaron en las cotas altitudinales más bajas, para evitar errores de muestreo (dobles contactos). La progresión se realizó a una velocidad lenta, manteniendo siempre el contacto entre los observadores y la cota altitudinal. En cada una de las prospecciones participaban de uno a cuatro observadores. Tan solo en una ocasión participaron 11 personas. El muestreo se realizó entre abril y noviembre del 2003. Las observaciones se registraron en una ficha donde se anotaba la fecha, paraje, observadores, hora, altitud y las observaciones de ejemplares: número de ejemplares, indicios de presencia, UTM (se utilizó un GPS y mapas del Instituto Geográfico Nacional, escala 1:25.000), altitud...

Para el mochuelo boreal los trabajos consistían en realizar escuchas crepusculares con el fin de contabilizar los machos presentes y ubicar la situación de los ejemplares. Las escuchas se realizaban en silencio y participaban de uno a dos observadores. Únicamente cuando los resultados eran negativos, se procedía a activar el reclamo sonoro grabado en una cinta magnetofónica, con el objeto de provocar el canto de los machos. La cinta se activaba unos 10-15 minutos. El muestreo se realizó entre abril y mayo del 2003. Las observaciones se registraron en una ficha donde se anotaba la fecha, paraje, observadores, climatología, hora, altitud, número de machos territoriales, UTM (se utilizó un GPS y el mapa topográfico a escala 1:25.000 editado por el CNIG, el PNOMP y PRAMES, escala 1:25.000) y características del hábitat.

Análisis espacial

Las distintas variables ambientales y del medio físico con que se ha pretendido disponer de una primera aproximación a la caracterización del hábitat de las especies muestreadas (cálculo de superficies, distancias entre territorios contiguos, idoneidad del hábitat, mosaico vegetal, altimetría y pendientes, etc.), han sido analizadas en el contexto de un Sistema de Infor-

mación Geográfica (SIG) basado en Arc View 3.2 (ESRI, 1999), software del que se han utilizado tanto las herramientas generales de su licencia básica como las utilidades y posibilidad de sofisticados análisis que brindan extensiones específicas como *Spatial Analyst* (tratamiento de datos en formatos ráster: Modelo Digital del Terreno) y *Animal Movement Analyst*, que incorpora herramientas de análisis geográfico-estadístico especialmente indicadas en estudios biogeográficos. Como resultado de los distintos análisis realizados en el SIG se ha obtenido un representativo conjunto de láminas de cartografía temática ambiental integradas en el trabajo «Estudio sobre la situación de las poblaciones de lagópodo alpino (*Lagopus mutus*), perdiz pardilla (*Perdix perdix*) y mochuelo boreal (*Aegolius funereus*) 2003», contratado por el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP) en el 2003.

RESULTADOS

Registro de observaciones hasta 2002

1. Lagópodo alpino

Se recopilan un total de 24 observaciones entre los años 1980 y 2002. Se obtienen ocho citas de la década de los ochenta (33,3%), nueve de la década de los noventa (37,6%) y siete entre los años 2000 y 2002 (29,1%). Por sectores del PNOMP, se ha recopilado una en el sector de Escuaín (4,1%), tres en el sector de Añisclo (12,5%), ocho en el sector de Pineta (33,3%) y 12 en el sector de Ordesa (50%). Se recopilan un total de 18 observaciones directas, en las que se contabilizan un total de 66 ejemplares (36 en los ochenta —54,5%—, 18 en los noventa —27,3%— y 12 entre el 2000 y el 2002 —18,1%—). No hay registros de observaciones del año 2001.

2. Mochuelo boreal

Tan solo se recopila una observación: se escucha un ejemplar el 24-4-2001, en el valle de Ordesa (margen izquierda del río Arazas), en pequeña mancha de pino negro, a 1.750 m (com. pers., J. M. Sánchez).

Prospecciones y observaciones 2003

1. Lagópedo alpino

Se prospectan ocho áreas del PNOMP (29-6-2003 / 3-11-2003), que ocupan una superficie de 485,97 ha, 30,6 km de perímetro y que se encuentran situadas entre la cota altitudinal 2.300 y 2.850 m (Tabla I) (Fig. 2). Se realizan un total de siete visitas, en las que se invierten un total de 45 horas. No se observan ejemplares en ninguna de las prospecciones. Se observan indicios de presencia (excrementos y plumas) en cinco prospecciones (Tabla II). Los indicios se han localizado a una altitud media de 2.640 m (n = 5; rango 2.365 / 2.768 m), en el periodo comprendido entre julio y septiembre. Los localizados en la zona 6 (10-8-2003) fueron los más frescos y recientes de todos los observados. Los ejemplares estuvieron en un área con neveros, un arroyo cercano y fajas con vegetación (*Aster alpinus*, *Trifolium alpinum*, *Borderea pyrenaica*, *Salix pyrenaica*...).

Tabla I. Áreas prospectadas de lagópedo alpino en el PNOMP (2003).

Área	Superficie/ha	Perímetro/km	Altitud/m
Zona nº 1	15,43	1,68	2.450
Zona nº 2	65,87	6,25	2.450/2.550
Zona nº 3	24,27	2,58	2.650
Zona nº 4	25,56	2,18	2.300/2.700
Zona nº 5	94,08	5,16	2.350/2.850
Zona nº 6	103,61	5,96	2.500/2.800
Zona nº 7	112,48	4,89	2.300/2.600
Zona nº 8	20,11	1,90	2.700/2.800

Tabla II. Observaciones de lagópedo alpino (*Lagopus mutus*) en el PNOMP (2003).

Fecha	Área	Nº ej.	Altitud	Observación	Observador
6-7-2003	Zona nº 6	-	2.696	Excrementos	Ó. Díez y C. Vicente
12-7-2003	Zona nº 5	-	2.674	Excrementos	J. A. Gil, Ó. Díez, C. Vicente y J. Rodríguez
12-7-2003	Zona nº 1	-	2.365	Excrementos	J. A. Gil, Ó. Díez, C. Vicente y J. Rodríguez
20-7-2003	Zona nº 2	-	2.600	Excrementos	Ó. Díez y C. Vicente
10-8-2003	Zona nº 6	-	2.652	Excrementos	J. A. Gil y J. Rodríguez
19-8-2003	Zona nº 5	1	2.730	-	M. Nerín
21-9-2003	Zona nº 8	-	2.768	Excrementos	J. A. Gil

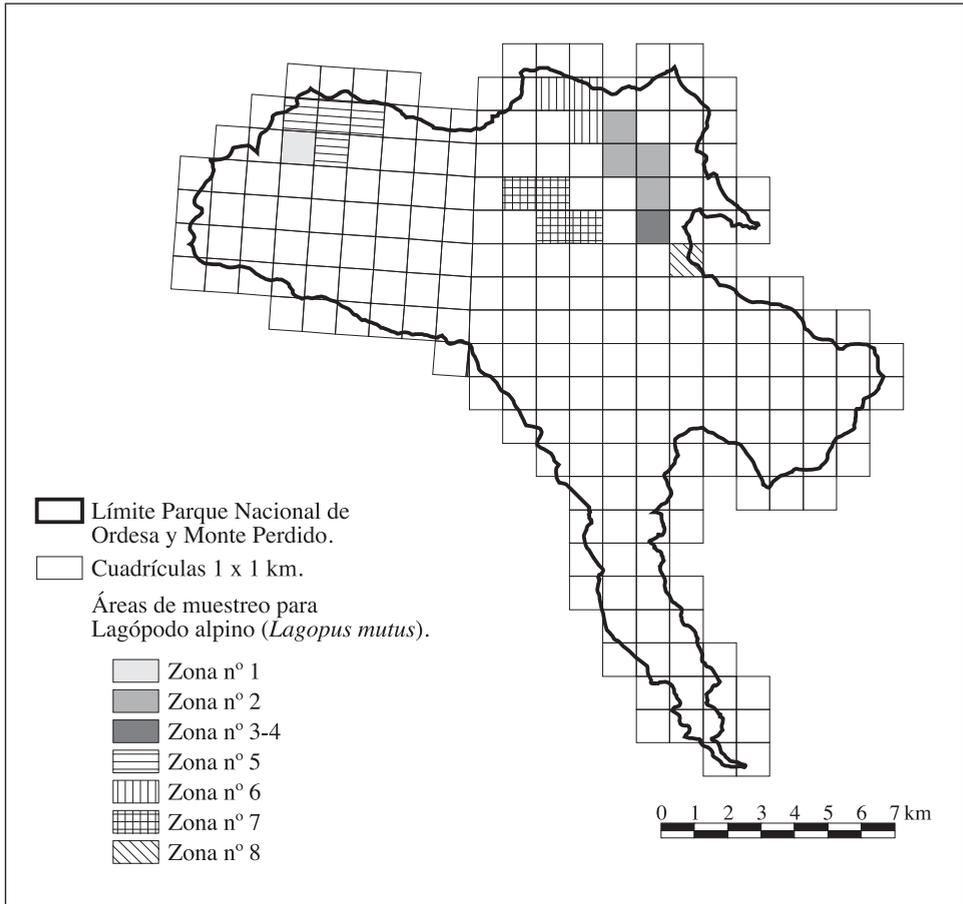


Fig. 2. Datos sobre las áreas prospectadas para lagópodo alpino (*Lagopus mutus*) en 2003.

2. Mochuelo boreal

Se prospectan seis áreas del PNOMP, que ocupan una superficie de 393,24 ha, 26,58 km de perímetro y que se encuentran situadas entre la cota altitudinal 1.350 y 1.950 m (Tabla III) (Fig. 3). Se realizan un total de ocho escuchas, en las que se invierten un total de 70 horas. No se observan ejemplares en ninguna de las prospecciones. Se escuchan ejemplares en cuatro ocasiones (Tabla IV). Las escuchas se han realizado a una altitud media de 1.682 m (n = 5; rango 1.600 / 1.900 m), en el periodo comprendido entre abril y mayo del 2003.

Con el fin de favorecer la nidificación de la especie, durante los años 2002 y 2003 se han colocado 12 nidales, a una altitud media de 1.753 m (n = 12, rango 1.570 / 1.950 m).

Tabla III. Áreas prospectadas de mochuelo boreal en el PNOMP (2003).

Área	Superficie/ha	Perímetro/km	Altitud/m
Zona nº 1	67,71	4,55	1.400/1.600
Zona nº 2	92,37	5,41	1.600/1.800
Zona nº 3	46,04	3,32	1.600/1.670
Zona nº 4	26,98	3,83	1.400/1.780
Zona nº 5	102,82	5,35	1.700/1.950
Zona nº 6	57,31	4,12	1.360/1.400

Tabla IV. Observaciones de mochuelo boreal (*Aegolius funereus*) en el PNOMP (2003).

Fecha	Área	Nº ej.	Altitud	Observación	Observador
7-4-2003	Zona nº 4	1	1.600	Reclamo de alarma	F. Carmena
8-4-2003	Zona nº 4	1	1.600	Reclamo de alarma	F. Carmena
24-4-2003	Zona nº 5	2	1.700/1.900	Dos machos (canto de celo)	F. Carmena
2-5-2003	Zona nº 1	1	1.610	Reclamo de alarma	F. Carmena

Distribución

1. Lagópodo alpino

Con la información recopilada entre 1980 y 2003, se han obtenido datos de presencia de la especie en 16 cuadrículas 1 x 1 km. (Fig. 4). Por décadas se han obtenido registros en seis cuadrículas en los años ochenta, en ocho cuadrículas en los años noventa y en diez cuadrículas del 2000 hasta nuestras fechas (Figs. 5, 6 y 7). En el año 2003 se registran observaciones e indicios de presencia en cinco cuadrículas. La especie en el PNOMP (según la información recogida entre 1980 y 2003), se distribuye principalmente por los siguientes enclaves: Taillón, Marboré, macizo Tres Serols y sierra de las Sucas. Durante la realización del *Atlas de aves de Ordesa y Monte Perdido* (WOUTERSEN y GRASA, 2002), tan solo se obtuvieron datos en dos cuadrículas de 1 x 1 km.

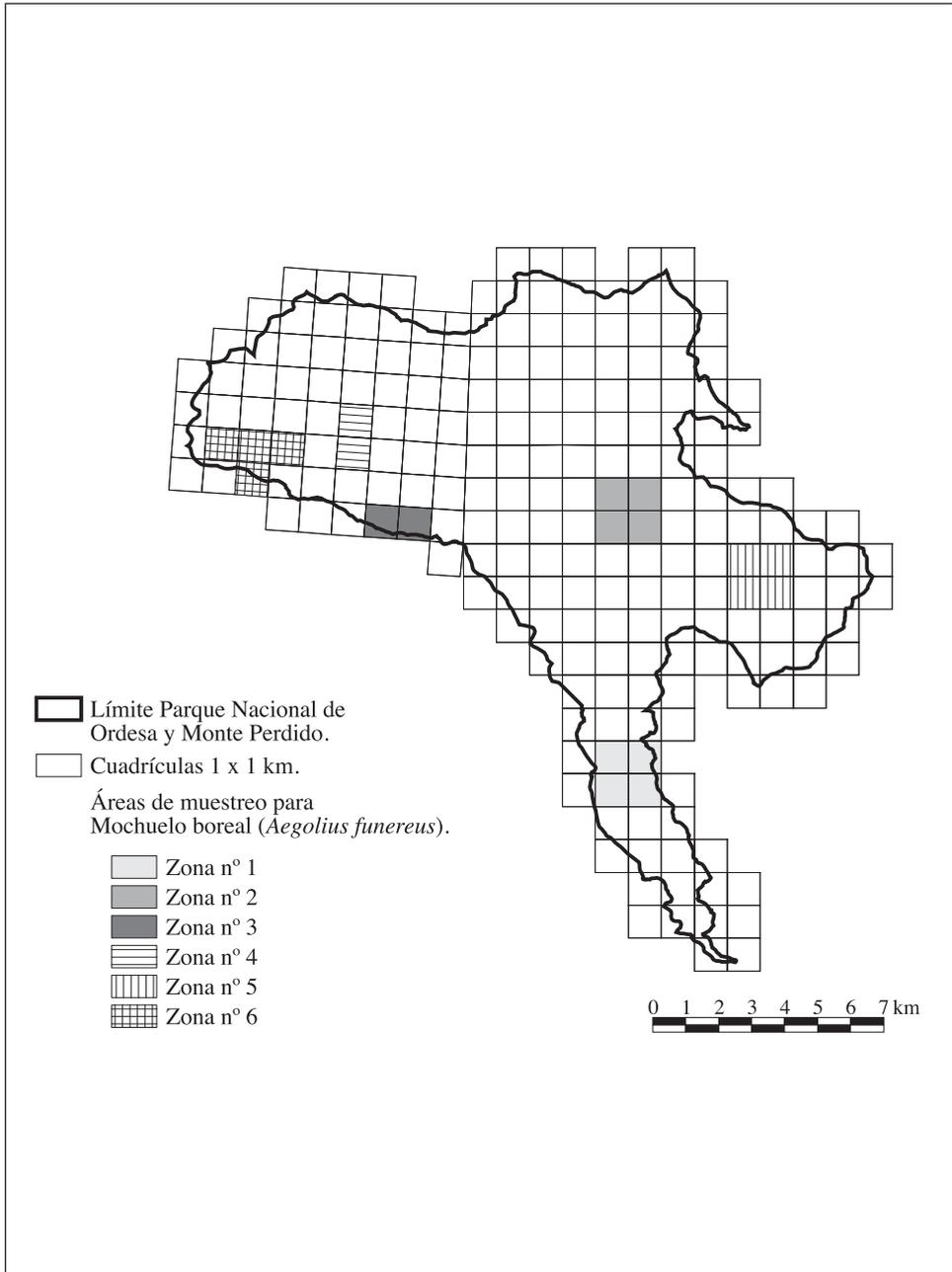


Fig. 3. Datos sobre las áreas prospectadas para mochuelo boreal (*Aegolius funereus*) en 2003.

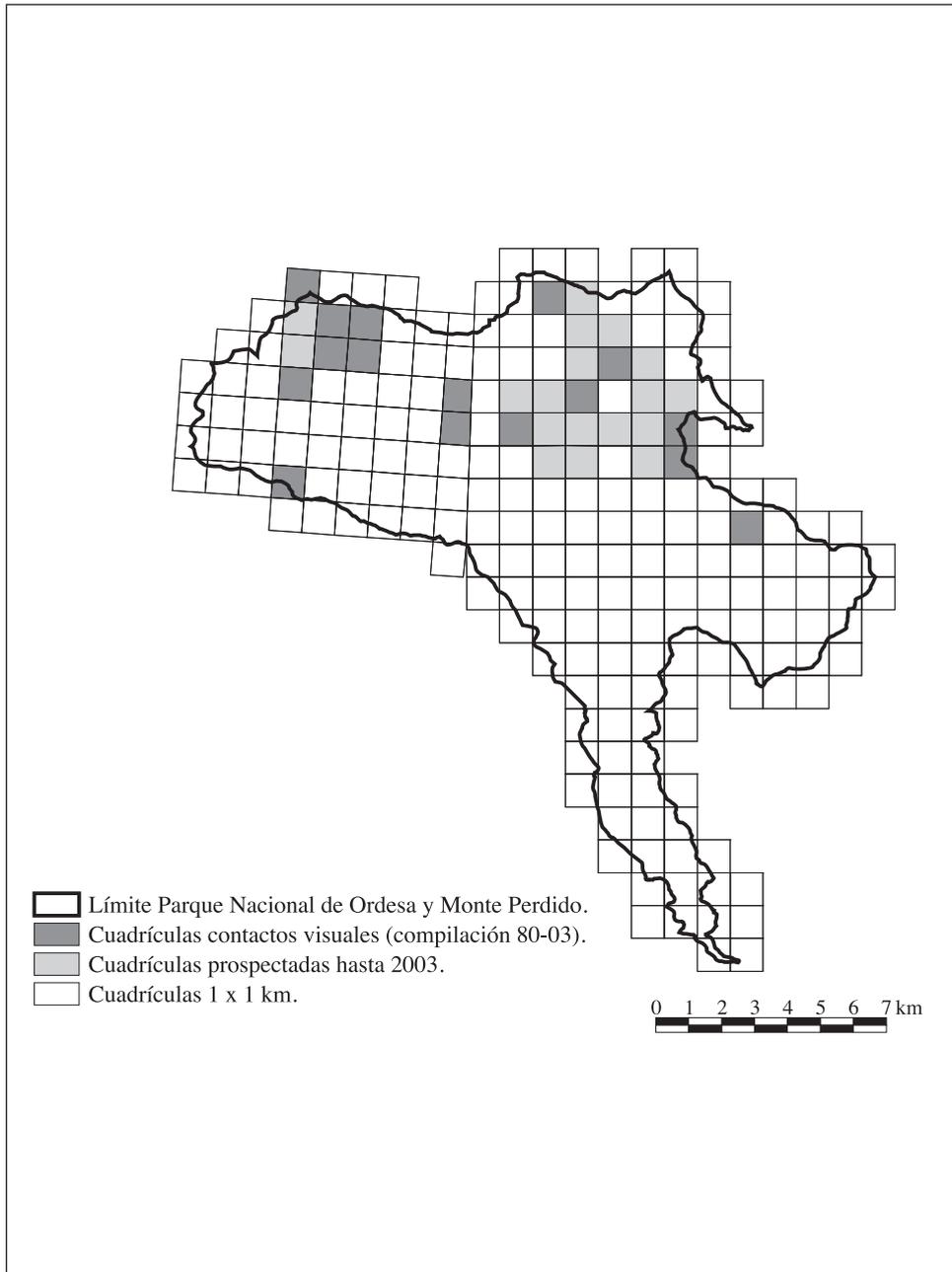


Fig. 4. Datos compilados sobre presencia y total de cuadrículas prospectadas para lagópodo alpino (*Lagopus mutus*) hasta 2003.

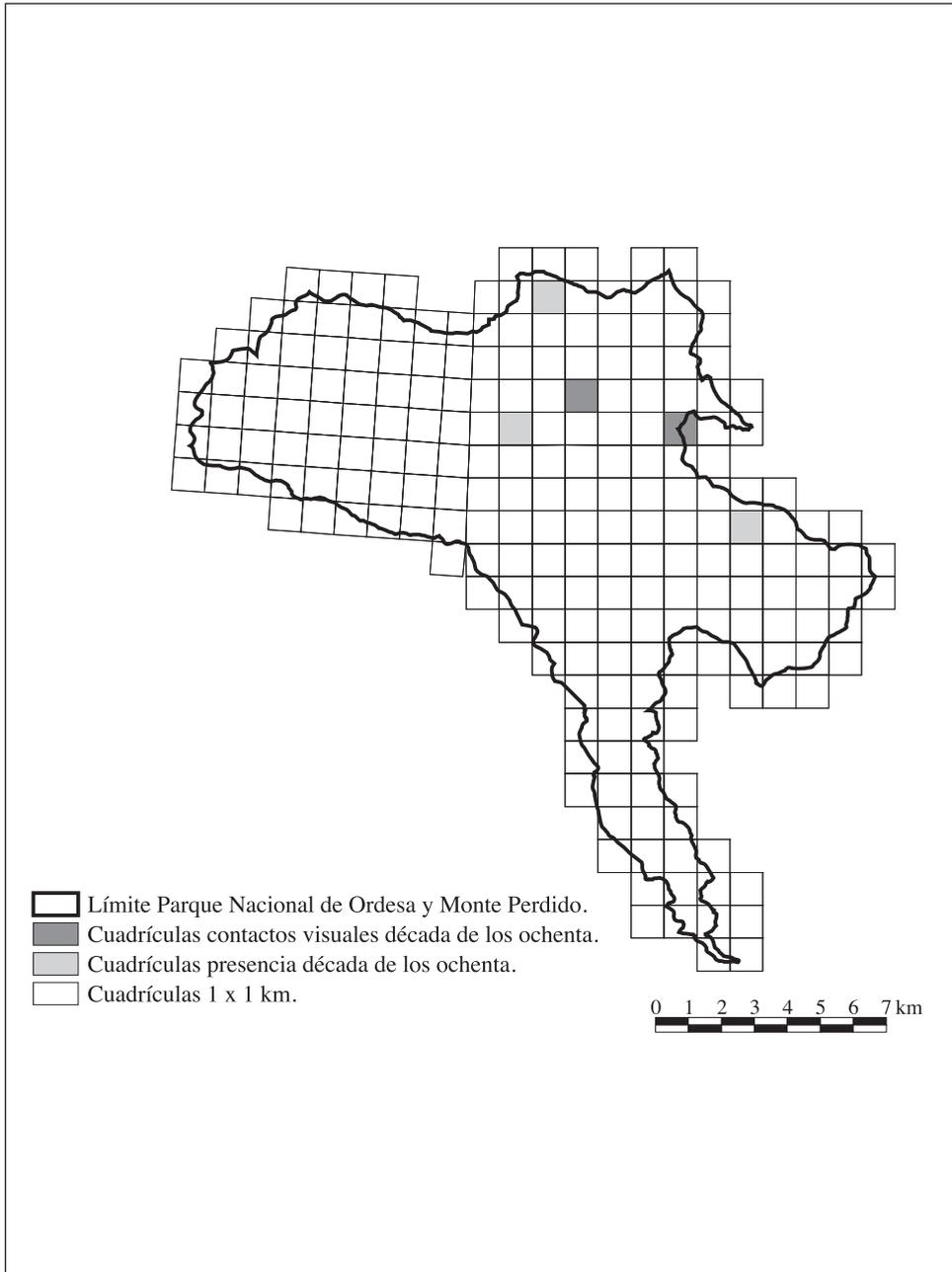


Fig. 5. Datos compilados de presencia de lagópodo alpino (*Lagopus mutus*) antes de la década de los años ochenta.

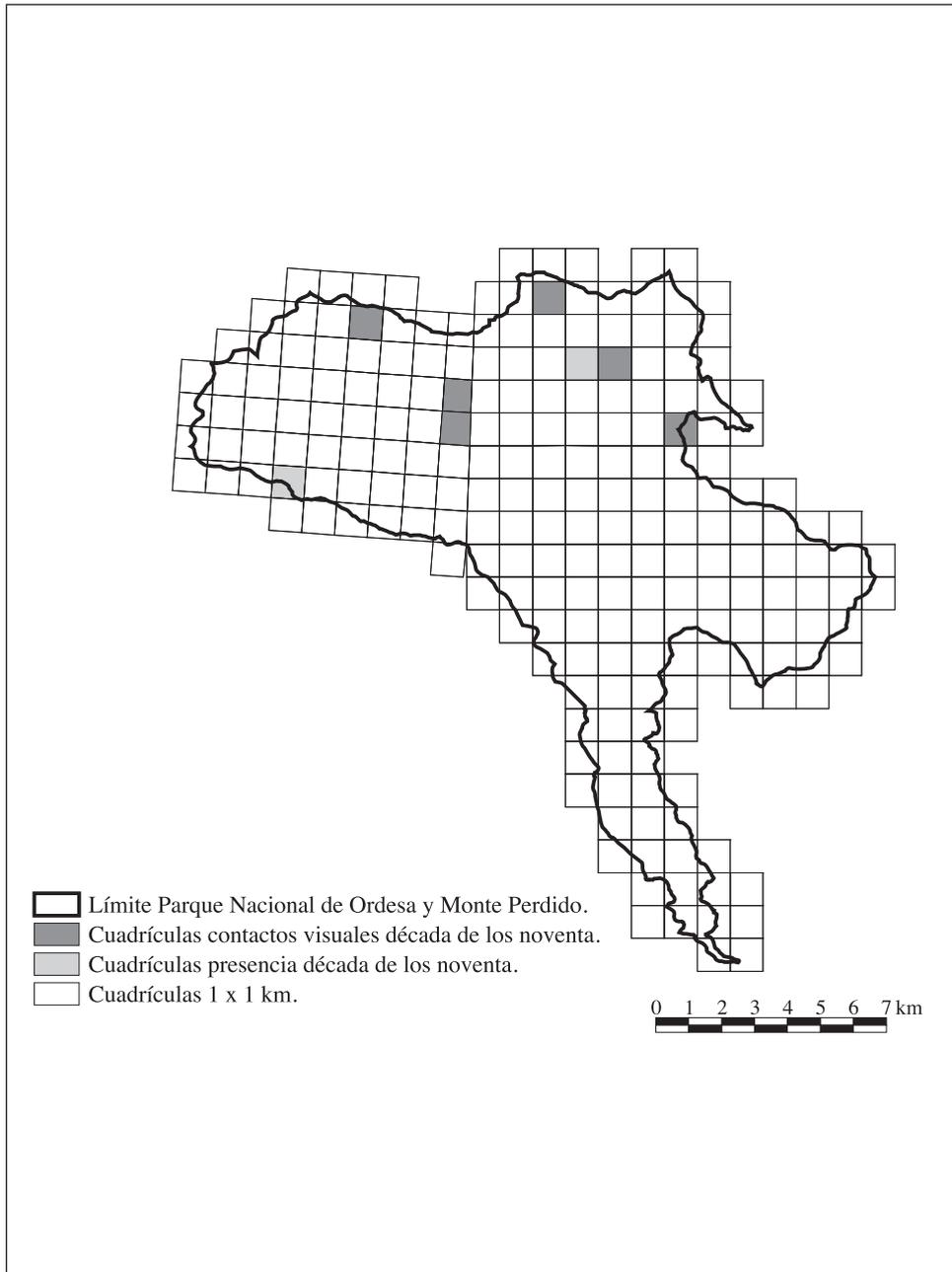


Fig. 6. Datos compilados de presencia de lagópodo alpino (*Lagopus mutus*) antes de la década de los años noventa.

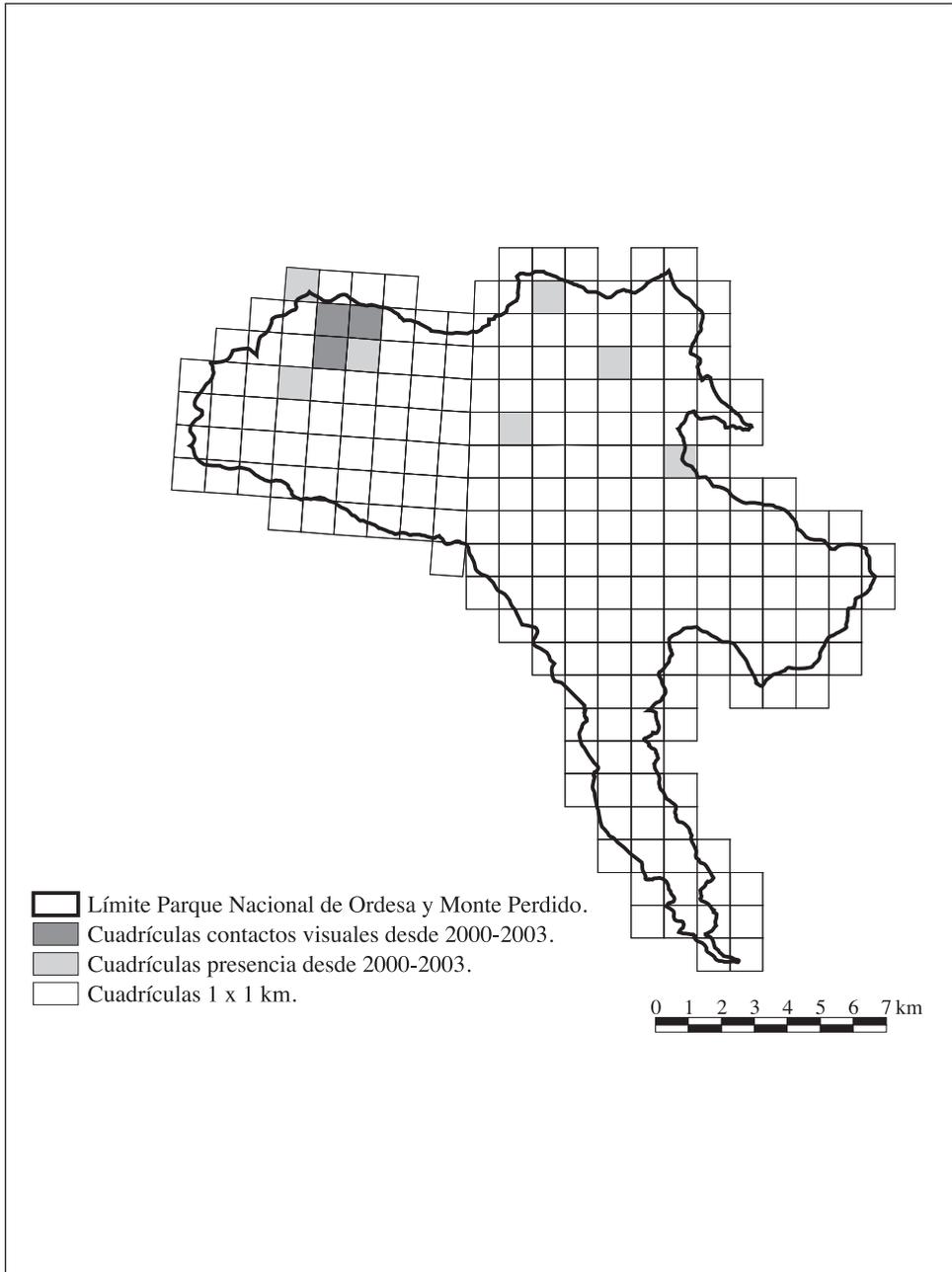


Fig. 7. Datos compilados de presencia de lagópedo alpino (*Lagopus mutus*) en los años 2000 a 2003.

2. Mochuelo boreal

Se han localizado cuatro territorios: uno en el sector de Ordesa, otro en el sector de Añisclo y dos en el sector de Escuaín (Tabla IV). En el año 2001 se localizó otro territorio en el sector de Ordesa. En total se han obtenido datos de presencia de la especie en cinco cuadrículas de 1 x 1 km (2001-2003) (Fig. 8). Los machos de mochuelo boreal no suelen cantar, como media, a más de 150 metros del árbol que han escogido para nidificar (HAYWARD *et al.*, 1993). Otros autores estiman que el tamaño del territorio no suele ser más de 200-300 metros (MEBS, 1966), mientras que el tamaño del territorio de caza es mucho mayor, en una ocasión se encontraron restos de un *Passer domesticus* en el nido de un mochuelo boreal a más de 2 km del pueblo más cercano en el que pudo haber encontrado la presa (KÖNIG, 1969). También en una ocasión se encontraron dos nidos que estaban separados por tan solo 100 m (MIKKOLA, 1983). Se han estimado por cada territorio de mochuelo boreal dos radios, uno de 300 metros y otro de 600 metros. En el primero se ha estimado el doble del radio calculado por HAYWARD *et al.* (1993). Esto se debe a no conocer la situación exacta del ave y, por lo tanto, no poderse determinar la situación del ejemplar con respecto al centro del territorio, pudiéndose encontrar en un extremo del mismo. El segundo radio se ha estimado calculando el doble del máximo que estima MEBS (1966).

La mayor parte de los territorios pirenaicos españoles se ubican en bosques subalpinos (MARINÉ y DALMAU, 2000a; MARINÉ *et al.*, 2002), localizándose la mayor parte de la población en bosques de pino negro (MARINÉ y DALMAU, 2001; SAMPIETRO *et al.*, 1998). El hábitat de reproducción está asociado a hábitats maduros, pero abiertos, con abundante regeneración y claros, presencia de cavidades y de madera muerta en el suelo, tocones y atalayas para cazar (MARINÉ y DALMAU, 1999). Los territorios estudiados ocupan una superficie de 561,34 ha. En estos territorios se ha calculado el porcentaje que cubren las siguientes manchas forestales: pinar negro en piso subalpino (0,21 ha), pinar negro con gayuba (21,87 ha), bosque caducifolio abedul-bosque de ribera (108,05 ha), bosque caducifolio hayedo avellanar bosque mixto (7,70 ha), pinar silvestre-hayedo (48,27 ha) y pinar silvestre poco denso y con erizones (51,13 ha), con respecto al total de la superficie, siendo el bosque caducifolio abedul-

bosque de ribera el que más porcentaje de superficie ocupa, con el 19,24% (Tabla V).

La distancia media de separación entre territorios de mochuelo boreal encontrada en el PNOMP es de 8,9 km ($n = 6$, rango 1,1 km / 13 km). En los cinco territorios estudiados predomina la pendiente de entre 27° y 35° (el 31,2% de los territorios estudiados).

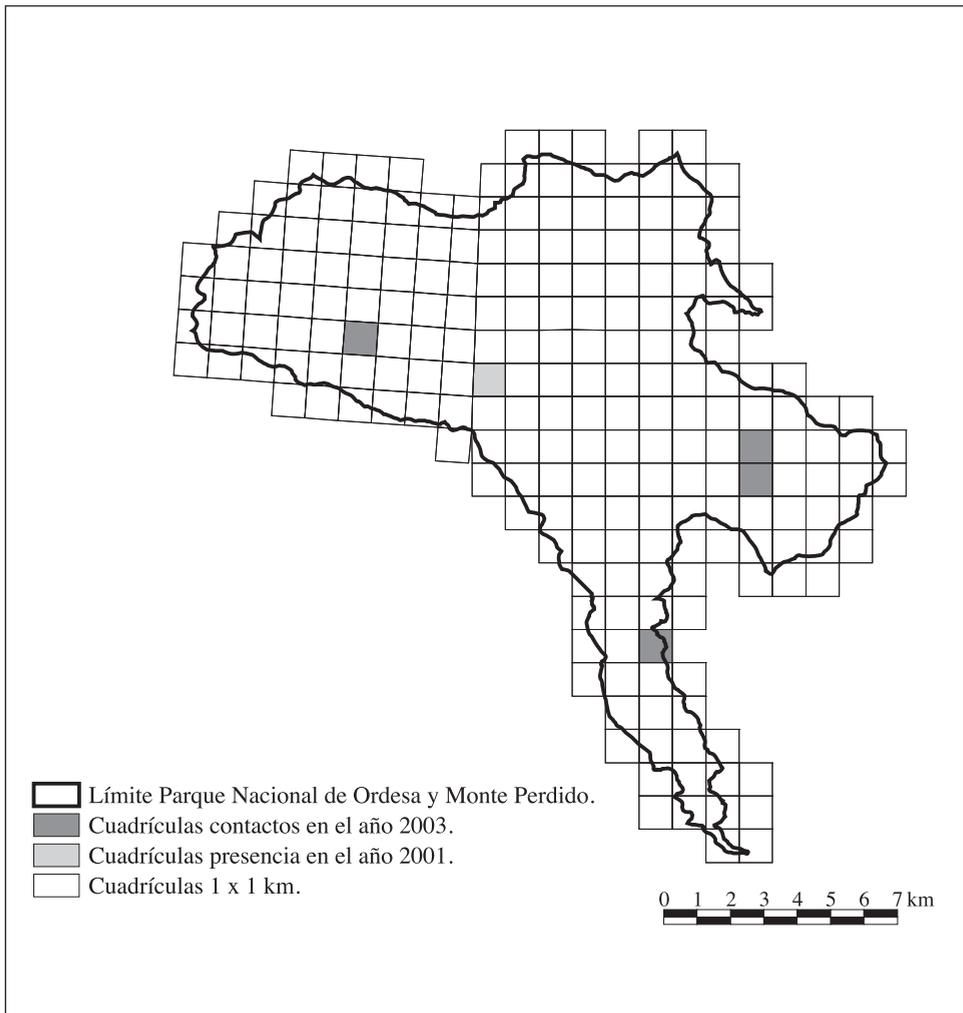


Fig. 8. Datos compilados de presencia de mochuelo boreal (*Aegolius funereus*) en el año 2003.

Tabla V. Porcentaje que cubren seis manchas forestales, con respecto al total de la superficie de los territorios estudiados (radio 600 m).

Cobertura vegetal	% de cada cobertura vegetal por territorio (600 m de radio)
Pinar negro en piso subalpino	0,03
Pinar negro con gayuba	3,80
Bosque caducifolio abedul-bosque de ribera	19,24
Bosque caducifolio hayedo avellanar bosque mixto	1,37
Pinar silvestre-hayedo	8,50
Pinar silvestre poco denso y con erizones	9,60

Población

1. Lagópodo alpino

En el PNOMP se estima una población de lagópodo alpino de entre cinco a diez parejas, en función de la información recopilada en años anteriores y de las observaciones realizadas en el 2003. Posiblemente, los enclaves de Marboré y el Taillón posean el mayor número de parejas.

2. Mochuelo boreal

En función de la información recopilada en años anteriores (una cita en el 2001) y de las observaciones realizadas en el 2003, se estima una población mínima de cinco machos territoriales. Posiblemente existan más territorios de mochuelo boreal en el PNOMP, aunque existe poco hábitat óptimo disponible para la especie: 357,13 ha de pino negro (2,38% de la superficie del PNOMP). En los territorios se han localizado preferentemente manchas forestales dominadas por pino silvestre, que son los bosques que más superficie tienen en el PNOMP: 1.034 ha (6,62% de la superficie del PNOMP). Durante las prospecciones también contabilizaron los territorios de cárabos (*Strix aluco*): siete en el valle de Ordesa y dos en el cañón de Añisclo.

CONCLUSIONES

Lagópodo alpino

La década de los ochenta es en la que se contabilizaron mayor número de ejemplares. En la década de los noventa y concretamente en el sector de Pineta, es donde se realizaron mayor número de observaciones. A partir del año 2000 desciende el número de observaciones. En el 2003 los sectores de Pineta y Ordesa poseen los principales enclaves de la especie: el Taillón y Marboré.

Mochuelo boreal

Hasta fechas recientes (primera observación de la especie en el año 2001), la especie había pasado desapercibida, debido a que no se habían realizado muestreos específicos. Está presente en tres sectores: Ordesa, Añisclo y Escuaín. Ocupa áreas de baja cota altitudinal, con respecto a las utilizadas en el resto del Pirineo y dominadas por pino silvestre, que es el bosque con mayor superficie en el PNOMP. Posiblemente existan más territorios, aunque no existe mucho hábitat disponible para la especie.

Criterios para el estudio y la gestión de las especies objeto del estudio

Con la información obtenida en este estudio y en otros trabajos sobre el lagópodo alpino y mochuelo boreal en la cordillera pirenaica (España-Francia), se sugieren una serie de criterios para el estudio y la gestión de estas dos especies en el PNOMP:

- Llevar a cabo cursos de formación para el personal del PNOMP, sobre diferentes aspectos de las especies: biología, distribución, población, protección, amenazas y metodologías de trabajo.
- Realizar una base de datos específica sobre las especies y un sistema de recogida de información en puntos de interés, para lo cual habría que elaborar fichas.
- Establecer controles anuales en áreas determinadas, para obtener información sobre las especies. Habría que determinar las áreas a prospec-

tar, la información que se quiere obtener (este aspecto condicionaría la época de muestreo) y el personal del PNOMP o externo que puede participar.

— Continuar con los estudios iniciados sobre la distribución de las especies en el PNOMP e iniciar otros trabajos sobre aspectos como la densidad de población y los parámetros reproductivos.

— Zonificar las áreas vitales para las especies e incluirlas en el PRUG del PNOMP.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo lo ha promovido y financiado el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Organismo Autónomo de Parques Nacionales / Ministerio de Medio Ambiente), bajo la dirección de Elena Villagrasa. Queremos agradecer la ayuda prestada por todo el personal del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, y en especial a Fernando Carmena y Julián Rodríguez (Lluri) por la ayuda facilitada en el trabajo de campo y a Manolo Margeli por su asesoramiento en temas cartográficos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEMANY, O. (1989). Situación de la lechuza de Tengmalm en el Pirineo español. *Quercus*, 44: 8-15.
- ANTOR, R. (2002). *Ecología de las comunidades de passeriformes alpinos del Pirineo*. Consejo de Protección de la Naturaleza.
- ARAGÜÉS, A. (1958). Nota sobre el *Trichodroma muraria* en el Pirineo aragonés. *Ardeola*, 4: 190-191.
- ARAGÜÉS, A., y LUCIENTES, J. (1980). *Fauna de Aragón: las aves*. Colección Básica Aragonesa.
- BERNIS, F. (1966). *Aves Migratorias Ibéricas*. Vol. I. Fascículos 1º-4º. Publicación Especial de la Sociedad Española de Ornitología. Madrid.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL / EUROPEAN BIRD CENSUS COUNCIL (2000). *European Bird populations: estimates and trends*. BirdLife International (BirdLife Conservation Series, 10). Cambridge UK.
- BLEACH, M. (1892). *Colección Universal de Animales Insectívoros*. Barcelona.

- BOUDAREL, P. (1985). Recherches préliminaires sur le lagopède alpin (*Lagopus mutus*) dans les Pyrénées occidentales. *Acta Biol. Montana*, I: 146.
- BRENOT, J. F., y NOVOA, C. (2001). *Programme de Recherches sur le lagopède alpin (Lagopus mutus) dans les Pyrénées. Synthèse des travaux 1998-2000*. ONFFS. Inédito.
- CANUT, J.; GARCÍA, D., y MARCO, X. (1987). Distribución y residencia de la perdiz nival, *Lagopus mutus*, en el Pirineo ibérico. *Acta Biol. Montana*, VII: 51-57.
- CANUT, J.; GARCÍA, D., y PARELLADA, X. (1997). Lagópodo alpino (*Lagopus mutus*). En PURROY, F. J. (coord.) (1997). *Atlas de las aves de España (1975-1995)*: 138-139. SEO-Birdlife/Lynx. Barcelona.
- CANUT, J.; GARCÍA, D., y PARELLADA, X. (2002). El lagópodo alpino. *Libro Rojo de las Aves de España*. SEO-Birdlife. En prensa.
- CRUVEILLE, M. H. (1988). Le statut des galliformes de montagne. *Colloque Galliformes de Montagne*: 11-20. ONC. Grenoble, 1987.
- DEL MORAL, J. C., y MARTÍ, R. (2001). *El buitre leonado en la Península Ibérica. III Censo Nacional y I Censo Coordinado, 1999*. Monografía 7. Sociedad Española de Ornitología.
- DEL MORAL, J. C., y MARTÍ, R. (2002). *El alimoche común en España y Portugal (I Censo Coordinado). Año 2000*. Monografía 8. Sociedad Española de Ornitología.
- DÍEZ, Ó. (1989). *Atlas Ornitológico de Aragón, tercera fase 1989, zona: Sobrarbe oriental*. Diputación General de Aragón. Inédito.
- FERNÁNDEZ, C., y AZKONA, P. (1997). *Bases ecológicas, análisis de la situación y plan de recuperación de la perdiz nival (Lagopus mutus pyrenaicus) en Navarra*. Gobierno de Navarra. Dirección General de Medio Ambiente. Inédito.
- GIL, J. A. (1989). *Atlas Ornitológico de Aragón, tercera fase 1989, zona: Sobrarbe occidental*. Diputación General de Aragón. Inédito.
- GIL, J. A., y DÍEZ, Ó. (1994). Aves nidificantes de la comarca del Sobrarbe (hábitat, distribución y estado de conservación). *Revista del Centro de Estudios del Sobrarbe*, 1: 85-134.
- GIL, J. A., y DÍEZ, Ó. (1996). Rapaces raras en Aragón (1971-1994). *Lucas Mallada*, 8: 88-98.
- GIL, J. A.; LORENTE, L.; BÁGUENA, G.; CHÉLIZ, G., y RIVAS, J. L. (2001). *Estudio de la productividad del lagópodo alpino (Lagopus mutus) en el Parque Natural Posets-Maladeta*. Gobierno de Aragón. Departamento de Medio Ambiente. Inédito.
- GIL, J. A.; LORENTE, L.; DÍEZ, Ó., y RIVAS, J. L. (2002). *Estudio de la productividad del lagópodo alpino (Lagopus mutus) en el Parque Natural Posets-Maladeta*. Gobierno de Aragón. Departamento de Medio Ambiente. Inédito.
- GIL, J. A.; LORENTE, L.; DÍEZ, Ó., y BÁGUENA, G. (2003). *Distribución y abundancia de las aves nidificantes, en la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) Posets-Maladeta*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie Difusión.

- HAGEMEYER, E. J. M., y BLAIR, M. J. (1997). *The EBBC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance*. T y AD Poyser. Londres.
- HAYWARD, G. D.; HAYWARD, P. H., y GARTON, E. O. (1993). *Ecology of Boreal Owls in the Northern Rocky Mountains. USA*. Wildlife Monographs, 124: 1-59.
- JOVENIAUX, A., y DURAND, G. (1987). Gestion forestière et écologie des populations de Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*) dans l'est de la France. *Revue d'Écologie de la Terre et la Vie*, supl. 4: 83-96.
- KÖNIG, C. (1969). Sechsjährige Untersuchungen an einer Population des Rauhfusskauzes, *Aegolius funereus* (L.). *J. Orn.*, 110: 133-144.
- KORPIMÄKI, E. (1981). On the ecology and biology of Tengmalm owl (*Aegolius funereus*) in Southern Ostrobothnia and Suomenselkä western Finland. *Acta Universitatis Ouluensis. Series A Scientiae Rerum Naturalium*, 118: 1-84.
- LORENTE, L. (1993). *La perdiz blanca* (*Lagopus mutus*) y *el urogallo* (*Tetrao urogallus*) en el Pirineo occidental aragonés. Gobierno de Aragón. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes. Inédito.
- MARINÉ, R., y DALMAU, J. (2000a). Uso del hábitat de reproducción por el mochuelo boreal (*Aegolius funereus*) en Andorra (Pirineo oriental). *Ardeola*, 47 (1): 29-36.
- MARINÉ, R., y DALMAU, J. (2001). *Estudi sobre la població catalana de mussol pirinenc*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Inédito.
- MARINÉ, R.; BONADA, A., y SAAVEDRA, D. (2002). *Cens de la població de mussol pirinenc* (*Aegolius funereus*) a Catalunya. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Inédito.
- MARTÍ, R., y DEL MORAL, J. C. (2003). *Atlas de las aves reproductoras de España*. Ministerio de Medio Ambiente y Sociedad Española de Ornitología.
- MEBS, T. (1966). *Eulen und Käuze, Strigidae*. *Kosmos-Naturführer*. Franck'sche Verlagshandlung. Stuttgart.
- MIKKOLA, H. (1983). *Rapaces nocturnas de Europa*. Perfils. Llérida.
- PARDE, J. M., y BONAVENTURE, A. (1991). Notes sur le statut et problématique de gestion du Lagopède (*Lagopus mutus pyrenaicus*) en Comminges (Haute-Garonne, France). *Acta Biol. Montana*, 10: 99-108.
- PEDROCCHI, C. (1978). *Las aves de Aragón*. Colección Aragón. Librería General. Zaragoza.
- PEDROCCHI, C. (1987). *Fauna ornítica del Alto Aragón occidental*. CSIC.
- PRODON, R.; ALEMANY, O.; GARCÍA-FERRE, D.; CANUT, J.; NOVOA, C., y DEJAIFVE, P. A. (1990). L'aire de distribution pyrénéenne de la Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*). *Alauda*, 58: 233-243.
- PURROY, F. J. (1970). El pico dorsiblanco del Pirineo. *Ardeola*, 16: 145-158.
- PURROY, F. J. (1973). El vencejo real *Apus melba* en los Pirineos. *Ardeola*, 19 (1): 90-95.

- PURROY, F. J. (coord.) (1997). *Atlas de las aves de España (1975-1995)*. Sociedad Española de Ornitología / Lynx. Barcelona.
- ROCÍN (1997). *Anuario ornitológico de Aragón 1993-1994*. Sociedad Española de Ornitología.
- SAMPIETRO, F. J.; PELAYO, E.; HERNÁNDEZ, F.; CABRERA, M., y GUIRAL, J. (1998). *Aves de Aragón. Atlas de especies nidificantes*. Diputación General de Aragón e Ibercaja. Zaragoza.
- STORCH, I. (2000). *Grouse Status Survey and Conservation Action Plan 2000-2004*. WPA / Birdlife / SSc Grouse Specialist Group. IUCN-WPA.
- VAN DER VLOET, H. (1964). La Chouette de Tengmalm dans les Pyrénées Orientales. L. *Oiseau et RFO*, 34: 64.
- VILLAR, L., y BENITO ALONSO, J. L. (2001). *Memoria del mapa de vegetación actual del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido Escala 1:25.000*. Serie Técnica del Ministerio de Medio Ambiente y CSIC.
- WALLIS, H. M. (1895). *Notes on the bird of the Central Pyrenees*. Ibis.
- WOUTERSEN, K., y PLATTEEUW, M. (1998). *Atlas de las aves de Huesca*. Huesca.
- WOUTERSEN, K., y GRASA, M. (2002). *Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Atlas de las aves*. Huesca.

LOS ALUDES EN EL ALTO ARAGÓN

Emilio LEO FERRANDO¹
José Antonio CUCHÍ OTERINO²

RESUMEN.— El peligro de avalanchas de nieve es alto en la parte norte de la provincia de Huesca durante el invierno y la primavera. El presente trabajo resume la información dispersa sobre avalanchas y víctimas en esta provincia.

ABSTRACT.— *Snow avalanches in the Alto Aragón.* The hazard of snow avalanches is high in the northern side of the Huesca province (Spain) during the winter and spring. The present paper resumes the scattered information on the avalanches and casualties at this province.

KEY WORDS.— Snow avalanches, Pyrenees, Huesca.

INTRODUCCIÓN

La zona norte del Alto Aragón, ocupada por el Pirineo central, tiene un relieve abrupto, constituido por profundos valles excavados por ríos y glaciares. Una parte sustancial de la misma, aproximadamente una franja de unos diez kilómetros que se apoya en la frontera francesa, es propicia a las avalanchas de nieve por la combinación adecuada de altitud, oro-

¹ Subdelegación del Gobierno en Huesca. Unidad de Protección Civil. Plaza de Cervantes, 1. E-22071 HUESCA.

² Escuela Politécnica Superior de Huesca. Área de Ingeniería Agroforestal. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 HUESCA.

grafía e innivación. Ocasionalmente se producen avalanchas en macizos aislados situados más al sur (Oroel, Limes, Telera, Tendenera, Cotiella, Turbón y Guara).

El sector altoaragonés del Pirineo presenta una serie de macizos con altitudes superiores a los 3.000 metros y abundantes sierras con más de 2.000 m. Esta altura, en la zona prepirenaica, solo se alcanza en Guara. La morfología propicia la existencia de laderas y cortados favorables para el deslizamiento de nieve. La orografía está, además, relacionada positivamente con las precipitaciones, en un claro gradiente sur-norte, desde los 600 mm de los Somontanos prepirenaicos a los 2.160 mm del refugio de Góriz. Existe un segundo gradiente de oeste, al disminuir el efecto de las borrascas estacionales de origen atlántico.

En la montaña, parte de la precipitación se realiza en forma de nieve. Esta es anecdótica en verano, donde algunas veces se pintan de blanco las cimas más elevadas. Es mucho más frecuente en las restantes estaciones en la zona de montaña. Incluso en invierno puede alcanzar la Tierra Llana, creando, cuando cuaja, problemas de comunicación.

Sin embargo, sólo en la montaña, por encima de los 1.600 metros la nieve se acumula hasta formar un manto nival que puede superar localmente más de 4 metros. Este manto es temporal en casi todo el Pirineo altoaragonés y desaparece hacia el verano. Solo se mantiene a lo largo de la estación cálida por encima de los 3.000 metros, en zonas de glaciares, heleros y neveros en la actualidad en franca regresión salvo años muy favorables.

TIPOS Y FRECUENCIA DE AVALANCHAS

De forma tradicional se suelen distinguir tres tipos de avalanchas: nieve suelta, placa y fusión, aunque es posible encontrar aludes mixtos, sobre todo en los dos primeros tipos. Todos ellos se dan en el Alto Aragón. Es normal que estas avalanchas transporten hielo, rocas y árboles, además de nieve.

Las avalanchas de nieve suelta, también llamadas de polvo, forman aerosoles de enormes velocidades y muy bajas densidades, temidos por su onda de presión y su facilidad para remontar las laderas que se encuentran

en su camino. Se producen tras fuertes nevadas, cuando el manto recién caído aún no se ha asentado. Aunque no muy frecuentes en el Alto Aragón, entre ellas se puede considerar el alud que afectó al refugio de Respomuso, procedente del pico Frondiellas, el día 8 de febrero de 1996. Posiblemente también sería de este tipo el alud del 2 de febrero de 1986, que afectó a la iglesia de Canfranc-Arañones.

Los aludes de placa son comunes después de fuertes ventiscas, por rotura de placas de nieve venteada que se ha almacenado a sotavento de crestas. Pueden producirse espontáneamente o por sobrecarga debido al paso de esquiadores o montañeros. El alud del Garmo Negro, en marzo del 2001, claramente de tipo placa, dejó una nítida cicatriz rectilínea visible desde el balneario de Panticosa. Del mismo tipo fueron los de Astún, en la noche del 25 de diciembre de 1993.

Aludes de fusión ocurren todas las primaveras, por ejemplo en Canal Roya y sobre la carretera de acceso a la estación de esquí de Astún. Son característicos por su baja velocidad y la formación de típicas bolas o ruedas.

También se han documentado algunas caídas de seracs glaciares, en su mayoría procedentes del rellano inferior de Monte Perdido. Una de ellas ocasionó el fallecimiento, en 1953, de los capitanes Grávalos y Santacruz, así como heridas a dos tenientes de la Escuela Militar de Montaña.

Muchas de las avalanchas se producen en lugares donde ya se produjeron en el pasado y, por lo tanto, es probable que se reproduzcan en el futuro. La frecuencia está ligada a la topografía, a episodios de fuertes nevadas y a las características de la fusión primaveral. Hay aludes con una reconocida periodicidad anual, como el de la entrada del valle de Estós. En otros casos, como el que cayó en Ordesa, por el barranco de A Canal, el 9 de febrero de 1996, se destruyeron árboles con más de 50 años de antigüedad.

A partir del peligro objetivo, provocado por la intensidad de las avalanchas y por la probabilidad de que se desencadenen, existe un riesgo objetivo si en la zona de acción de la avalancha hay una presencia de personas o bienes. Por lo tanto, la presencia del hombre es fundamental para cuantificar este riesgo.

EL HOMBRE EN LA MONTAÑA HASTA EL SIGLO XX

Desde la remota Antigüedad, el hombre se ha adentrado en el Pirineo por diversas razones, en busca de habitación, sustento o refugio. Además, comerciantes, militares, emigrantes y peregrinos han tenido que cruzarlo, no siempre por los lugares o momentos más adecuados.

En general, hasta inicios del siglo xx, las actividades humanas permanentes se han localizado en zonas de relativa seguridad, apoyadas en un conocimiento del territorio obtenido a través de procedimientos de tanteo, error y sentido común. Pastoreo, minería o extracción de madera, en las zonas con riesgo de aludes, se realizaban durante el verano y otoño. Normalmente solo viajeros, fugitivos y comerciantes podían tener razones para cruzar las zonas de riesgo durante el invierno y la primavera.

Las vías más importantes de comunicación transpirenaica, de probable origen prehistórico y oficializadas en las calzadas romanas de los puertos de Palo, Somport y de la Madera, buscaban las zonas más seguras. Probablemente solo se cruzaban en invierno durante los momentos favorables. En todo caso, hay que tener en cuenta los cambios climáticos históricos. UBIETO (1974) señala que la nieve no fue un obstáculo durante la Edad Media, dado que los libros de cuentas de los puertos pirenaicos inscribieron viajeros y comerciantes durante todos los meses del año. Las vías de comunicación más utilizadas contaban con albergues como Santa Cristina del Somport, Secotor en el Portalet, el mesón de Bujaruelo y los hospitales de Benasque y Vielha.

El enfriamiento climático de la Pequeña Edad del Hielo modificó la situación previa, de modo que en pleno invierno solo se arriesgaban aquellos que tuvieran urgentes razones como las huidas, por el Alto Gállego, de Antonio Pérez, en noviembre de 1591, y de Martín de Lanuza, en febrero de 1592. Es posible que al empeoramiento climático se añadiera la modificación desfavorable de las laderas con una creciente deforestación debida a talas abusivas, sobrepastoreo y el empleo sistemático del fuego para formación y mantenimiento de pastos. Sin embargo, al contrario que en los Alpes, no se conocen casos de desaparición de localidades achacables a este cambio climático, aunque debieran estudiarse las referencias sobre la desaparición de un poblado medieval en Arañones y el origen del topónimo de Vilamorta en el alto valle de Benasque.

Durante la Edad Moderna, salvo necesidad, se evitaba la nieve. Así, en 1794, Francisco Zamora escribe que la comunicación entre los valles de Benasque y Gistau se realizaba en verano por la collada de Sahún. Sin embargo, en invierno era frecuente dar un largo rodeo incluso hasta San Beturián (BUIL, 1997). Este mismo autor, buen observador, describe los efectos de las avalanchas en el Escalar del balneario de Panticosa y las dimensiones del alud de la entrada de Estós.

El empeoramiento de la situación afectó especialmente al hospital de Benasque, situado en zona de alto riesgo, y que ha tenido, al menos, tres ubicaciones distintas por destrucciones sucesivas. En 1789 una avalancha destruyó un primitivo hospital. Reconstruido en otro lugar, volvió a ser asolado, con el resultado de cinco muertos el día 5 de enero de 1826. En fecha posterior, hacia 1882, debía ser rehecho debido al efecto de diferentes aludes (JUSTE, 1991).

Problemas similares sucedieron en la vertiente francesa que, posiblemente, sufrió más que la meridional. Así, por ejemplo, en febrero de 1600 el hospital de Heas fue arrasado por una avalancha que mató a 21 personas. En el mismo valle de Barèges, la localidad de Saint Martin fue destruida al año siguiente por una avalancha (BRIVES, 2000). También Gavarnie sufrió avalanchas durante el siglo XVIII.

A comienzos del siglo XIX se dulcificaron las condiciones invernales. El comercio legal, el control del «ilegal» (contrabando) y la búsqueda de ganado aislado por nevadas extemporáneas parecen ser las razones más habituales para transitar por zonas de riesgo. Así, un alud sorprendió a cinco ansoanos en marzo de 1890 (BUESA, 2000). En diciembre de 1890, *El Pirineo Aragonés* recoge: «un gran lurte de nieve, que al caer cogió a dos infelices carabineros que se hallaban prestando servicio en las inmediaciones de la frontera. Uno de ellos quedó sepultado entre la nieve y el otro gravemente quebrantado».

EL SIGLO XX. INFRAESTRUCTURAS Y DEPORTE

Hasta el siglo XX, la montaña pirenaica vivía en una economía de auto-subsistencia, apoyada en la trashumancia y la emigración. Esta situación se modificó profundamente cuando, a mediados del siglo XIX, se iniciaron

obras de infraestructuras de diverso tipo: carreteras en los valles principales, en especial la del Somport, ferrocarril de Canfranc, balnearios de Panticosa y Benasque, centrales hidroeléctricas, líneas eléctricas, etc. Con independencia de su incidencia sobre el entorno humano y físico de la montaña, hay que reseñar que muchas de estas infraestructuras se encuentran o cruzan por zonas de peligro de aludes.

A principios del siglo XX, con la mejora de las comunicaciones se inicia un nuevo uso de la montaña: el deporte. El montañismo se populariza desde fines del siglo XIX. En 1916 se inaugura el refugio de La Renclusa y ya en 1920 hay referencias de esquí en Candanchú.

Al aumentar la presencia humana aumentó sensiblemente el riesgo. El incremento de este se traduce en la multiplicación de incidentes, accidentes, daños y víctimas, que han dado lugar a una amplia y dispersa información sobre el tema. Además de notas periodísticas, informes técnicos, atestados policiales y otros trabajos sectoriales, es necesario tener en cuenta el informe encargado en 1996 por la DGA y los trabajos de LEO (2000), RODÉS (1999) y SÁEZ-ALAGÓN (1993, 1994).

Sin embargo, hasta el presente se carece de una síntesis de la información existente que, en el presente trabajo, se cierra en julio del año 2004. Las afecciones a las infraestructuras y servicios se han organizado por valles, y se ha diferenciado de los problemas a la práctica deportiva, especialmente montaña y esquí fuera de pista.

AFECCIONES A LAS INFRAESTRUCTURAS

Valles de Ansó y Hecho

Los valles más occidentales del Alto Aragón, a pesar de tener menor cota que los situados al este, tienen una mayor innivación durante las borrascas atlánticas. Hasta el presente, los problemas por aludes se concretan en aislamientos de destacamentos militares en el cuartel de la Mina, en Oza, y de deportistas en el refugio de Zuriza. En este último quedaron aisladas 26 personas en enero de 1997 por un alud caído desde Peña Ezcaurri, en el estrecho del Castillo. Fuertes lluvias en febrero del 2003 provocaron, de nuevo en Zuriza, un alud de nieve, rocas y árboles.

Tabla I. Listado de avalanchas en Ansó y Hecho.

Fecha	Localidad	Lugar	Hora	Daños
02/02/1986	Hecho	La Mina		Carretera cortada
03/01/1997	Hecho	Oza		Carretera cortada
03/01/1997	Ansó	Zuriza		Carretera cortada
02/03/2001	Ansó		p. k.12 13:15	Carretera cortada
26/02/2003	Ansó	Zuriza		Carretera cortada

Los valles del Osia (Aragüés del Puerto), del Estarrún (Aísa) y del Lubierre (Borau) no tienen tanto desarrollo en la zona alta como los anteriores. En la cabecera del segundo, afectando a la pista asfaltada de Aísa a Rigüelo, hay señalado un alud de caída anual en la canal del Bozarruego.

Valle del Aragón

El alto valle del Aragón, entre su nacimiento y Jaca, es una de las zonas donde los aludes han tenido bastante incidencia debido a la presencia de una serie de infraestructuras y vías de comunicación. Los diversos incidentes se han estructurado en función de cada una de ellas.

1. Estación de esquí de Astún

Iniciadas sus actividades en la década de los setenta, esta estación se encuentra en un valle desprovisto de vegetación y propenso a las avalan-

Tabla II. Avalanchas más importantes en el valle de Astún.

Fecha	Daños	Aislados	Víctimas
20/01/1978	Sepultado parte del aparcamiento		
09/02/1978	Sepultado parte del aparcamiento		
22/03/1985	Pistas		1 muerto
10/02/1986	Afección de edificios		
12/12/1990	Afectado el aparcamiento		
25/12/1993	Hotel Europa y edificio Sarrios	Carretera cortada 90	
04/02/1994	Carretera cortada. Arbolado	105	
08/02/1996	Hotel Europa y edificio Sarrios		
04/01/1997	Evacuación preventiva de edificios		
17/03/2002	Pistas		1 ilesa

chas. En la zona se han construido diversas defensas tipo diques vacíos, rastrillos y repoblaciones forestales. Además, la estación controla el riesgo en sus pistas con personal y medios técnicos.

El incidente más aparatoso se produjo en la medianoche del 25 de diciembre de 1993, cuando un alud procedente de la ladera sur del Pico Escalar, e iniciado por debajo de una zona de rastrillos, entró por la parte trasera del Hotel Europa y del edificio de apartamentos Sarrios, construido en apoyo sobre la ladera. La nieve entró a la altura del sexto piso y descendió por la caja de la escalera hasta la planta baja causando únicamente daños materiales.

En esta estación son numerosos los practicantes de *snowboard* que salen fuera de las zonas de nieve tratada para esquiar en nieve virgen. Se han documentado varias avalanchas provocadas por este tipo de deportistas a los que no parece importar el riesgo de ser alcanzados por las mismas.

2. Puerto del Somport

Cruzado ya por una calzada romana, desde la época medieval el valle del Aragón se configura como la principal ruta terrestre aragonesa transpirenaica, como parte esencial de la rama occitana del Camino de Santiago. En apoyo de los peregrinos existió el hostel de Santa Cristina, cuyos restos se encuentran en las cercanías de la urbanización de la estación de esquí de Candanchú.

En la zona española, el área de mayor riesgo la constituye el estrecho paso desde Candanchú hasta Rioseta, entre los montes del Tobazo y La Raca. Allí, el puente de «El Ruso» recuerda el apodo del caminero Domingo Betés quien, a fines del siglo XIX, salvó muchas vidas de viajeros. Varios aludes importantes descienden regularmente sobre la carretera. El 2 de marzo de 1916, «durante un terrible temporal de nieve, un enorme alud de nieve fresca destruyó algunos edificios del llano de los Arañones y la casilla de camineros del Ruso, pudiendo salvarse los que la habitaban gracias a las operaciones de rescate de los trabajadores que allí se encontraban» (SÁEZ-ALAGÓN, 1994). Un alud grave, procedente del Tobazo, alcanzó en 1947 a varios militares, falleciendo el comandante Herrero. El hecho está recogido en una placa, junto a la carretera.

La mejora de la nacional 330 ha supuesto la construcción de diversos diques de desvío y contención, rastrillos y galerías así como la instalación de varios Gazex (LÓPEZ-GUARGA y MIJANGOS, 1994). Estas últimas medidas de tipo activo han sido utilizadas en abril de 1994 y en las noches del 2 y 5 de febrero del 2003.

Tabla III. Aludes más importantes en el puerto del Somport.

Año	Localidad	Origen	Daños	Víctimas
05/02/1947	Rioseta	Tobazo		1 muerto, 2 rescatados
04/02/1994	Candanchú	Raca	Carretera	

3. Estación de esquí de Candanchú

La estación de esquí de Candanchú, pionera en este deporte en el Pirineo del Alto Aragón, inició actividades en las primeras décadas del siglo XX, en las proximidades del antiguo refugio jacobeo. Con el tiempo, la estación ha experimentado varias ampliaciones de superficie esquiable y un importante crecimiento urbanístico que incluye las instalaciones de la Escuela Militar de Montaña.

La urbanización se apoya en una modesta ladera que desciende de la loma fronteriza. En general no ha habido problemas, excepto en una zona cercana al paso fronterizo, donde se construyeron unas barreras de redes, en una ladera actualmente recubierta por una repoblación forestal.

En la zona esquiable existe mayor riesgo de avalanchas, controlado por el personal de la estación, dado que se apoya en la topografía accidentada de Tobazo, Aspe y Zapatilla. Un problema complementario son los esquiadores que salen fuera de las pistas de la estación. En el paso de Tortiellas, a las 10:30 de la mañana del 19 de enero de 1985, 12 esquiadores y su monitor cortaron una placa. Murieron cinco alumnos y el instructor. Otros tres resultaron heridos, dos de ellos de gravedad. Al día siguiente murió otro esquiador en La Rinconada. El 2 de abril del 2000 se produjo una avalancha que alcanzó a una persona que resultó ilesa.

La cartografía de las zonas de probables aludes en esta zona ha sido realizada por SÁEZ-ALAGÓN (1993).

4. Arañones

A partir de 1880 se toma la decisión de realizar una conexión ferroviaria internacional a través de los valles del Aragón y Gave de Aspe. El proyecto suponía la construcción de una estación internacional, que se decidió ubicar en la zona de Arañones, descartando por razones políticas un posible emplazamiento, más seguro, en Villanúa. Esta decisión implicaba actuar en una zona de reconocido riesgo de avalanchas de nieve. En 1901, un alud del torrente Estiviellas cortó el cauce del Aragón durante día y medio. En agosto de 1904 se firmó un convenio hispano-francés por el que España se comprometía a garantizar la seguridad de la estación internacional. Era el comienzo de las actividades de la 6ª Brigada del Servicio Hidrológico Forestal, donde destacaron las ideas y proyectos de la familia Ayerbe (Benito, Pedro y José María), Florentino Azpeitia, Herminio Estéfano y otros muchos ingenieros de Montes, auxiliados por la guardería y los trabajadores forestales (SEXTA DIVISIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL, 1922; MARTÍNEZ FALERO, 1946; PÉREZ-URRUTI, 1948; GARCÍA-NÁJERA y DE AYERBE, 1962; GONZÁLEZ-ROMERO, 1993; MUÑOZ, 1988; MARRACO, 1999; FÁBREGAS y FÁBREGAS, 2001; TARAZONA, 2002).

Las obras han protegido la estación y el núcleo de población que se ha generado en su entorno, reforzado por el abandono parcial de la localidad de Canfranc, tras su incendio en la década de los cuarenta. Las defensas, aunque desigualmente mantenidas y el bosque reimplantado controlan las avalanchas de dimensiones moderadas. Sin embargo, se presentan situaciones de peligro debido a aludes de polvo de grandes dimensiones, encauzados en una serie de torrentes, algunos de los cuales se listan en la tabla III.

El más importante es el torrente Estiviellas, en cuyo cono final se ha ubicado la actual iglesia de la localidad. Destruída la primitiva situada en la zona inferior de la localidad, en la década de los sesenta se construye una nueva proyectada por Miguel Fisac, en el ya citado cono de deyección. El 2 de febrero de 1986, un gran alud de nieve polvo provocó grandes destrozos en esta iglesia. Un segundo alud, en la nochebuena de diciembre de 1993, provocó gran inquietud a quienes se encontraban en el interior de la iglesia (SÁEZ-ALAGÓN, 1994).

Parte de los aludes detectados, de tipo polvo, y conocidos como «nieves volantes» parecen originarse en el desplome de grandes cornisas construi-

das por el viento, especialmente en la zona de Lecherines. Al pie de este se ha perforado el nuevo túnel del Somport, en las proximidades del torrente Secras del que se conocen importantes aludes en 1916, 1944, 1965 y 1977. Recientemente se ha construido un complejo sistema de defensas con estaciones meteorológicas, cámaras de vídeo, disparadores automáticos tipo Gazex y pantallas viravientos móviles en la cresta venteada de Lecherines (LÓPEZ-GUARGA y SARASA, 2000). Estas medidas también se utilizaron durante las fuertes nevadas del invierno del 2003.

Tabla IV. Listado de grandes avalanchas en Arañones.

Año	Localidad	Origen	Daños	Víctimas
1901	Arañones	Estiviellas		
24/02/1915	Arañones		Edificios	Un herido
04/03/1916	Arañones	Estiviellas	Edificios	
1954	Arañones		Bosque	
1962	Arañones	Estiviellas	Dique	
1970	Arañones	Epifanio	Vagones	
02/02/1986	Estiviellas	Estiviellas	Iglesia	
25/12/1993	Estiviellas	Estiviellas	Iglesia	

En el resto de la cuenca del Aragón, se han registrado avalanchas en otras zonas. En la entrada de Canal Roya, en enero de 1938, tres hombres de la 1ª Compañía de Esquiadores del Valle de Tena fueron alcanzados por un alud que mató a uno de ellos mientras se dirigían hacia Sallent de Gállego desde Canfranc. En 1935 se registró un corte del ferrocarril por una avalancha entre Castiello y Villanúa. *El Pirineo Aragonés*, siempre atento a este tipo de acontecimientos, registra, en marzo de 1883, una avalancha en Peña Oroel cerca de Barós, y en 1978 otra, que descendió del Rapitán y afectó al abastecimiento de agua de Jaca.

Alto valle del Gállego

Vecino, pero con características diferentes al del río Aragón, el alto valle del Gállego, de la cabecera hasta Biescas, presenta algunas zonas favorables para el desarrollo de avalanchas. Hay que destacar, por el contrario, que amplias zonas del valle tienen una topografía suave.

1. Estación de esquí de Formigal

La estación de esquí de Formigal comienza sus actividades a principios de la década de los sesenta, estando separadas las pistas de la urbanización por el cauce del río Gállego.

La estación de esquí, que se apoya entre los picos de Tres Hombres y Anayet, dispone de los correspondientes medios humanos y materiales para el control de aludes. Además, la ampliación hacia la zona de Anayet ha obligado a construir sistemas de defensas visibles desde un telesilla. En el pasado, sin embargo, hubo avalanchas en sus pistas. El 19 de enero de 1985 se rescató a una persona ilesa en Tres Hombres. Años más tarde, el 9 de marzo de 1991, Federico Laguna, monitor de esquí, murió al cortar una placa en una zona cerrada al público por riesgo de avalanchas. Otras seis personas y una máquina pisapistas estaban en la zona. El monitor citado y la máquina con su operador fueron arrastrados.

2. Valle del Aguas Limpias

Afluente del río Gállego en Sallent de Gállego, su cabecera se encuentra en un amplio circo, entre los picos de Infiernos, Facha y Moros (Balaitous), con más de 3.000 m. El desagüe se produce a través de una estrecha garganta, el Paso del Onso, situado entre Llano Cheto (al pie de Arrieles) y la central hidroeléctrica de La Sarra.

Es una zona muy propicia a los aludes, en especial, entre Respomuso y La Sarra, de modo que el camino invernal más seguro pasa a través del collado de Musales. Tampoco está libre de problemas, como testimonian los retorcidos restos de las pilonas del teleférico de obras.

En Respomuso existía un primer refugio de montaña (Alfonso XIII) construido por la Sociedad Peñalara en las primeras décadas del siglo xx. Posteriormente, se construyó un segundo refugio, de complicada historia y discutida ubicación. Un alud procedente del pico Frondellas, el día 8 de febrero de 1996, ocasionó cuantiosos daños. Afortunadamente sus cinco ocupantes resultaron ilesos. En la actualidad, se ha redactado un costoso proyecto de defensas contra aludes. De forma preventiva se ha decidido el

cierre invernal de este refugio desde el invierno de 2001/2002. Además, se plantea la alternativa de construir otro refugio en un lugar más seguro.

Asociados a este refugio se han producido varios accidentes invernales con víctimas. El más importante afectó, en 1995, a seis jóvenes vascos cuando descendían del refugio hacia Sallent. El rescate de los cuerpos fue largo, laborioso y peligroso, localizándose el último cuerpo a finales del mes de mayo. Dos montañeros aragoneses murieron en el camino de Arrielles, en noviembre del 2000. El 26 de febrero del 2001, desaparece, en la misma zona, un solitario montañero zaragozano cuyo cuerpo se recupera meses más tarde, entre los restos de una avalancha. Se considera, sin embargo, que sufrió un accidente de esquí, al intentar descender por una ladera muy abrupta.

La central de La Sarra, actualmente protegida por una serie de defensas, sufrió una avalancha el 28 de enero de 1972, que ocasionó importantes daños en el parque de superficie de la subestación eléctrica.

3. Balneario de Panticosa

Enmarcado en un precioso circo glaciar, el balneario de Panticosa, situado a casi 1.700 m, es un importante recurso turístico y termal del Alto Aragón. Junto con la Estación Internacional de Canfranc-Arañones es una de las zonas más conocidas y estudiadas de la provincia de Huesca en lo que se refiere a aludes, tanto en la ubicación del establecimiento como en sus accesos.

Situado en el fondo de una cubeta, rodeado por picos que alcanzan los 3.000 metros, con escarpadas pendientes casi desprovistas de arbolado, el balneario se encuentra en una zona de alto riesgo. A pesar de ello, dado que el balneario estaba prácticamente deshabitado durante la época de mayor innivación, los datos sobre avalanchas son fragmentarios. En época reciente se tiene constancia de la realización de varios estudios, entre ellos el de SÁEZ-ALAGÓN (1994).

En la noche del 22 al 23 de febrero de 1915, durante una gran crisis de nieve en todo el Pirineo, una avalancha de nieve polvo desde el circo de Arna-

les-Argualas destruyó la Casa de la Pradera, dañó el Casino, los hoteles Continental y Embajadores y un garaje. Las imágenes que presenta BIARGE (1988) son suficientemente ilustrativas. El 7 de marzo de 1917, dos grandes aludes que descendieron del lado de Brazatos, destruyeron la Casa de la Laguna y la tercera planta del edificio de los Baños Antiguos. En 1986 un nuevo alud de la zona de Argualas dañó diques, destruyó árboles y llegó hasta la pradera.

Situado al oeste del balneario, el barranco del Serrato es un conocido canal de avalanchas que enfocan sobre la central eléctrica, situada en la orilla derecha del río Caldarés. Esta dispone de una gran cuña antialudes de forma asimétrica. Aunque existen varios rastrillos en la trayectoria, se han producido avalanchas en 1950, 1953, 1980, 1985 y 1996.

El acceso desde el pueblo de Panticosa a lo largo del río Caldarés, conocido como el Escalar, es también conocido por sus avalanchas. La mayor parte de ellos caen en la orilla opuesta a la carretera. Sin embargo, en el último tramo lo hacen directamente sobre la calzada. Se tienen datos inconcretos de 1946 y 1952. El 1 de abril de 1971 fueron sepultados tres operarios de una brigada de cinco personas que trabajaban en la limpieza de nieve en la carretera. Murieron Enrique Abós Arnal y Ramón Laguna Laguna. José Castán Mainer quedó enterrado durante varias horas dentro de la quitanieves, hasta ser rescatado con vida. Como consecuencia de la recuperación del balneario de Panticosa se ha construido una nueva galería en la carretera, cerca de la embotelladora, y se han instalado varios GAZEX en la ladera del pico Argualas.

En la zona más afectada de la carretera se construyeron varios diques vacíos y tres galerías que no han evitado que la carretera se volviera a cortar el 7 de febrero de 1976 y en 1986. El 7 de febrero de 1996, quedaron aisladas 61 personas. El 2 de marzo del 2001, fueron 40 personas, por un alud en las Viseras. Tres días más tarde, el alud de La Rosa alcanzó la calzada frente a la embotelladora de agua. El reciente invierno 2002-2003 provocó varios aislamientos del balneario. El más importante se produjo en febrero de 2003, cuando 48 personas, en su mayoría trabajadores de las obras de rehabilitación del balneario, permanecieron aislados durante varios días hasta ser evacuados el día 13 del mismo mes.

4. Estación de esquí de Panticosa

En la zona de la estación, situada al pie del Mandilar, se han producido algunas avalanchas a partir de placas de viento. En 1991 el alud de Fobas destruyó una caseta de telesquí. El 23 de enero de 1996 otro alud también produjo daños en la estación.

5. Telera

Los abruptos paredones de la cara norte de Telera, recorrida por empinados corredores, son muy favorables a las avalanchas. Cabe reseñar el accidente que enterró, en febrero de 1913, a un vecino de Tramacastilla, cazador de liebres, que fue rescatado con vida al cabo de 5 ó 6 horas (SÁEZ-ALAGÓN, 1994). En los corredores de estas paredes se han producido diversos accidentes, que se pueden considerar ajenos a las avalanchas, excepto en mayo de 1990 cuando una cordada fue arrastrada por un alud en el corredor María Luisa (AVELLANAS y cols., 1991). Otro accidente similar ocurrió el 28 de marzo de 1999, en el corredor Y.

Valle del Cinca

El valle del Cinca está formado por las cabeceras de varios grandes ríos: Ara, Cinca y Cinqueta que, a su vez, reciben diversos afluentes de importancia, dentro de la zona de riesgo de avalanchas. En el Ara, además del valle de Bujaruelo, hay que incluir a Ordesa. En el Cinca hay que considerar los valles de Pineta, Parzán y Chisagüés, así como en el Cinqueta, sobre todo, Biadós y Tabernés y los macizos del Llardana y Cotiella. Salvo en la cabecera, no existen indicios de avalanchas en Añisclo. Es posible que, en episodios de fuerte innivación, se produzca alguna en la cara norte de Peña Montañesa y en Punta Llerga, hacia la cuenca del Irués.

1. Alto valle del Ara

Por encima de Torla, el alto valle del Ara y su afluente, el Arazas, se encuentran dentro de una clara zona de avalanchas.

El puerto de Bujaruelo, en el Ara, es el mejor paso entre el macizo del Vignemale y las alturas que rodean la Brecha de Roldán. Diversas avalanchas lo afectan, especialmente a su ladera norte considerada territorio aragonés durante siglos. Ramond de CARBONIÈRES (1792), desde el puerto escribe en sus *Carnets Pyrénéens*: «Más abajo, tras la vertiente de una avalancha que arrastró hace unos años a 37 hombres de Gavarnie, pueden verse los restos de 120 mulas que perecieron allí por la misma avalancha el año pasado [...] Detrás de nosotros el lugar donde otra avalancha sepultó también a la más vigorosa juventud de Gavarnie, dos veces despoblada durante este siglo por las nieves que el Marboré vomita sobre este aventurado pasaje».

No se conocen referencias sobre aludes que afectaran a San Nicolás de Bujaruelo. El 23 de enero de 1996, una avalancha cortó la pista de acceso en los estrechos iniciales, descendiendo de la ladera este de El Cebollar, en las inmediaciones del barranco de Santa Elena.

Las paredes del vecino valle de Ordesa, Parque Nacional desde 1918, producen bastantes avalanchas, especialmente por su orilla izquierda, desde la sierra de las Cutas (JULIÁN y CHUECA, 1999). Muy espectacular fue el del 8 de febrero de 1996, tras tres días de intensas nevadas, cuando un importante alud de nieve polvo descendió del circo de A Canal, en la orilla derecha. Destruyó una importante superficie de bosque, cortó la carretera y afectó a la vegetación de la orilla opuesta. Las dimensiones del alud, al que se le asigna un dilatado periodo de retorno, obligaron a evacuar a un montañero tras 37 días de aislamiento en el refugio de Góriz, quedando su vehículo inmovilizado hasta el final de la primavera.

2. Valle de Pineta

La vertiente sur del valle de Pineta y la rampa que da acceso al rellano de Marboré producen varias importantes avalanchas de periodicidad anual. Una montañera resultó ilesa en un alud del barranco de La Tormosa, también conocido como de la Cueva, en 1985. Los restos de nieve de este, cercanos al Parador Nacional, atraen, durante el verano, a muchos turistas. En 1996 se produjo un muerto por deslizamiento y caída por un hueco de más de 30 metros. En el verano de 2001, se desplomó un túnel

de nieve sobre un grupo de turistas franceses que lo visitaban, muriendo un niño por aplastamiento.

Hay pocos incidentes importantes en esta zona, dado que el Balcón de Pineta, al pie de las Tres Sorores, tiene complicado acceso en invierno, debido especialmente a las avalanchas, sobre todo en la zona del Embudo. El incidente más grave en Marboré se produjo el 21 de julio de 1953, cuando cuatro miembros de la Escuela Militar de Montaña de Jaca fueron alcanzados por una caída de seracs del glaciar de Monte Perdido muriendo dos de ellos.

Tampoco es muy visitada en invierno la zona de La Larri y las vertientes de los tresmiles de la frontera. En la vertiente francesa, el 22 de enero de 1915, un alud destruyó el pequeño refugio del hotel de la Munia que también afectó a una capilla próxima (Brives, 2000).

3. Valle del río Barrosa (Bielsa)

Desde Parzán, la cabecera del valle del río Barrosa es el camino histórico para acceder hacia Francia a través del puerto de Bielsa. Este fue utilizado, durante la última guerra civil, para evacuar a miles de personas durante el invierno de 1938.

En 1970 se construyó un acceso carretero entre Bielsa y Aragnouet cuyo elemento principal es un túnel fronterizo. Ambos lados de la frontera son muy propensos a avalanchas. El incidente más importante se produjo en marzo del 2001 cuando dos autobuses escolares quedaron aislados entre sendas avalanchas a unos 200 metros de la boca española del túnel.

Se han construido algunas galerías y defensas en la parte española. También hay problemas en el acceso a la central hidroeléctrica de Urdiceto.

Tabla V. Avalanchas en A-138, de Parzán al túnel de Bielsa.

Año	Lugar	Hora	Corte	Observaciones
16/01/1994			48 h	
02/03/2001	p. k. 88,9-92,0	10:00	176 h	Aislados dos autobuses
24/01/2002	p. k. 91,2	6:40	6 h	
17/12/2002		7:35	30 h	

4. Valle de Chisagiüs

Pequeño afluente del valle de Parzán, también conocido como Valle Real, presenta en su cabecera las minas de plomo de Lienas que se trabajaron desde la Edad Media hasta 1950. El camino de acceso tradicional accede desde Espierba, en el valle de Pineta, evitando zonas de riesgo. Está en estudio la posible construcción de una estación de esquí.

5. Alto valle del Cinqueta

No hay muchas referencias sobre avalanchas conflictivas en el valle de Chistau. Una avalancha que desciende del macizo de Cotiella por el barranco de Gallinés corta anualmente la pista de la Basa de la Mora y puede llegar hasta los túneles de la Inclusa. Valle arriba, a la entrada de Tabernés, hay una avalancha con periodo de retorno anual. En la zona de Llardana-Posets, en 1988 quedó destruida la cabaña del Clot de Chil.

Alto valle del Ésera

El alto valle del Ésera, por encima del congosto del Bentamiello, presenta diversas zonas de avalanchas. La mayor parte de ellas se encuentran al norte de Benasque, pero también se producen en la sierra de Chía, afectando a la pista de esta localidad, Plan, Cotiella y Turbón.

El riesgo de avalanchas es importante en el alto valle de Benasque. Destacan las referencias históricas de las destrucciones del hospital de Benasque. En el otoño de 1935, dos vecinos de Benasque murieron en el Portillón, camino de Luchon, a donde iban a comprar mulas. Sus cuerpos fueron recuperados al año siguiente (J. Barrabés, com. personal).

La carretera A-139, por encima de Benasque, tramo construido a finales de 1970 se corta periódicamente por aludes. Existe una demanda creciente para mantenerla en servicio durante la época invernal. A fines de la década de los noventa se ha construido una galería. Además de diversos aludes sobre la calzada, reseñados en la tabla VI, se producen periódicamente cortes de la carretera por riesgo de caídas de avalanchas que, en algún caso, casi han llegado al mes de duración.

Consecuencia de la crisis de enero y febrero del 2003, se ha considerado la posibilidad de realizar voladuras sistemáticas en esta carretera, así como en las de Bielsa (A-138) y balneario de Panticosa (A-2606).

Tabla VI. Avalanchas en A-139, de Benasque al hospital de Benasque.

Año	Lugar	Hora	Corte	Observaciones
07/03/1991				Durante prueba Pirena
09/02/1996				11 evacuados
03/01/1997			71 h	78 evacuados por helicóptero
21/01/1997	p. k. 69	8:45	103 h	
04/02/1997				18 personas aisladas
17/12/2002	p. k. 65	13:35	24 h	140 personas aisladas
18/12/2002	p. k. 65	15:35	5 h	80 aislados
27/01/2003	p. k. 66,1	07:20	507 h	20 aislados
27/01/2003	p. k. 67,5	madrugada	507 h	Evacuación en helicóptero en 03/02

Además, hay que reseñar que una parte del circuito de esquí de fondo del hospital de Benasque cae dentro de las zonas de llegada de varios importantes aludes.

El accidente más grave en el Alto Ésera afectó, el 11 de marzo de 1991, a un destacamento militar en la zona del hospital, donde realizaba maniobras una unidad de la Brigada de Cazadores de Alta Montaña XLII, integrada por tres oficiales, cinco suboficiales y 85 soldados. Un destacamento de 14 militares fue sorprendido por un alud que descendió de la Tuca de Paderna. Once fueron arrastrados con nueve muertos: teniente Fernández, cabo 1º Dorado, cabos Puzuelo y Pérez, soldados Rodríguez, García, Tallón, Vives y Górriz.

Otras zonas del valle son también sensibles a avalanchas. En enero de 1988 fue destruida la cabaña del Ubago de Literola. También hay problemas en las pistas de Baños de Benasque, Ballibierna, Estós y Chía a Plan. Para el Alto Ésera, M. T. SÁEZ-ARAGÓN inició un estudio que ha quedado inconcluso. F. LAMPRE (1998) realizó la cartografía de avalanchas de Ballibierna.

Una parte de la estación de esquí de Cerler, en la zona del Ampriu bajo el pico Gallinero, tiene peligro de avalanchas, que en la actualidad se con-

trolan mediante Gazex. Algunas pilonas de la silla hacia el collado de Castanesa están protegidas mediante cuñas de hormigón.

La zona del Ampriu, dadas sus facilidades de acceso, es muy concurrida por esquiadores fuera de pista, con varios accidentes en los últimos años.

6. Alto valle del Noguera Ribagorzana

El alto valle del Noguera Ribagorzana, a cuyo largo la N-230 se dirige hacia la boca sur del túnel de Vielha, está recorrida por diversas avalanchas, entre ellas un alud que, con un alto periodo de retorno, corta la carretera a la altura del desvío de Senet. Aguas arriba del embalse del mismo nombre, otra avalancha de grandes dimensiones desciende de la cresta del pico Mulleres y también afecta a la carretera (FURDADA, 1996; ICC, 1997).

Con muy poco tráfico, en los accesos a la presa de Llauset se ha tenido que construir una complicada galería de protección, en el barranco de la Collada Plana.

EL RIESGO DIFUSO: EL MONTAÑISMO

Además de los daños señalados, que se refieren a núcleos de población, estaciones de esquí y otras infraestructuras hay que tener en cuenta la práctica del montañismo en la época invernal. Este se realiza en un medio evidentemente propicio para las avalanchas que atrapan a montañeros y esquiadores fuera de pista, en muchas ocasiones desencadenadas por ellos mismos.

Aunque la zona de riesgo se extiende a todo lo ancho del Pirineo innivado, existen lugares y momentos en los que es mayor el peligro de avalanchas. Existe un amplio número de corredores de avalanchas recogidos en un trabajo inédito de A. TOMICO. Algunos de los más importantes se señalizan sobre el terreno para la DGA por la empresa Prames. Por su parte, el Instituto Meteorológico Nacional realiza predicciones a lo largo del invierno utilizando la escala europea de peligro de aludes, que se difunde por diversos medios de comunicación.

Dentro de la zona de riesgo hay que destacar los alrededores de las estaciones de esquí, el balneario de Panticosa, el hospital de Benasque y los accesos a algunos refugios, especialmente el de Respomuso. Las facilidades de acceso atraen a un amplio número de montañeros e inducen a algunos esquiadores de pista a salir de las zonas balizadas. El incumplimiento de las medidas de seguridad por parte de usuarios de las estaciones, ha ocasionado varios accidentes mortales. En este sentido, parece existir una falsa sensación de seguridad para esquiadores o *snowboarders*, fuera de pista.

Es larga la lista de accidentes de montaña y esquí que provocan o han sido causados por avalanchas de nieve. A la tradicional actividad de ascenso a pie y la escalada de corredores, se ha añadido la escalada en hielo y la popularización del esquí de travesía en la década de los noventa.

Existen diversas fuentes de información sobre los accidentes por avalanchas: informes de servicios oficiales, libros y artículos técnicos o deportivos, prensa y comunicaciones personales. Documentos específicos de interés son RODÉS (1999), LÓPEZ-MARTÍNEZ y cols. (2000). Para realizar un inventario adecuado de este tipo de accidentes, es necesario contrastar minuciosamente las diversas fuentes, dado que se han detectado faltas de concordancia en fechas, número de afectados y causas del accidente. Esto puede conllevar a errores. Por ejemplo, puede suceder que a partir de la fecha de la denuncia de un desaparecido en montaña, la aparición de la noticia en prensa, el atestado de recuperación del cadáver y la nueva noticia en prensa se consideren como incidentes distintos. Es también frecuente que los errores se arrastren en publicaciones posteriores.

El número de incidentes reales es mayor de lo que se documenta por escrito. Generalmente, solo se reflejan aquellos casos en los que hay muertos y heridos, cuando, desde hace algunas décadas, intervienen los grupos de rescate de la Guardia Civil (GREIM) y la UHEL 41 del mismo cuerpo. Más recientemente se han incorporado médicos especializados. Es también difícil aclarar las diferencias entre heridos leves e ilesos, aspecto abierto a la subjetividad del autor del informe o del artículo de prensa.

Existe, por otro lado, una evidente dificultad en conseguir información sobre avalanchas que han afectado a grupos de montañeros o esquiadores fuera de pista cuando se ha efectuado un autorrescate. Algunos ejemplos:

en febrero de 1991, un alud alcanzó a un grupo de militares de la Escuela Militar de Montaña en Loma Verde que RODÉS (1999) recoge por el testimonio oral de uno de los afectados. En diciembre de 2002, un alud de placa en nieve húmeda afectó a un grupo de montañeros altoraragoneses en la zona de Anayet. Tres de ellos fueron parcialmente sepultados, siendo rápidamente rescatados por sus compañeros. Es normal que este tipo de situaciones, sin graves consecuencias, no queden reflejadas en ningún documento.

Las causas y circunstancias de cada accidente son muy diversas y su estudio requiere una exhaustiva recopilación de información y un análisis detallado, que en ocasiones es imposible de realizar y que escapa al presente trabajo. En todo caso, es necesario separar los debidos a avalanchas del resto de los accidentes de montaña. Esto no siempre es fácil. Así, puede discutirse la depuración de algún caso concreto de la lista adjunta. A modo de ejemplo, se ha incluido el accidente del 15 de enero de 1994, en el Bisaurín, donde se produjo por rotura de una cornisa bajo el peso de varios montañeros con el resultado de un muerto. En el de la tabla VII se ha optado por no recoger los accidentes producidos en la escalada, en auge, de cascadas de hielo. La rotura de estas, bajo o sobre escaladores, ha producido varios muertos y heridos en el Pirineo central sobre todo en la cara norte del túnel de Bielsa y en el circo de Gavarnie.

Además del accidente ya reseñado de los militares en Benasque, los más numerosos se han producido en el valle de Tena. En enero de 1995, seis jóvenes vascos (Mikel Epelde, Ikerme Martitegi, Arrizen González, Ibai Garay, Ezker Aldai y Asier Gorrotxategi) murieron en un grave accidente cuando descendían del refugio de Respomuso hacia Sallent de Gállego. El rescate de los cuerpos fue laborioso y no finalizó hasta pasados algunos meses. En la zona del balneario de Panticosa, un alud de placa sepultó, en marzo del 2001, a diez montañeros vascos. Una serie de circunstancias favorables, la cercanía de un grupo de militares en maniobras, la alerta inmediata, la profesionalidad de los GREIM de la Guardia Civil, el entrenamiento de sus perros, la acción de la UHEL 41 del mismo cuerpo y del helicóptero del 112 permitieron el rescate con vida de todos ellos. El último fue encontrado tras cuatro horas de enterramiento (UNIDAD DE PROTECCIÓN CIVIL DE HUESCA, 2001).

Tabla VII. Listado de víctimas por aludes en accidentes de montaña en Huesca (julio 1953-diciembre 2003).

Fecha	Lugar	Municipio	Ilesos	Muertos	Heridos
21/07/1953	Balcón Pineta	Bielsa		2	2
02/02/1964	Vert. Anayet	Canfranc	1	1	
05/02/1964	Vert. Anayet	Canfranc	1		
13/02/1974	Raca	Jaca	1		
16/04/1978	Aneto	Benasque	3		1
10/02/1980	Aspe	Aísa		1	1
16/05/1980	Monte Perdido	Bielsa		3	1
20/05/1984	Aneto	Benasque	7	1	
03/06/1984	Bisaurín	Hecho		1	
19/01/1985	Candanchú	Aísa	4	6	3
20/01/1985	Candanchú	Aísa	3	1	
09/03/1985	Cregüeña	Benasque	2		1
08/04/1985	Tormosa	Bielsa	1		
19/04/1987	Gías	Benasque	4	1	
01/04/1988	Llardana	Benasque	2		2
13/04/1988	Monte Perdido	Fanlo		2	
22/01/1989	Pta. Escarra	Tramacastilla	1		1
29/01/1990	Llana Bozo	Aragüés del Puerto	2	1	
30/01/1990	S ^a Custodia	Fanlo	1	1	
03/02/1990	Bco. Cardal	Torla	1	1	
08/04/1990	Maladeta	Benasque			1
05/05/1990	Telera	Tramacastilla		1	2
10/02/1991	Astún	Jaca	1	4	1
11/03/1991	Paderna	Benasque		9	1
15/12/1991	Ip	Canfranc	2		1
22/12/1991	Xuans	Panticosa		2	
25/04/1993	Posets	Gistaín		2	
07/12/1993	Tendenera	Panticosa	6		1
15/01/1994	Bisaurín	Aragüés del Puerto		1	
06/01/1995	Llano Cheto	Sallent de Gállego		6	
21/01/1996	Carriata	Torla			1
25/05/1996	Garmo Negro	Panticosa			1
27/12/1996	Bacías	Panticosa		1	
11/04/1998	Cibollés	Benasque	10		1
28/03/1999	Peña Telera	Biescas	2		1
01/01/2000	Vert. Anayet	Canfranc		1	
21/05/2000	Salvaguardia	Benasque		1	
28/11/2000	C ^o Arrieles	Sallent de Gállego		2	
30/12/2000	Argualas	Panticosa	2	1	
21/01/2001	Pasolovino	Benasque			1
31/03/2001	Garmo Negro	Panticosa	10		2
23/01/2003	Turbón	Campo			2
21/02/2003	Gallinero	Benasque	1		
28/12/2003	Tucarroya	Bielsa		1	
30/12/2003	Bachimaña	Panticosa		2	

En total la lista presenta, en 50 años, 56 muertos, 28 heridos de diversa consideración así como 68 ilesos.

DAÑOS MATERIALES

A diferencia de los daños personales, muy detallados sobre todo en el caso de víctimas mortales, hay bastante dificultad para encontrar información cuantificada sobre daños materiales en infraestructura e interrupción del tráfico ferroviario y carretero; daños en remontes y alteración de superficies de nieve preparada en estaciones de esquí; afectaciones en las tuberías de centrales hidroeléctricas y pilonas de la red de transporte eléctrico; destrucción de superficies de bosque y pistas forestales; destrucción total o parcial de edificios y, por último, daños a las propias infraestructuras de defensa contra aludes. El monto podría evaluarse a través del análisis de los expedientes y proyectos administrativos tanto de construcción como de mantenimiento. Cabe señalar, sin embargo, que dentro de las actuaciones de mantenimiento, además de reparar defensas destruidas o en mal estado, se incluyen en ocasiones obras de nueva planta.

Son importantes los costos de las diversas obras de defensa construidas por los servicios forestales y de carreteras para la defensa de las vías de comunicación, como las inversiones en el entorno de la estación de Arañones. Solo las obras de defensa de la boca sur del túnel del Somport superan el millón trescientos mil euros.

Los trabajos de limpieza de vías de comunicación de todo tipo y pistas de esquí quedan habitualmente englobados en las actividades de mantenimiento de los servicios de carreteras, Renfe y COMENA. Lo mismo sucede con las redes de abastecimiento eléctrico, ámbito en el que posiblemente se produjera el daño más cuantioso como consecuencia de la destrucción del parque exterior de la central de la Sarra de Sallent. En general no se evalúan los daños a las masas forestales.

Los daños mejor evaluados se relacionan con edificios. Se cifraron en 30 millones de pesetas los daños que sufrió, en 1996, el refugio de Respomuso. Sorprendentemente, los correspondientes a la avalancha de la

noche de Navidad de 1993 en Astún, se valoraron en solo 12 millones de pesetas.

Cabe señalar, por último, que al contrario de lo que sucede en la zona alpina, la singularidad de este tipo de siniestros hace que sus daños no queden cubiertos por el Consorcio de Compensación de Seguros. Por ello no existen estadísticas sobre este tipo de riesgos ni en este organismo ni en la Dirección General de Seguros. De hecho, los aludes no se contemplan prácticamente en la versión española del texto sobre riesgos geológicos editado por SUÁREZ y REGUEIRO (1997).

CONCLUSIONES

Es una realidad que los aludes son relativamente frecuentes en la zona norte de la provincia de Huesca. En el pasado, poco frecuentada durante la época invernal, se conocen algunas avalanchas mortíferas a partir de datos históricos.

Sin embargo, el riesgo sobre vidas y bienes ha aumentado en las pasadas décadas en función del incremento de la urbanización en zonas de peligro, de la construcción de infraestructuras y del aumento de la actividad deportiva en estas zonas. La construcción de defensas pasivas y las técnicas activas reducen, pero no anulan el riesgo.

Los daños materiales no han sido evaluados en detalle. Únicamente se conocen algunas estimaciones en los destrozos de los edificios de Astún y del refugio de Respomuso.

Es muy probable que, en un futuro próximo, el incremento de frecuentación invernal aumente tanto los daños como el número de víctimas, especialmente en algunos puntos sensibles así como entre los montañeros y esquiadores de travesía.

Por último, parece interesante mantener y actualizar una base de datos sobre los datos y víctimas de avalanchas. También parece conveniente realizar un GIS sobre las zonas de peligro de las avalanchas, unificando la información existente así como continuar la elaboración de mapas de riesgos sobre este tema.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la información proporcionada por la Subdelegación del Gobierno en Huesca, diversos servicios de la DGA, los GREIM y la UHEL 41 de la Guardia Civil y la Escuela Militar de Montaña de Jaca. Asimismo, agradecemos las opiniones del Dr. Manuel L. Avellanas y de los ingenieros de Montes Francisco, Santiago e Ignacio Fábregas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVELLANAS, M. L.; LAPLAZA, J.; CEGOÑINO, J.; MONTÓN, J. M., y SERÓN, C. (1991). Hipotermia accidental en los accidentes de montaña. Importancia de la rapidez en el rescate y traslado. *Medicina Intensiva*, 15: 147-153.
- BIARGE, F. (coord.) (1988). *Balneario de Panticosa (La época dorada). Fotografías 1885-1950*. Diputación de Huesca. 239 pp.
- BRIVES, A. (2000). *Pyrénées sans frontière*. Cairn. 223 pp.
- BUESA, D. (2000). *Historia del Alto Aragón*. Pirineo. 349 pp.
- BUIL, L. (1997). *Viaje por el Alto Aragón. Noviembre del año 1794*. La Val de Onsera. 251 pp.
- CARBONIÈRES, Ramond de (1792). *Carnets Pyrénéens*. T. 2: 104. París.
- DGA (1996). *Los aludes en el Pirineo aragonés. Planificación de la prevención y defensa*. Redactado por Naturaleza y Tecnología Aplicada, S. L. 2 tomos + 12 planos.
- FÁBREGAS, F., y FÁBREGAS, S. (2001). Los ingenieros de Montes y los trabajos de defensa frente a los aludes en la provincia de Huesca. *Montes*, 65: 75-80.
- FURDADA, G. (1996). *Estudi de les allaus al Pirineu occidental de Catalunya: predicció espacial y aplicacions de la cartografia*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
- GARCÍA-NÁJERA, J. M., y DE AYERBE, J. M. (1962). *Principios de Hidráulica Torrencial*. IFIE. 350 pp. + 1 anejo.
- GONZÁLEZ-ROMERO, A. (1993). La problemática de los aludes en el Pirineo de Huesca: medidas de protección. *Congreso Forestal Español. Lourizán. Ponencias y comunicaciones*, III.
- INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA (1997). *Mapa de zones d'allaus de Catalunya 1:25.000*. 1 mapa.
- JULIÁN, A., y CHUECA, J. (1999). Cartografía de zonas probables de aludes en el valle de Ordesa (Pirineo aragonés). *Geographicalia*, 37: 73-86.
- JUSTE, V. (1991). *Aproximación a la historia de Benasque*. Antena del Pirineo. 359 pp.
- LAMPRE, F. (1998). *Estudio geomorfológico de Ballibierna*. Consejo de Protección de la Naturaleza, 11. 200 pp. + 3 mapas.
- LEO, E. (2000). Aludes e infraestructuras: introducción al problema. Reseña histórica en Huesca. *Jornadas de evaluación y mitigación del riesgo de aludes: su impacto en las infraestructuras*. Escuela Nacional de Protección Civil. Huesca. 13 pp.

- LÓPEZ-GUARGA, R., y MIJANGOS, J. (1994). Nieve y avalanchas. *Revista de Obras Públicas*, 3335.
- LÓPEZ-GUARGA, R., y SARASA, A. (2000). Caracterización, simulación y prevención de aludes en el barranco de Secras. Túnel de Somport (Huesca). *Jornadas de evaluación y mitigación del riesgo de aludes: su impacto en las infraestructuras*. Escuela Nacional de Protección Civil. Huesca. 23 pp.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; CARCAVILLA, L.; CHICHARRO, E., y ESCALANTE, E. F. (2000). Neve e valanghe in Spagna. *Neve e valanghe*, 39: 6-19.
- MARRACO, S. (1999). La restauración hidrológico-forestal en el Pirineo aragonés: tres ejemplos y una conclusión. *Ciencia y Técnicas Forestales. 150 años de aportaciones de los ingenieros de Montes*. Fundación Conde del Valle de Salazar: 261-270.
- MARTÍNEZ-FALERO, V. (1946). Trabajos realizados por la 6ª División Hidrológico Forestal de la cuenca media del Ebro. *Montes*, 7: 9-25.
- MARTÍNEZ-FALERO, V. (1946). Trabajos realizados por la 6ª División Hidrológico Forestal de la cuenca media del Ebro. *Montes*, 7: 113-119.
- MUÑOZ, P. (1988). *Prevención y defensa contra aludes. Aplicación práctica al Pirineo aragonés*. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- PÉREZ-URRUTI, J. A. (1948). Trabajos hidrológico-forestales. Fijación de terrenos. *I Centenario de la fundación de la Escuela Especial y del Cuerpo de Ingenieros de Montes*: 29-37.
- RODÉS, P. (1999). *Análisis de los accidentes por aludes de nieve en España. Una aproximación a la revisión histórica*. Ergón. Madrid. 73 pp.
- SÁEZ-ALAGÓN, M. T. (1993). *Memoria de la cartografía 1/25.000 de localización de zonas probables de aludes en el cuadrante II de la hoja 144, de Ansó*. Instituto Tecnológico y Geominero de España.
- SÁEZ-ALAGÓN, M. T. (1994). *Estudio del medio físico y de sus riesgos naturales en un sector del Pirineo central. Tomo 7: peligrosidad de aludes*. 93 pp. + 6 mapas.
- SEXTA DIVISIÓN HIDROLÓGICO FORESTAL (1922). *Trabajos para la defensa del pueblo y de la Estación Internacional contra los aludes ya avenidas torrenciales*. Madrid.
- SUÁREZ, L., y REGUEIRO, M. (1997). *Guía ciudadana de los riesgos geológicos*. Colegio de Geólogos de España. 196 pp.
- TARAZONA, C. (2002). *Memoria Jornadas Histórico-Forestales de Biescas*. 28 pp.
- TOMICO, A. *Índice y evaluación del riesgo de aludes y zonas de influencias en las rutas y actividades montaÑeras en el Pirineo aragones*. Inédito. 25 pp.
- UBIETO, A. (1974). Les chemins qui unissaient l'Aragon et la France pendant le Moyen Âge. *Communications dans la Péninsule Ibérique au Moyen Âge*. Éd. CNRS: 24-26.
- UNIDAD DE PROTECCIÓN CIVIL DE HUESCA (2001). Un alud en Panticosa. *Revista de Protección Civil*, 8. 3 pp.

APORTACIONES AL CONOCIMIENTO DE LA FLORA DEL ALTO ARAGÓN. II

Mario SANZ ELORZA¹

RESUMEN.— Se comentan quince especies de plantas fanerógamas de interés florístico y corológico para el Alto Aragón. De ellas, cinco constituyen novedades florísticas provinciales absolutas. Otras cinco son citadas por primera vez, aunque existían testimonios de herbario anteriores inéditos. Otra se cita por segunda vez para Huesca. Las cuatro restantes son taxones que requieren alguna aclaración en lo que concierne a su estatus en nuestra provincia. Para cuatro especies se añade iconografía.

ABSTRACT.— *Contribution to the knowledge of the flora of the Alto Aragón. II.* Fifteen species of vascular plants from Alto Aragón (Northeastern Spain) are commented. Five of them are registered for the absolute first time in the province of Huesca. Another five are registered for the first time though there were previous herbarium testimonies. Another one is registered for the second time. The other four species are featured for need explanation. For four taxa drawing is added.

KEY WORDS.— Vascular plants, Chorology, Huesca, Spain.

Como complemento a un trabajo anterior (SANZ ELORZA, 1998), y fruto igualmente de mi tesis doctoral, se presenta un nuevo contingente de novedades florísticas para nuestra provincia, la mayoría plantas alóctonas o

¹ Gerencia Territorial del Catastro. Plaza de los Espejos, 6. E-40001 SEGOVIA. msanzelorza@segovia.catastro.minhac.es

xenófitas, y otras autóctonas, raras en el Alto Aragón, que o bien han sido encontradas en localidades nuevas o bien se hace necesario aclarar debidamente su situación, por el momento conocida de manera inexacta. Por lo que respecta a la clasificación de xenotipos utilizada, nos atenemos a lo establecido por KORNÁS (1990) y PYSEK (1995). En todos los casos los términos se aplican de acuerdo con el comportamiento manifestado y el estatus de la especie en la provincia de Huesca. El material señalado en el que se respaldan las citas se encuentra depositado en el herbario MA (Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid).

***Chenopodium multifidum* L.**

Campodarbe: orilla de camino junto al pueblo sobre suelo arenoso compactado, 1.050 m, 31TBH5401, *M. Sanz Elorza*, MA 643247, MA 643250.

Se trata de un xenófito epecófito originario de las áreas subtropicales de América del Sur (Argentina, Brasil, Chile, Uruguay). Se supone que fue introducido en Europa durante el siglo XIX de manera accidental gracias al transporte de semillas a través del trasiego comercial (CASASAYAS, 1989). En la Península Ibérica se conoce su presencia naturalizada desde finales de aquel siglo (WILLKOMM y LANGE, 1861; WILLKOMM, 1893). Actualmente está presente en la mayoría de los países mediterráneos, del norte de África, del sur de África y en Estados Unidos, y de manera más casual en Europa septentrional y central (HEGI, 1966). En nuestro país, se encuentra naturalizado en el centro y sur de la península, principalmente en zonas de clima continental (Soria, Salamanca, Granada, Madrid, Segovia, etc.), aunque también existen poblaciones localizadas en la zona litoral y meridional de Cataluña. Habita en ambientes muy ruderalizados, sobre suelos secos (solares urbanos, orillas de caminos, descampados, etc.) floreciendo y fructificando en verano y principios del otoño.

Se trata de la primera cita de la especie para la provincia de Huesca, donde la hemos encontrado en la orilla de un camino junto a la pequeña población sobrarbense de Campodarbe.

***Eschscholzia californica* Cham.**

Salas Bajas: orilla de camino, 460 m, 31TBG5965, *M. Sanz Elorza*, MA 643081, MA 643082, MA 643083.

Se trata en este caso de un xenófito efemerófito, originario del oeste de Norteamérica, desde el río Columbia hasta la Baja California de norte a sur, y desde el océano Pacífico hasta el Gran Cañón de oeste a este (COOK, 1965). Fue introducido en Europa como planta ornamental en el año 1790 (CHITTENDEN, 1986) por su facilidad de cultivo gracias a la capacidad de autoperpetuarse, lo que le faculta también para escapar y naturalizarse. En

este estado se encuentra actualmente extendido por el centro y oeste de Europa (CASASAYAS, 1989) y también en Chile, Nueva Zelanda, Tasmania, Australia (COOK, 1965) y la India (LYONS y BOOZE-DANIELS, 1985). En la Península Ibérica aparece en puntos aislados del centro, Extremadura, Galicia y Andalucía occidental (PAIVA, 1986). De manera más puntual, escapada de cultivo, se ha citado en Cataluña (CASASAYAS, 1989) y en zonas bajas del País Vasco (AIZPURU *et al.*, 2000). Debido a su plasticidad ecológica y su capacidad de variación del ciclo vital según las condiciones ambientales, así como a su elevada producción de semilla que se dispersa a considerable distancia gracias a la explosiva dehiscencia de las cápsulas, se naturaliza con facilidad a partir de sus cultivos. En su región de origen, en condiciones naturales, habita en herbazales abiertos de gramíneas. En nuestras latitudes se comporta como sinantrópica, ruderal y viaria. Aunque generalmente perenne, es capaz de reducir su ciclo al biotipo de terófito cuando se dan condiciones de sequía, por lo que en las poblaciones españolas la especie suele ser anual.

Primera cita para la provincia de Huesca. Pese a no ser planta utilizada habitualmente en la jardinería altoaragonesa, seguramente ha aparecido en nuestra flora a partir de algún cultivo cercano.

Raphanus raphanistrum L. subsp. **raphanistrum**

Betesa: campo de alfalfa, 1.130 m, 31TCG1091, *M. Sanz Elorza*, MA 643110, MA 643111, MA 643112.

Arqueófito arvense conocido en la provincia de Huesca tan solo de Nocito (J. M. MONTSERRAT, 1986) y de Montanuy, Castanesa y Betesa (CARRERAS *et al.*, 1993; VILLAR *et al.*, 1997) en la Alta Ribagorza. Tras la exhaustiva prospección realizada, solo se ha encontrado en la referida localidad de Betesa, por lo que queda confirmada su rareza y estenocoria en el Alto Aragón, sin duda propiciada por la preferencia del taxón hacia los substratos silíceos.

Dorycnium rectum (L.) Ser.

Fraga: orillas río Cinca, herbazal higronitrófilo, 100 m, 31TBF7899, *M. Sanz Elorza*, MA 643038.

Planta termófila, más o menos higronitrófila, distribuida en nuestro país principalmente por el litoral, aunque penetrando hacia el interior por los valles de los ríos Ebro y Guadalquivir. Prefiere los substratos básicos, habitando en juncales y pastizales de los márgenes de los cursos de agua (DÍAZ-LIFANTE, 2000). Las únicas citas anteriores de la especie en la provincia de Huesca son de la década de los noventa, concretamente de Albate de Cinca (JACA 378696) y de Monzón (JACA 278391), ambas a orillas del río Cinca. Nuestra cita de Fraga completa la distribución del taxón a lo largo de este río, en su curso bajo, entre las localidades de Fraga y Monzón. Las poblaciones más cercanas a las oscenses se encuentran en la provincia de Lérida, a orillas del río Noguera-Ribagorzana, entre la localidad de Algerri y su confluencia con el Segre (CONESA *et al.*, 1994).

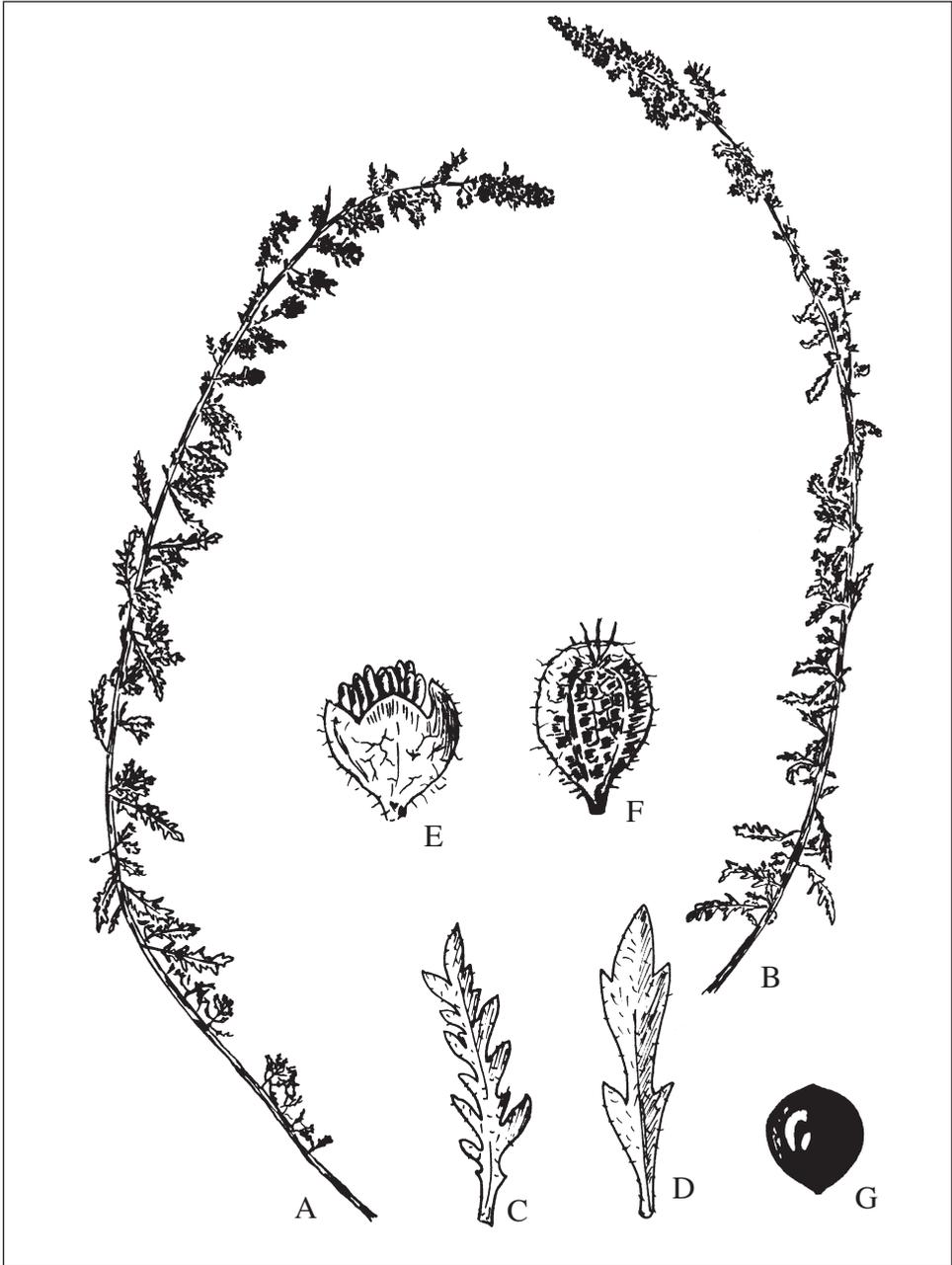


Fig. 1. *Chenopodium multifidum*, Campodarbe, Huesca (MA 643250): a) y b) fragmentos de tallos floridos x 1; c) y d) hoja x 5; e) flor x 15; f) fruto x 15.



Fig. 2. *Eschscholzia californica*, Salas Bajas, Huesca (MA 643081): a) hábito x 0,8; b) tallo con flor x 0,8; c) cápsula abierta x 0,8; d) semilla x 15.

***Passiflora caerulea* L.**

Albelda: naturalizada en un seto junto al canal de Aragón y Cataluña, 320 m, 31TBG8937, *M. Sanz Elorza*, MA 643113, MA 643114.

Xenófito efemerófito y ergasiófito, originario de la parte central y occidental de América del Sur. Fue introducido en el Viejo Mundo como planta ornamental en 1699 (CHITTENDEN, 1986), por su biotipo lianoide y por la belleza de sus grandes flores. Se encuentra naturalizado en las islas Azores (BALL, 1968). En España se cultiva, al igual que otras especies del género, en jardines del litoral. Se ha citado subespontánea en ambientes ruderales de Barcelona (CASASAYAS, 1989) y cultivada y naturalizada en la costa del País Vasco (AIZPURU *et al.*, 2000). En el Alto Aragón tan solo se ha apuntado su uso ornamental y la posibilidad de naturalización (VILLAR *et al.*, 1997), por lo que los ejemplares de Albelda constituyen la primera cita concreta de la especie en la provincia fuera de cultivo.

Cucumis myriocarpus* Naudin subsp. *myriocarpus

Peñalba: parcela de cultivo labrada a la entrada del barranco de La Valcuerna, 190 m, 31TBF5194, *M. Sanz Elorza*, MA 643244, MA 643245, MA 643246.

Otro xenófito epecófito, esta vez originario de África tropical y del sur (Zambia, Zimbabue, Botswana, Natal, Orange, Lesoto, Mozambique, etc.). En su región de procedencia muestra una autoecología arvense, comportándose como mala hierba de los cultivos (HALLIDAY y JEFFREY, 1978). Se desconoce el momento de su introducción en España, donde hoy en día aparece naturalizado en cultivos, barbechos y cunetas sobre suelos arenosos de Extremadura, Granada y provincias del centro de la península (FERNANDES, 1993). La caída espontánea de sus frutos al menor golpe y la expansión de sus semillas al contactar aquéllos con el suelo hacen que la especie se propague muy fácilmente y abunde en las localidades donde se encuentra.

Se trata de la primera cita para la provincia de Huesca, muy alejada de sus poblaciones más próximas. Sería conveniente vigilar la evolución del taxón en nuestro territorio, pues se trata de una mala hierba relativamente peligrosa para la agricultura, además de poseer unos frutos extraordinariamente tóxicos cuya ingestión puede ocasionar la muerte al hombre y al ganado.

***Marrubium supinum* L.**

Robres: sierra de Alcubierre, El Vedado, orilla de pista, 590 m, 30TYM0634, *M. Sanz Elorza*, MA 643237.

Taxón iberomagrebí, distribuido en nuestro país por la superprovincia mediterráneo-ibero-levantina y por la provincia Bética, mostrando un cierto carácter montano (BOLÒS y VIGO, 1995) por su preferencia hacia las zonas de media montaña. En el Alto Aragón solo se conoce en la sierra de Alcubierre (SOBRINO y SANZ-ELORZA, 1998; MOLERO *et al.*, 1998), lo que supone un elemento más de singularidad para esta modesta sierra, y para la que demandamos, una vez más, alguna figura de protección.

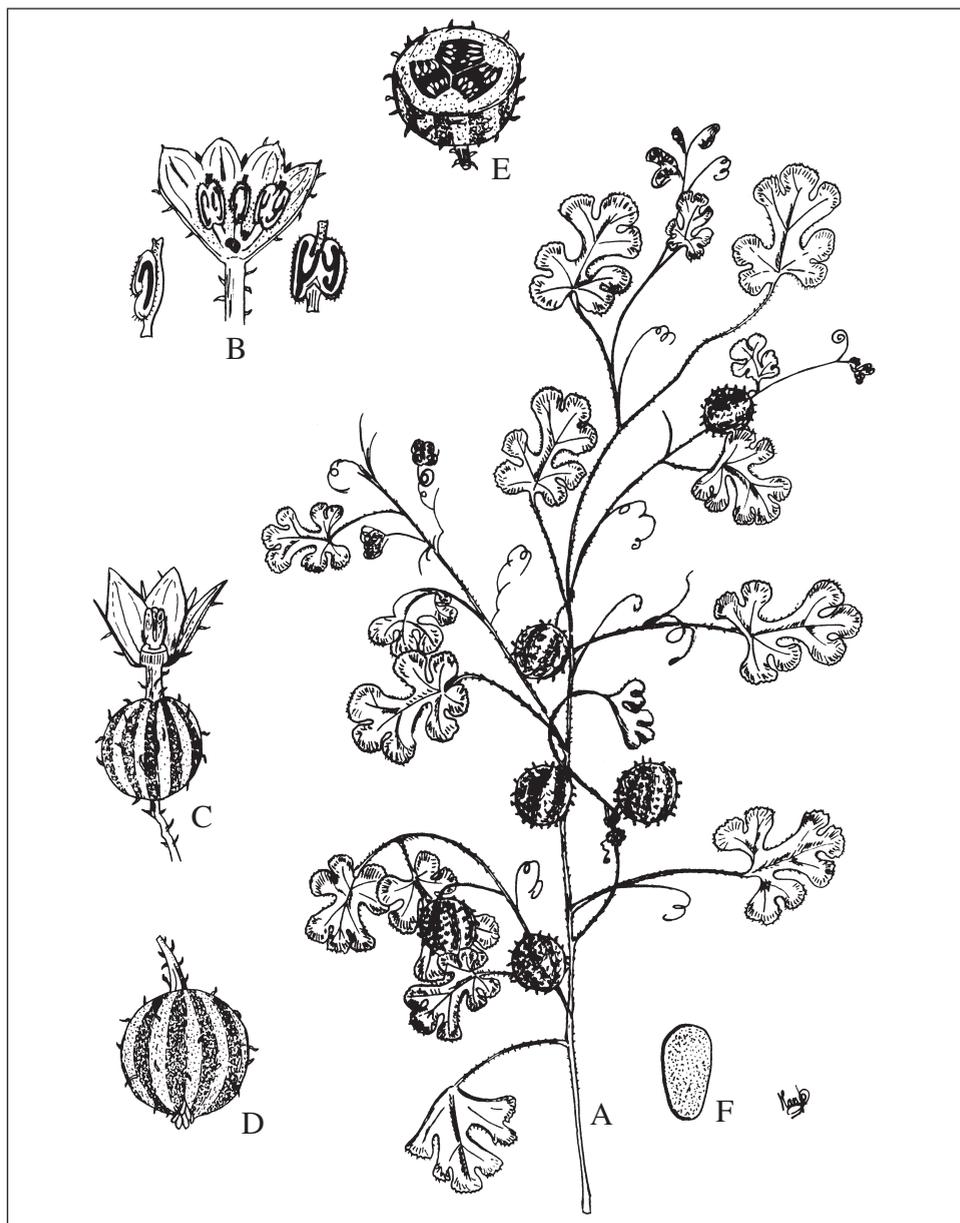


Fig. 3. *Cucumis myriocarpus* Naudin subsp. *myriocarpus*, Peñalba, Huesca (MA 643244): a) hábito x 1; b) sección longitudinal de una flor masculina x 2 y de las anteras x 3; c) flor femenina con la corola parcialmente eliminada x 2; d) fruto x 2; e) sección transversal del fruto x 2; f) semilla x 4.

***Solanum pseudocapsicum* L.**

Barrio del Pou: solar urbano, 780 m, 31TCG0088, *M. Sanz Elorza*, MA 643242, MA 643243.

Xenófito efemerófito originario de la parte oriental de América del Sur. Fue introducido en el Viejo Mundo con fines ornamentales en el año 1596 (CHITTENDEN, 1986). Frecuente en las zonas cálidas de América (BURKART, 1979) y naturalizado o adventicio en muchas regiones del globo como Australia, Hawaii y Nueva Zelanda (HOLM *et al.*, 1979). En Europa se ha citado en Córcega (NATALI y JEANMONOD, 1996), en el departamento de los Pirineos Orientales franceses (PARROT, 1945) y en Portugal e islas Azores (HAWKES y EDMONDS, 1972). Actualmente se cultiva profusamente en España, tanto en jardines como en macetas, por la belleza de bayas esféricas de color rojo anaranjado. En nuestro país se ha citado subespontáneo en las comarcas catalanas de la Garrocha, Segrià y Alto Ampurdán (CASASAYAS, 1989).

Primera cita para la provincia de Huesca, donde ha sido hallado subespontáneo en un solar urbano rodeado de ruinas en el pequeño pueblo de Barrio del Pou, en la comarca de la Ribagorza.

***Antirrhinum barrelieri* Boreau subsp. *litigiosum* (Pau) O. Bolòs y J. Vigo**

Castillonroy: carretera al embalse de Santa Ana, 360 m, 31TBG9839, *M. Sanz Elorza*, MA 643098, MA 643099.

Endemismo iberolevantino, muy raro al norte del Ebro, salvo en el sur de Cataluña y Alto Ampurdán (BOLÒS y VIGO, 1995). Alcanza la provincia de Huesca por su confín suroccidental, coincidiendo con su zona más templada. Anteriormente solo se había encontrado en Fraga (JACA 142072) y en Albelda (JACA 600486, JACA 333696). Se trata de una planta termófila, más propia de ambientes marítimos, que penetra hacia el interior aprovechando el corredor térmico del Ebro y sus afluentes, alcanzando el Alto Aragón en las localidades reseñadas.

***Bidens subalternans* DC.**

Estiche de Cinca: orillas del río Cinca con vegetación higronitrófila, 210 m, 31TBG6233, *M. Sanz Elorza*, MA 643240.

Xenófito hemiagriófito, originario de América del Sur (norte de Argentina, Uruguay, Paraguay, Bolivia y sur de Brasil), donde habita en ambientes ruderalizados. Debido a su confusión habitual con otras especies del género (*B. tripartita*, *B. cernua*, *B. bipinnata*) es difícil determinar si las citas decimonónicas (COMPANYO, 1864) corresponden realmente a esta especie. La primera vez que se recolectó de manera segura en España fue en 1935, en la comarca barcelonesa del Maresme (MONTSERRAT, 1962). En la actualidad se encuentra ampliamente naturalizada por todas las comarcas litorales de Cataluña (CASASAYAS, 1989), Castellón (SAMO, 1995), Valencia (CARRETERO, 1991), Alicante (PÉREZ-BADÍA, 1997), Murcia (SÁNCHEZ-GÓMEZ *et al.*, 1998) y zonas bajas del País Vasco (AIZPURU *et al.*, 2000).

Forma parte de comunidades higronitrófilas de ramblas y orillas de ríos, cunetas, herbazales hipernitrófilos con humedad edáfica y cultivos de regadío.

En el Alto Aragón solo se conocía con anterioridad de Monzón (JACA 287994), en la ribera del Cinca. Al igual que otras termófilas, ha alcanzado el curso bajo de este río remontando el corredor térmico del Ebro.

Cnicus benedictus L.

Laperdiguera: erial majadeado por las ovejas, 450 m, 30TYM4553, *M. Sanz Elorza*, MA 643100.

Odina: campo abandonado y erial con vegetación subnitrófila, 340 m, 31TBG5445, *M. Sanz Elorza*, MA 643101.

Taxón de corología mediterráneo-irano-turaniana, antaño cultivado como planta medicinal. Se distribuye en la Península Ibérica principalmente por las cuencas del Duero y del Tajo, La Mancha, Extremadura y Andalucía. Habita en pastizales subnitrófilos, terrenos incultos y eriales. Muy raro en Aragón, citado tan solo en dos localidades turolenses (PAU, 1888; ROVIRA, 1986), aparte de las oscenses.

Se había recolectado con anterioridad en Sesa (JACA 55180), Huerto (JACA 506295), Peralta de Alcofea (JACA 48089), Barbastro (JACA 404687) y Azanuy (JACA 524995), todas localidades igualmente del Somontano de Barbastro, lo que pone en evidencia la distribución estenócora de la especie en nuestra provincia.

Aegilops ventricosa Tausch

Roda de Isábena: margen de camino, 820 m, 31TBG9685, *M. Sanz Elorza*, MA 643238.

Juseu: herbazal subnitrófilo, 775 m, 31TBG8363, *M. Sanz Elorza*, MA 643239.

Taxón distribuido por la parte occidental de la cuenca mediterránea, presente en la mayor parte de la Península Ibérica, aunque casi siempre raro y localizado, sobre todo en áreas supramediterráneas no demasiado secas. Forma parte de pastizales subnitrófilos de anuales. Muy raro en el Alto Aragón, conocido anteriormente tan solo de Olvena (JACA 177485) y Ontiñena (JACA 37795).

Eragrostis barrelieri Daveau

Camporrells: orillas del pantano de Camporrells, 655 m, 31TBG9449, *M. Sanz Elorza*, MA 643252.

Planta termófila propia de terrenos removidos, barbechos y cultivos sometidos a laboreo frecuente. Su área de distribución general abarca casi todas las regiones paleotempladas, principalmente el Mediterráneo occidental, llegando hasta el sudoeste de Asia. Introducido en Norteamérica, sur de África y Australia. En nuestro país aparece sobre todo en

las zonas costeras y en el valle del Guadalquivir y vega del Guadiana, estando ausente en la mayor parte del interior por ser especie termófila.

Se trata de la segunda cita para la provincia de Huesca. La primera se localizó en Caserras del Castillo (FABREGAT *et al.*, 1995), en el municipio de Estopiñán, también en la Litera Alta. En ambos casos, la especie se encontró colonizando un suelo arenoso acompañada de *Chamaesyce canescens* subsp. *canescens* y *Tragus racemosus*.

Tragus racemosus (L.) All.

Velilla de Cinca: junto al río Cinca sobre suelo muy arenoso, 110 m, 31TBG7307, *M. Sanz Elorza*, MA 643251.

Taxón de corología latetropical y termocosmopolita, propio de pastizales subnitrófilos, generalmente desarrollados sobre suelos arenosos, comunidades viarias, cascajos fluviales y ambientes ruderalizados. Se distribuye por las regiones desérticas, tropicales y subtropicales del planeta (Turquía, Irán, Turkmenistán, Palestina, Egipto, Arabia, China, norte de África, Macaronesia y África tropical) irradiando hacia áreas templadas, por la cuenca mediterráneo hasta Crimea y Ucrania (BOR, 1968). Introducido en América y Australia. En nuestro país, se encuentra dispersa por el cuadrante nororiental de la península, el este y el centro-sur. En la provincia de Huesca es muy rara, apareciendo de manera dispersa y errática en diversos puntos, siempre en lugares abrigados y caldeados por ser planta termófila. Se había citado anteriormente en el valle de Gistaín (G. MONTSERRAT, 1987), en la solana de Peña Montañesa (GÓMEZ, 1986), en Colungo (J. M. MONTSERRAT, 1986) y en Ballobar (JACA 438468). En Australia se ha llegado a considerar una planta pascícola útil para el ganado vacuno y ovino (MAIDEN, 1898).

Saccharum ravennae (L.) Murray

Torrente de Cinca: ribera del río Cinca con vegetación ruderal, 90 m, 31TBF7891, *M. Sanz Elorza*, MA 643241.

Gramínea robusta y elevada, de corología latepaleotropical, extendida por Europa mediterránea, desde España hasta los Balcanes, Chipre, Siria, Líbano, Palestina, Jordania, Arabia, Turquía, Irán, Iraq, oeste de Paquistán, Afganistán, norte de la India y norte de África hasta el Sahara central. Habita sobre terrenos húmedos, sobre todo en los depósitos detríticos de los ríos y canales. En Asia occidental se ha utilizado como materia prima para fabricar papel de baja calidad y como forraje basto segándola cuando joven (BOR, 1968). En la Península Ibérica se distribuye por las zonas bajas y litorales de Cataluña (BOLÒS *et al.*, 1990), Baleares, Comunidad Valenciana (SAMO, 1995; MATEO Y CRESPO, 1990), Murcia (SÁNCHEZ GÓMEZ *et al.*, 1998), Almería (SAGREDO, 1987), Andalucía occidental (ROMERO-ZARCO, 1987), Andalucía oriental (FERNÁNDEZ-LÓPEZ Y POSTIGO, 1983; LOSA QUINTANA Y MOLERO MESA, 1984) y Albacete (ESTESO *et al.*, 1988). Alcanza Aragón penetrando por el valle del Ebro, donde es relativamente frecuente a lo largo de su cauce. Muy rara en el nordeste de Teruel, colonizando algunas ramblas y cursos fluviales formando parte de cañaverales y bosques de ribera (MATEO, 1990).

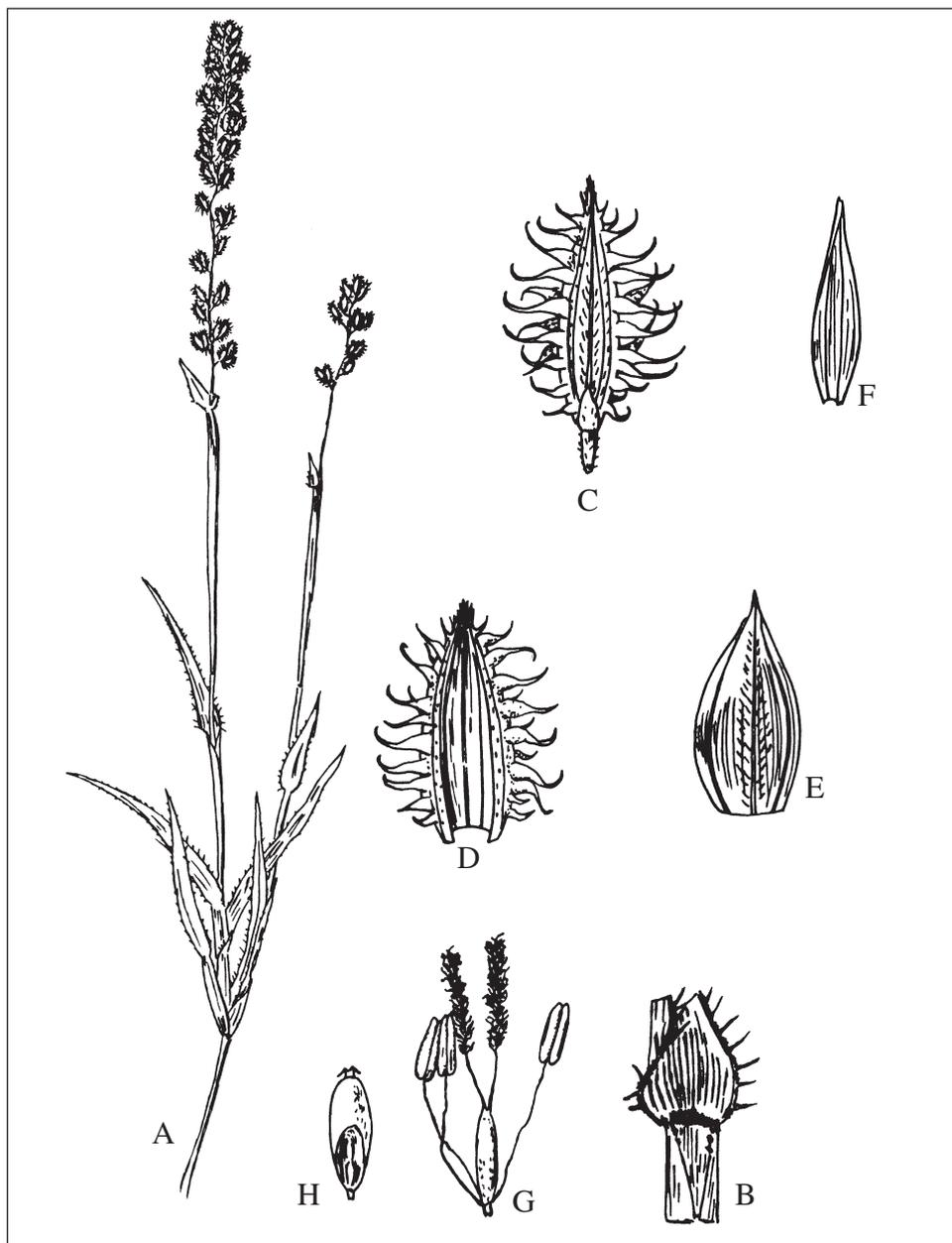


Fig. 4. *Tragus racemosus*, Velilla de Cinca, Huesca (MA 643251): a) hábito x 1,5; b) lígula x 3,5; c) espiguilla x 10; d) gluma superior x 10; e) lema x 10; f) pálea x 10; g) flor x 15; h) cariósida x 15.

En la provincia de Huesca asciende por los ríos Cinca y Noguera-Ribagorzana, estando citada con anterioridad en Mont-rebei (ROMO, 1989), en la confluencia fluvial del Cinca y el Segre (ESCUER, 1998), en la confluencia del Cinca y el Alcanadre (JACA 221094) y también en el río Vero, al sur de la población de Huerta de Vero (J. M. MONTSERRAT, 1986).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIZPURU, I.; ASEGINOLA, C.; URIBE-ECHEVARRÍA, P. M.; URRUTIA, P., y ZORRAQUÍN, I. (2000). *Claves ilustradas de la flora del País Vasco y territorios limítrofes*. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- BALL, P. W. (1968). *Pasiflora* L. En TUTIN, T. G., et al. (eds.). *Flora europaea*, vol. II: 282. Cambridge University Press.
- BOLÒS, O., y VIGO, J. (1995). *Flora dels Països Catalans*, vol. III. Barcino. Barcelona.
- BOLÒS, O.; VIGO, J.; MASALLES, R. M., y NINOT, J. M. (1990). *Flora manual dels Països Catalans*. Pòrtic. Barcelona.
- BOR, N. L. (1968). *Gramineae*. En TOWNSEND, C. C.; GUEST, E., y AL-RAWI, A. (eds.). *Flora of Irak*, vol. IX. Ministry of Agriculture. Baghdad.
- BURKART, A. (1979). *Flora ilustrada de Entre Ríos*, vol. V. Buenos Aires.
- CARRERAS, J.; CARRILLO, E.; MASALLES, R. M.; NINOT, J. M., y VIGO, J. (1993). El poblament vegetal de les valls de Barravés i Castanesa. Flora i vegetació. *Acta Bot. Barcinon.*, 42: 1-392.
- CARRETERO, J. L. (1991). Sobre la flora alóctona valenciana. *Collect. Bot.*, 20: 259-261.
- CASASAYAS, T. (1989). *La flora alóctona de Catalunya*. Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.
- CHITTENDEN, F. J. (1986). *Dictionary of Gardening*. The Royal Horticultural Society. Clarendon Press. Oxford.
- COMPANYO, L. (1864). *Histoire Naturelle du Département des Pyrénées Orientales*. Perpignan.
- CONESA, J. A.; MAYORAL, A.; PEDROL, J., y RECASENS, J. (1994). *El paisatge vegetal dels espais d'interès natural de Lleida: àrea meridional*. Institut d'Estudis Ilerdencs. Diputació de Lleida.
- COOK, S. A. (1962). Genetic system, variation and adaptation of *Eschscholzia californica*. *Evolution*, 16: 278-299.
- DÍAZ-LIFANTE, Z. (2000). *Dorycnium* Mill. En CASTROVIEJO, S., et al. (eds.). *Flora iberica*, vol. VII(II): 823. Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.
- ESCUER, J. L. (1997). *L'Aiguabarreig dels rius Cinca i Segre. Cartografia del paisatge vegetal*. Institut d'Estudis del Baix Cinca. Fraga (Huesca).
- ESTESO, F.; PERIS, J. B.; FIGUEROLA, R., y STÜBING, G. (1988). Fragmenta chorologica occidentalia, 1593-1614. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 45 (1): 318-320.

- FABREGAT, C.; FERRÁNDEZ, J. V.; LÓPEZ-UDÍAS, S.; MATEO, G.; MOLERO, J.; SÁEZ, LL.; SESÉ, J. A., y VILLAR, L. (1995). Nuevas aportaciones a la flora de Aragón. *Lucas Mallada*, 7: 165-192.
- FERNANDES, R. B. (1993). *Cucumis* L. En CASTROVIEJO, S., et al. (eds.). *Flora iberica*, vol. III: 463-464. Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, C., y POSTIGO, E. (1983). Vegetación natural del Guadalquivir: Puente Viejo (Úbeda). *Blancoana*, 1: 3-16.
- GÓMEZ, D. (1986). *Flora y vegetación de Peña Montañesa, Sierra Ferrera y valle La Fueva (Alto Sobrarbe, Huesca)*. Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.
- HALLIDAY, P., y JEFFREY, C. (1978). *Cucumis* L. En LAUNERT, E. (ed.). *Flora Zambesiaca*, vol. IV: 465-467. Royal Botanic Gardens. Kew.
- HAWKES, J., y EDMONDS, J. M. (1972). *Solanum* L. En TUTIN, T. G., et al. (eds.). *Flora europaea*, vol. IV. Cambridge University Press.
- HEGI, G. (1966). *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, 6(1): 81-160. Munich.
- HOLM, L. G.; PANCHO, J. V.; HERBERGER, J. P., y PLUCKNETT, D. L. (1979). *A Geographical Atlas of World's Weeds*. John Wiley & Sons. Nueva York.
- KORNÁS, J. (1990). *Plants invasions in Central Europe: historical and ecological aspects*. En DI CASTRI, F.; HANSEN, A. J., y DEBUSSCHE, M. (eds.). *Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin*: 19-366. Kluwer Academic Publishing. Dordrecht.
- LOSA QUINTANA, J. M., y MOLERO MESA, J. (1984). Estudio de formaciones arbóreas termófilo-continentales próximas a la ciudad de Granada. *Lazaroa*, 5: 131-142.
- LYONS, R. E., y BOOZE-DANIELS, J. (1985). *Eschscholzia californica*. En HALEVY, A. H. (ed.). *CRC Handbook of Flowering*, vol. V: 109-112. CRC Press, Inc. Boca Ratón. Florida.
- MAIDEN, J. H. (1898). *Manual of the grasses of New South Wales*. Sidney.
- MATEO, G. (1990). *Catálogo florístico de la provincia de Teruel*. Instituto de Estudios Turolenses. Teruel.
- MATEO, G., y CRESPO, M. B. (1990). *Claves para la flora valenciana. Del Cenia al Segura*. Valencia.
- MOLERO, J.; SÁEZ, LL., y VILLAR, L. (1998). Interés florístico y geobotánico de la sierra de Alcubierre (Monegros, Aragón). *Acta Bot. Barcinon.*, 45: 363-390.
- MONTSERRAT, G. (1987). *Catálogo florístico del macizo del Cotiella y la sierra de Chía (Pirineo aragonés)*. Colección de Estudios Altoaragoneses, 19. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca.
- MONTSERRAT, J. M. (1986). Flora y vegetación de la sierra de Guara (Prepirineo aragonés). *Naturaleza en Aragón*, 1. Diputación General de Aragón. Zaragoza.
- MONTSERRAT, P. (1962). Flora de la Cordillera Litoral Catalana (porción comprendida entre los ríos Besós y Tordera). *Collect. Bot.*, 6: 1-48.

- NATALI, A., y JEANMONOD, D. (1996). *Flore analytique des plantes introduites en Corse. Compléments au prodrome de la flore corse*. Conservatoire et jardin botaniques de Genève.
- PAIVA, J. (1986). *Eschscholzia* Cham. En CASTROVIEJO, S., et al. (eds.). *Flora iberica*, vol. I: 425-426. Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.
- PARROT, A. G. (1945). Plantes rares ou adventices des Basses-Pyrénées (3^e observation). *Bull. Soc. Bot. France*, 97: 28-36.
- PAU, C. (1888). *Notas botánicas a la flora española*, fascículo 2. Madrid.
- PÉREZ BADÍA, M. R. (1997). *Flora vascular y vegetación de la comarca de la Marina Alta (Alicante)*. Instituto de Cultura Juan Gil-Albert. Diputación Provincial de Alicante.
- PYSEK, P. (1995). On the terminology used in plant invasions studies. En PYSEK, P.; PRACH, K.; REJMÁNEK, M., y WADE, M. (eds.). *Plant invasions: general aspects and special problems*: 71-81. SPB Academic Publishing. Amsterdam.
- ROMERO-ZARCO, C. (1987). *Saccharum* L. En VALDÉS, B.; TALAVERA, S., y FERNÁNDEZ-GALIANO, E. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía occidental*, vol. III: 412-413. Ketres. Barcelona.
- ROMO, À. M. (1989). Flora i vegetació del Montsec (Pre-Pirineus catalans). *Arxius de la Secció de Ciències*, xc. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- ROVIRA, A. M. (1986). *Estudi fitogeogràfic de les comarques catalanes compreses entre els Ports de Beseit, el riu Ebre i els límits aragonesos*. Tesis doctoral. Facultad de Farmacia. Universidad de Barcelona.
- SAGREDO, R. (1987). *Flora de Almería*. Diputación Provincial de Almería.
- SAMO, A. J. (1995). *Catálogo florístico de la provincia de Castellón*. Diputació de Castelló.
- SÁNCHEZ-GÓMEZ, P.; GUERRA, J.; COY, E.; HERNÁNDEZ, A.; FERNÁNDEZ, S., y CARRILLO, A. F. (1998). *Flora de Murcia. Claves de identificación e iconografía*. DM. Murcia.
- SANZ ELORZA, M. (1998). Aportaciones al conocimiento de la flora del Altoaragón. *Lucas Mallada*, 10: 189-204.
- SOBRINO, E., y SANZ-ELORZA, M. (1998). Datos sobre la flora y vegetación de la sierra de Alcubierre (Huesca). *Lagascalia*, 20 (2): 231-237.
- VILLAR, L.; SESÉ, J. A., y FERRÁNDEZ, J. V. (1997). *Atlas de la flora del Pirineo Aragonés*, vol. 1. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón e Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca.
- WILLKOMM, M. (1893). *Prodomus Florae Hispanicae*. Suppl. Stuttgart.
- WILLKOMM, M., y LANGE, J. (1861). *Prodomus Florae Hispanicae*, vol. 1. Stuttgart.

ASPECTOS EVOLUTIVOS DE LAS FESTUCAS DEL PIRINEO: UNA APROXIMACIÓN MOLECULAR

Pedro TORRECILLA LÓPEZ¹
Pilar CATALÁN RODRÍGUEZ²

RESUMEN.— Presentamos una primera aproximación a la reconstrucción de las relaciones de parentesco evolutivo de diez taxones de *Festuca* L. (Poaceae) que habitan en los Pirineos, incluyendo las especies endémicas de esta cadena montañosa, basándonos en análisis filogenéticos de secuencias de ADN del genoma nuclear (ITS) y cloroplástico (trnL-F). Los resultados indican la divergencia de dos linajes evolutivos, el de las «festucas de hojas anchas» (subgen. *Montanae*, sect. *Subbulbosae*, subgen. *Schedonorus*) y el de las «festucas de hojas finas» (sect. *Eskia*, sect. *Festuca*, sect. *Aulaxyper*). En este último grupo las especies de la sect. *Eskia* parecen ser más ancestrales que sus más recientemente evolucionados congéneres de las secciones *Festuca* y *Aulaxyper*.

ABSTRACT.— *A molecular approach to the evolutionary relationships among Pyrenean fescues.* We present a first approach to the reconstruction of the evolutionary relationships among ten taxa of *Festuca* L. (Poaceae) present in the Pyrenees, including endemic species to this mountain range, based on phylogenetic analysis of DNA sequences from the nuclear (ITS) and chloroplast (trnL-F) genomes. Our results indicate the divergence of two evolutionary

¹ Cátedra de Botánica Sistemática. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Av. El Limón, s/n. 456323 MARACAY, Venezuela. Torrecillap@agr.ucv.ve

² Departamento de Agricultura y Economía Agraria. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Ctra. Cuarte, km 1. E-22071 HUESCA. pcatalan@unizar.es

lineages, that including «the broad-leaved fescues» (subgen. *Montanae*, sect. *Subbulbosae*, subgen. *Schedonorus*) and that including «the fine-leaved fescues» (sect. *Eskia*, sect. *Festuca*, sect. *Aulaxyper*). Within the last group, the representatives of sect. *Eskia* could be more ancestral than their more recently evolved congeners of sect. *Festuca* and sect. *Aulaxyper*.

KEY WORDS.— *Festuca*, endemics, Pyrenees, phylogenetic reconstruction, ADN sequences (ITS, trnL-F).

INTRODUCCIÓN

Festuca L. es un género de controvertida clasificación taxonómica. Los sistemas de clasificación clásicos, fundamentados en caracteres morfológicos y anatómicos (HACKEL, 1882; SAINT-YVES, 1927), postularon una división seccional, subseccional y específica que ha sido referencia y modelo de todos los trabajos taxonómicos posteriores, hasta la década de los años setenta, en que nuevas evidencias provenientes de campos diversos impulsaron una modificación sustancial de la clasificación hackeliana e incluso llevaron a proponer nuevas jerarquías o a restablecer el tratamiento de algunas secciones (HOLUB, 1984).

En el momento actual, desde hace unos pocos años, las técnicas de análisis moleculares sobre diferentes especies, géneros, tribus y subfamilias de gramíneas marcan una nueva etapa en la sistemática. La adscripción del género *Festuca* a la tribu Poeae se deduce de estudios sistemáticos moleculares de la subfam. Pooideae basados en análisis del genoma nuclear (HSIAO *et al.*, 1995; HSIAO *et al.*, 1999) y del genoma cloroplástico (SORENG *et al.*, 1990; CATALÁN *et al.*, 1997). Estos estudios demuestran que la tribu Poeae, en la que se encuentra *Festuca*, es una tribu recientemente evolucionada en el seno de la subfamilia de las pooideas, señalándose en uno de ellos el posible origen parafilético de *Festuca* (CATALÁN *et al.*, 1997). Estos análisis noveles se han extendido también a estudios a nivel específico de estas plantas y, además de aportar criterios sólidos para su clasificación sistemática, han permitido establecer los lazos de parentesco evolutivo entre los taxones, relaciones que resultaban difíciles de precisar con los caracteres morfoanatómicos clásicos debido probablemente a su elevada homoplasia (KELLOGG y WATSON, 1993). Hasta la fecha, se carecía de estudios moleculares que abarcasen a las especies de *Festuca* de ámbito pirenaico.

El empleo combinado de datos moleculares procedentes de distintas fuentes genómicas, el genoma nuclear y el genoma cloroplástico, supone una estrategia metodológica fiable al permitir obtener reconstrucciones filogenéticas más sustentadas, cuando los resultados de ambas fuentes son congruentes, que las obtenidas de una única fuente genómica (HILLIS *et al.*, 1996), solventando posibles errores que se pueden producir con la elección de una única molécula que puede resultar inadecuada (PAGE y HOLMES, 1998).

El genoma cloroplástico, ampliamente estudiado en plantas superiores, ofrece una serie de regiones diana más conservadas o más variables, aptas para los estudios filogenéticos de grupos taxonómicos de distinta índole, basados en sus secuencias génicas (OLMSTEAD y PALMER, 1994). Una de estas regiones es la correspondiente a los espaciadores intergénicos trnT-trnL y trnL-trnF (TABERLET *et al.*, 1991). En el genoma nuclear los espaciadores intergénicos con evolución concertada de la región codificadora del ARN ribosomal (ITS) han sido la fuente de secuencias nucleares más investigada en los estudios evolutivos de las angiospermas (BALDWIN *et al.*, 1995). Los datos de las secuencias de los intrones ITS1 e ITS2 han resultado ser informativos en la resolución de las filogenias tribales y específicas de la subfamilia Pooideae (HSIAO *et al.*, 1995; HSIAO *et al.*, 1999), que incluye a *Festuca*.

Dentro de la amplia representación del género *Festuca* en los sistemas montañosos del norte peninsular existen una serie de taxones específicos e infraespecíficos cuya distribución es exclusiva o mayoritaria en la cordillera pirenaica (MONTERRAT RECODER *et al.*, 1998); algunos de estos taxones endémicos tienen un indudable valor biológico como testigos relícticos de situaciones de aislamiento —áreas refugio— preglaciares o posglaciares, y pudieran ser los ancestros de taxones más recientemente evolucionados. Son destacables los casos de *Festuca borderei* (Hack.) Richter y *F. pyrenaica* Reuter, ambas endémicas de los Pirineos, así como también de *Festuca eskia* Ramond ex DC. endémica pirenaico-cantábrica.

Tomando en consideración todo lo anterior, decidimos enfocar nuestro estudio evolutivo investigando las secuencias nucleotídicas provenientes de la región ITS del genoma nuclear y de la región trnL-F del genoma cloroplástico, a fin de obtener marcadores genéticos para las distintas especies, y poder reconstruir la filogenia de los taxones con sendas moléculas, ensa-

yando la posibilidad de combinar ambas fuentes de datos para establecer una hipótesis contrastada sobre las posibles relaciones filogenéticas en el conjunto de las festucas pirenaicas y, en particular, resolver la ubicación de las especies endémicas.

En este trabajo hemos seguido el tratamiento taxonómico del género *Festuca* L. propuesto por CLAYTON y RENVOIZE (1986), modificado y ampliado a nivel seccional por KERGUÉLEN y PLONKA (1989) e incluyendo el tratamiento subseccional de SAINT-YVES (1922) para la sect. *Festuca*.

La finalidad del estudio persigue los siguientes objetivos:

1. Reconstruir la filogenia de las especies en estudio utilizando secuencias de las regiones ITS del genoma nuclear.
2. Reconstruir la filogenia de las especies en estudio utilizando secuencias de la región intrónica del gen *trnL* y del espaciador entre el gen *trnL* y el gen *trnF* (incluyendo al exón 3' del gen *trnL* entre ambas regiones).
3. Completar un análisis filogenético combinado basado en los datos de secuencias ITS y *trnL-trnF* con resolución de los clados internos y de los taxones terminales.
4. Determinar los grados de parentesco evolutivo de las festucas pirenaicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material estudiado incluye representantes del género *Festuca* L. del Pirineo, con especial interés en aquellos taxones endémicos (Tabla I). En total se analizaron diez especies de festucas pirenaicas, utilizándose como grupo externo para enraizar los árboles filogenéticos a un representante del género *Brachypodium* (*Brachypodium distachyon*), cuya secuencia fue obtenida por nosotros anteriormente (CATALÁN y OLMSTEAD, 2000) y está depositada en la base de datos GenBank. La selección de *Brachypodium distachyon* como grupo externo se basa en la información suministrada por trabajos anteriores donde se evidencia que las Brachypodieae son basales respecto a la tribu Poeae, en la que se incluye el género *Festuca* (CATALÁN *et al.*, 1997; HSIAO *et al.*, 1999). También incluimos un representante del

género *Lolium* (*Lolium perenne*) por su conocida relación con el subgénero *Schedonorus* de *Festuca*, demostrada anteriormente en otros trabajos filogenéticos (CHARMET *et al.*, 1997).

Tabla I. Lista de taxones incluidos en nuestro estudio, clasificados de acuerdo con el tratamiento propuesto por CLAYTON y RENVOIZE (1986), modificado y ampliado por KERGUÉLEN y PLONKA (1989), incluyendo la división subseccional de la sect. *Festuca* de SAINT-YVES (1922): distribución geográfica, localidad de muestreo, autapomorfias ribotípicas y haplotípicas.

Taxón	Distribución geográfica	Localidad de muestreo	Autapomorfias ribotípicas	Autapomorfias haplotípicas
Subgen. <i>Montanae</i> (Hackel) Nyman sect. <i>Montanae</i>				
<i>Festuca altissima</i> All.	Europa y Siberia	Francia: valle de Aspe	12	5 (2 sustituciones, 3 brechas)
Subgen. <i>Schedonorus</i> (P. Beauv.) Petersen. sect. <i>Schedonorus</i>				
<i>Festuca pratensis</i> (Huds.) P. Beauv.	Europa y Siberia	Inglaterra: Wilshire: Calne	0	0
Subgen. <i>Schedonorus</i> (P. Beauv.) Petersen. sect. <i>Plantynia</i> (Dumort.) Tzvelev				
<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	Europa	España: Navarra: Arce: río Urrobi	1	1
Subgen. <i>Festuca</i> L. sect. <i>Subbulbosae</i> Hackel				
<i>Festuca paniculata</i> (L.) Schinz. et Thell. subsp. <i>paniculata</i>	Península Ibérica y Francia	Francia: Mont Aigoual	3	0
Subgen. <i>Festuca</i> L. sect. <i>Eskia</i> Willk.				
<i>Festuca eskia</i> Ramond ex DC.	Cordilleras cantábrica y pirenaica	España: Huesca: Benasque: Hospital	0	0
<i>Festuca gautieri</i> Richter	Norte de la Península Ibérica, Pirineos, sierras de Levante y Andalucía	España: Gerona Ribes de Freser: Nuria	1 (brecha)	8 (7 sustituciones, 1 brecha)
<i>Festuca quadriflora</i> Honckeny	Pirineos y Alpes	Francia: collado de Barrosa	1	1

Tabla I. (Continuación)

Taxón	Distribución geográfica	Localidad de muestreo	Autapomorfias ribotípicas	Autapomorfias haplotípicas
Subgen. <i>Festuca</i> L. sect. <i>Festuca</i> L. («grupo ovina»)				
<i>Festuca alpina</i> Suter	Pirineos y Alpes	España: Huesca: Vallibierna	3	14 (11 sustituciones, 3 brechas)
<i>Festuca borderei</i> (Hack.) Richter	Pirineos	España: Huesca: Vallibierna	1	1 (brecha)
Subgen. <i>Festuca</i> L. sect. <i>Aulaxyper</i> Dumort. («grupo rubra»)				
<i>Festuca pyrenaica</i> Reuter	Pirineos	España: Huesca: Cotiella	4	7 (5 sustituciones, 2 brechas)
<i>Lolium perenne</i>	Europa y Siberia	Inglaterra: cultivar	—	—
<i>Brachypodium distachyon</i>	Región mediterránea	Eslovenia: Ljubljana	—	—

Existe otra serie de taxones presentes en la región pirenaica, incluyendo la especie endémica *Festuca glacialis*, que no han sido incluidos en este estudio.

El material correspondiente a la mayor parte de los taxones en estudio fue previamente colectado en el campo y desecado en gel de sílice. Se procedió a la extracción del ADN de todas las muestras en estudio a partir de este material desecado y, en ciertos casos, de especímenes de herbario bien preservados. Para ello se siguió el procedimiento habitual de precipitación con sales CTAB y etanol, modificado de DOYLE y DOYLE (1987).

Una vez extraído el ADN total de cada muestra, se llevaron a cabo las amplificaciones de las regiones genómicas del ADN ribosomal nuclear (región ITS) y del ADN cloroplástico (región trnL-trnF) utilizando los cebadores adecuados para cada región (cebadores nucleares ITS1 e ITS4, HSIAO *et al.*, 1995; cebadores cloroplásticos *c* y *f*, TABERLET *et al.*, 1991) y siguiendo un programa de amplificación de 39 ciclos (94 °C 1 min., 58 °C 1 min., 72 °C 2 min.) para la región ITS, y un programa de 34 ciclos (92 °C

1 min., 50 °C 1 min., 72 °C 2 min.) para la región trnL-F. Para la secuenciación de estas regiones amplificadas se utilizaron dideoxinucleótidos terminales marcados con fluorocromos; las secuencias fueron obtenidas y resueltas en un secuenciador automático Applied Biosystems 373 siguiendo el protocolo de los fabricantes.

Un problema recurrente en varios taxones estudiados fue la presencia de contaminaciones por hongos endófitos en los amplificadores de la región ITS, problema que se logró solventar mediante la purificación de bandas ITS de *Festuca* (ca. 640 pares de bases) en gel de agarosa con reactivos de QIAquick Gel Extraction kit (QIAGEN cat. n° 28704).

El análisis de los cromatogramas de las secuencias se realizó mediante el programa Chromas v. 1.51; el alineamiento de las mismas se completó con el programa Clustal W v. 1.7, corrigiéndose con posterioridad de forma manual. Las secuencias correspondientes al genoma nuclear (ITS) y al genoma cloroplástico (trnL-trnF) se analizaron separadamente, para luego conducir un análisis combinado de ambas bases de datos. La búsqueda de mutaciones y deleciones identificativas de especies en las regiones secuenciadas se llevó a cabo visualmente con el editor de secuencias del programa MacClade v. 3.0. Las mutaciones informativas halladas en uno u otro caso se utilizaron para la construcción de las filogenias del grupo en estudio empleando métodos cladísticos basados en parsimonia, y la estimación de la bondad de la reconstrucción se calculó mediante el análisis autodocinante² («Bootstrap») (programa PAUP ver. 4, versión beta, Swofford, 1998). Debido a su potencial valor informativo, las deleciones de uno o varios nucleótidos detectadas en las matrices de secuencias nucleares (ITS) y cloroplásticas (trnL-F) fueron incluidas en los análisis codificándolas como caracteres binarios por su presencia o ausencia. Algunas de ellas mostraron un potencial valor diagnóstico como marcadores de grupo o de especie.

² Según GARCÍA-VALDECASAS y SANCHIZ (1989), el término «bootstrap» ha sido traducido por L. Bou —*Investigación y Ciencia*, 82— como ‘autodocinante’, supuestamente siguiendo la iniciativa de E. Cansado, traductor del libro de H. CRAMER (1954), *Métodos matemáticos en Estadística*, Aguilar, que introdujo el término *docimasia* para traducir ‘testing’ y *dócima* para ‘test’. Aunque refiriéndonos a este último término inglés podríamos traducirlo como ‘prueba o ensayo’.

Se contrastaron las filogenias obtenidas a partir de secuencias nucleares ITS con las obtenidas a partir de secuencias cloroplásticas trnL-trnF. Se comprobó la capacidad de combinación de ambas bases de datos mediante la prueba de partición de la heterogeneidad (FARRIS *et al.*, 1995), incluida en el programa PAUP v. 4.0. Una vez verificada la homogeneidad de dichas matrices, se procedió a realizar un análisis filogenético con la base de datos combinada resultante para intentar obtener una reconstrucción evolutiva más resuelta del conjunto de los taxones.

RESULTADOS

Análisis de secuencias nucleares (ITS)

Fueron secuenciados representantes de diez especies de *Festuca* y una especie de *Lolium* (*Lolium perenne*), incluyendo como grupo externo a *Brachypodium distachyon* (Tabla I).

El alineamiento de estas 12 secuencias produjo una matriz de datos de 606 caracteres correspondientes a la región ITS1-5.8S-ITS2, requiriéndose la introducción de nueve deleciones, cinco de las cuales eran potencialmente informativas.

Diferentes sustituciones nucleotídicas de las especies en estudio en esas posiciones con respecto a la secuencia consenso, así como la presencia de deleciones, proporcionan potenciales marcadores genómicos específicos (ribotipos). No obstante, al tratarse de un estudio preliminar en el que únicamente se ha secuenciado un representante de cada taxón, la caracterización ribotípica de estos taxones debe tomarse como provisional. En la tabla I se indica el número de caracteres variables exclusivos para cada especie (autapomorfias) que constituyen potenciales marcadores genéticos específicos.

De los 615 caracteres totales (sustituciones más deleciones), 477 caracteres son constantes (76%), y 138 son caracteres variables (22%); de estos últimos, 52 son caracteres potencialmente informativos (8% del total de caracteres), y 86 caracteres no son informativos (14% del total de caracteres).

Análisis filogenético (ITS)

Aplicando el método de parsimonia en una búsqueda exacta por el método de «branch and bound» se encontraron dos árboles igualmente parsimoniosos de 195 cambios de longitud (apomorfias), uno de los cuales se muestra en la figura 1-A.

El árbol consenso estricto de los dos árboles más parsimoniosos se muestra en la figura 1-B. El árbol más parsimonioso mostrado en la figura 1-A presenta un índice de consistencia de 0,7126 (excluyendo los caracteres no informativos) y un índice de retención de 0,8162. La topología de este árbol es coincidente con la del árbol consenso estricto, mostrando resuelto el clado (*F. borderei*, *F. pyrenaica*), *F. alpina*) (Fig. 1, A y B). Según la hipótesis evolutiva basada en el análisis de las secuencias ITS de este grupo de taxones, *Festuca paniculata* podría ser un linaje basal, seguido de la divergencia del grupo compuesto por las especies del subgénero *Schedonorus* (*Festuca gigantea* y *F. pratensis*) y *Lolium perenne*, que forman una politomía, separándose a continuación la especie *Festuca altissima*, a la que sigue la divergencia de un clado politómico que incluye *Festuca quadriflora* y *F. gautieri*, y un subclado de especies más recientemente evolucionadas de las que *Festuca eskia* es taxón hermano del grupo de representantes de las sects. *Festuca* (*Festuca alpina* y *F. borderei*) y *Aulaxyper* (*Festuca pyrenaica*).

En estos árboles los clados sustentados por un mayor número de cambios y apoyados por valores autodocinantes más elevados (100%) son los correspondientes al grupo *Schedonorus* + *Lolium*, al grupo sect. *Eskia* + sect. *Festuca* + sect. *Aulaxyper*, y al grupo *Festuca* gr. ovina + *Festuca* gr. rubra (sect. *Festuca* + sect. *Aulaxyper*) (Fig. 1).

ANÁLISIS DE SECUENCIAS CLOROPLÁSTICAS (trnL-F)

Al igual que en el análisis ITS, en el estudio de la región cloroplástica trnL-F, fueron secuenciados representantes de diez especies de *Festuca* y una especie de *Lolium* (*Lolium perenne*), incluyendo como grupo externo a *Brachypodium distachyon* (Tabla I).

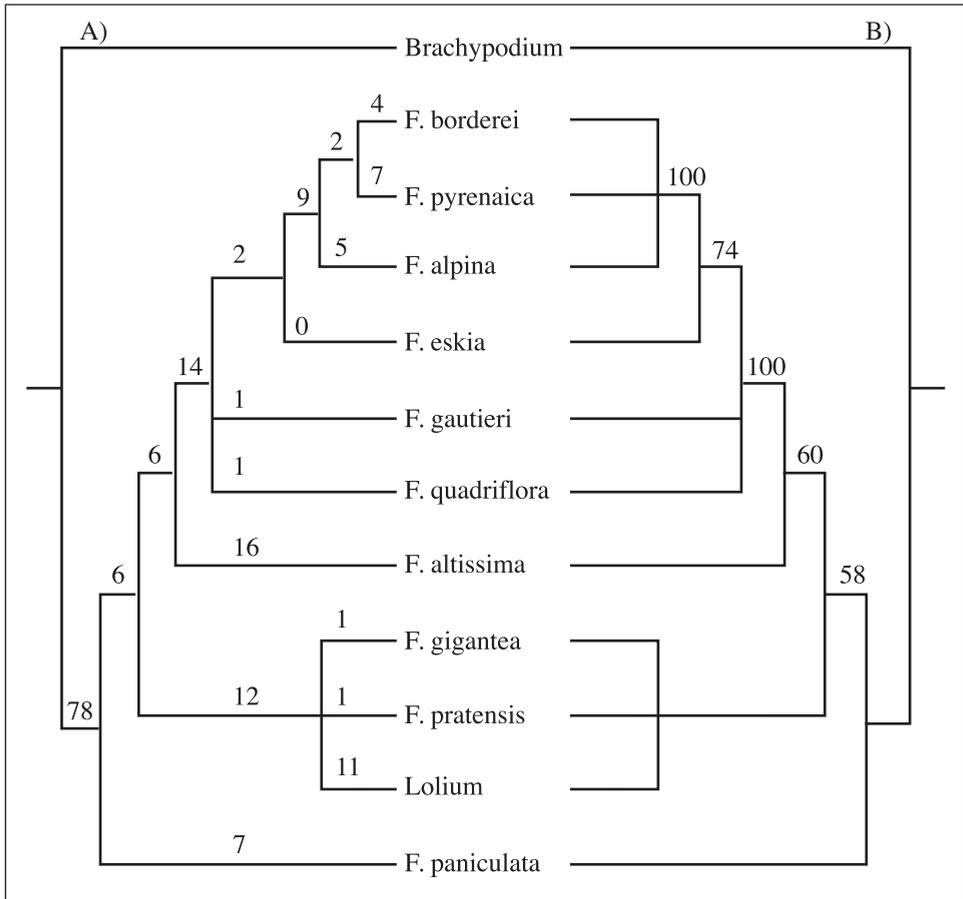


Fig. 1. ITS. A) Uno de los dos árboles más parsimoniosos producto del análisis de la matriz de datos ITS, los números sobre las ramas indican el número de cambios que las sustentan. B) Árbol consenso estricto de dos árboles más parsimoniosos de la matriz de datos ITS, los números sobre las ramas indican el índice autodocinante («bootstrap») que apoya el clado (%).

El alineamiento de estas 12 secuencias produjo una matriz de datos de 984 caracteres correspondientes a la región intrónica del gen *trnL* y a la región espaciadora intergénica *trnL-trnF* (incluyendo el exón 3' *trnL*). El alineamiento de las secuencias requirió la introducción de 35 deleciones, 23 de las cuales son informativas.

Del conjunto de 1.019 caracteres, sustituciones más deleciones, 884 son caracteres constantes (87%) y 135 son caracteres variables (13%); de estos últimos, 44 caracteres son potencialmente informativos (4% del total de caracteres), y 91 caracteres variables son parsimoniosamente no informativos (9% del total de caracteres).

Las proporciones de mutaciones variables e informativas halladas para el grupo de taxones en estudio indican que, pese a haber secuenciado un fragmento genómico cloroplástico de mayor tamaño que el nuclear ITS, la tasa de mutación de esta región cloroplástica en *Festuca* es menor que la de la región nuclear. Estos resultados coinciden con hallazgos anteriores en gramíneas y en otras angiospermas, confirmando el mayor grado de conservación del genoma plastídico. No obstante, las mutaciones halladas en la región trnL-F muestran un valor taxonómico y filogenético para este grupo de festucas.

Diferentes sustituciones nucleotídicas de las especies en estudio en esas posiciones, con respecto a la secuencia consenso, y la presencia de deleciones exclusivas proporcionan potenciales marcadores genómicos específicos (haplotipos cloroplásticos). Al igual que ocurría con los marcadores ribotípicos ITS, el valor diagnóstico de estos marcadores haplotípicos cloroplásticos trnL-F debe tomarse como provisional hasta que la representatividad de los taxones en estudio se amplíe a nuevas muestras de procedencia distinta a las aquí estudiadas. En la tabla I se indica el número de caracteres autapomórficos que constituyen marcadores genéticos específicos.

Análisis filogenético (trnL-F)

El método de parsimonia mediante una búsqueda exacta por «branch and bound» generó tres árboles igualmente parsimoniosos de 160 cambios de longitud (apomorfias), con un índice de consistencia de 0,7273 (excluyendo a los caracteres no informativos) y un índice de retención de 0,8548. En la figura 2-A se muestra uno de esos árboles más parsimoniosos y en la figura 2-B el árbol consenso estricto de los tres.

La topología del árbol más parsimonioso mostrado en la figura 2-A indica la presencia de dos clados hermanos, uno correspondiente al grupo de la sect. *Eskia* + sect. *Festuca* + sect. *Aulaxyper* sustentado por un alto número de cambios (13) y por un índice autodocinante de 100%; y el otro

que incluye a representantes del subgen. *Montanae* (*Festuca altissima*), de la sect. *Subbulbosae* (*Festuca paniculata*) y del grupo *Schedonorus* + *Lolium perenne*. Dentro de este último clado, el grupo que aparece apoyado por un número de cambios más alto (11) y por un porcentaje autodocinante de 100% es el que incluye a los representantes del subgen. *Schedonorus* y a *Lolium perenne*, divergiendo *Festuca gigantea* del clado formado por los taxones hermanos *Festuca pratensis* y *Lolium perenne*.

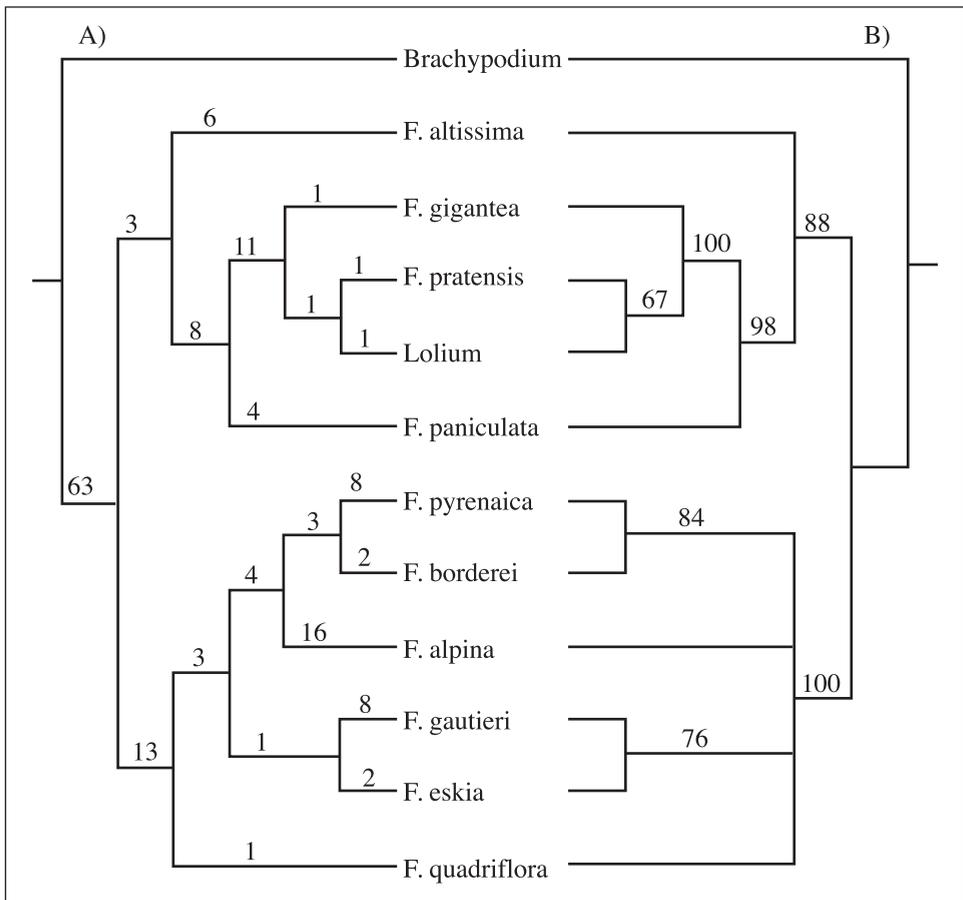


Fig. 2. trnL-F. A) Uno de los tres árboles más parsimoniosos producto del análisis de la matriz de datos trnL-F, los números sobre las ramas indican el número de cambios que las sustentan. B) Árbol consenso estricto de los tres árboles más parsimoniosos de la matriz de datos trnL-F, los números sobre las ramas indican el índice autodocinante («bootstrap») que apoya el clado (%).

Combinación de bases de datos ITS y trnL-F. Análisis filogenéticos

Pese a que las topologías obtenidas tras los análisis de las secuencias ribosómicas ITS y de las secuencias cloroplásticas trnL-F no son totalmente congruentes entre sí, se observa una notable coincidencia en la ubicación de los clados mejor sustentados en uno y otro caso. Para intentar obtener la mejor resolución posible de la filogenia del grupo de festucas en estudio, basada en las dos fuentes de datos analizadas, procedi-

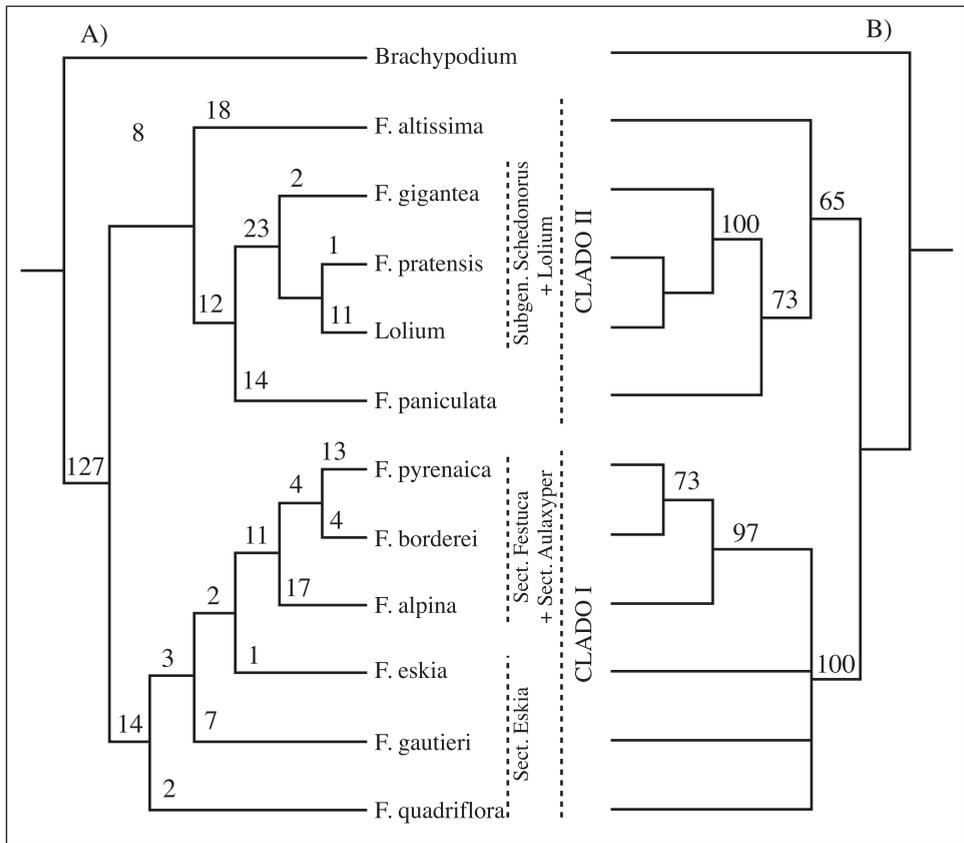


Fig. 3. ITS-trnL-F. A) Uno de los tres árboles más parsimoniosos producto del análisis de la matriz de datos combinada ITS-trnL-F, los números sobre las ramas indican el número de cambios que las sustentan. B) Árbol consenso estricto de los tres árboles más parsimoniosos de la matriz de datos combinada, los números sobre las ramas indican el índice autodocinante («bootstrap») que apoya el clado (%). Clado I: «festucas de hojas finas»; clado II: «festucas de hojas anchas».

mos a realizar una prueba de heterogeneidad con el fin de comprobar si las dos bases de datos podían ser combinadas. Al aplicar la Prueba de Heterogeneidad de FARRIS *et al.* (1995), obtuvimos un valor $p = 0,15$ tras una búsqueda «branch and bound» de mil replicados. Este resultado nos indica que, a pesar de que las dos matrices de datos muestran un relativo bajo índice de homogeneidad, las longitudes de los árboles construidos tras las particiones aleatorias no son significativamente diferentes de los construidos a partir de las particiones originales, y por ello es factible un análisis combinado de ambas. El análisis filogenético basado en esta matriz combinada mediante una búsqueda exacta «branch and bound» produjo tres árboles igualmente parsimoniosos de 347 cambios de longitud (apomorfias). Uno de estos árboles más parsimoniosos se muestra en la figura 3-A, este árbol presenta un índice de consistencia de 0,7143 (excluyendo a los caracteres no informativos) y un índice de retención de 0,8249. El árbol consenso estricto de los tres árboles más parsimoniosos obtenidos del análisis de esta base de datos combinada se muestra en la figura 3-B.

En la topología mostrada en la figura 3-A se observa la separación de las festucas en estudio en dos clados hermanos, uno de ellos incluye los representantes de la sect. *Eskia*, la sect. *Festuca* y la sect. *Aulaxyper*, y el otro a los representantes del subgen. *Montanae*, de la sect. *Subbulbosae* y del grupo *Schedonorus* + *Lolium* (Fig. 3).

El primero de estos clados es compartido por los árboles más parsimoniosos ITS (Fig. 1-A) y trnL-F (Fig. 2-A), observándose la posición basal que ocupan los representantes de la sect. *Eskia* con respecto a los representantes más recientemente evolucionados de las sects. *Festuca* y *Aulaxyper*.

El segundo clado muestra un orden de divergencia similar al obtenido con la base de datos trnL-F. En este grupo *Festuca altissima* se resuelve en una posición basal, seguida por la divergencia de *Festuca paniculata* y por la del subclado formado por la relación hermana de *Festuca gigantea* y el clado *F. pratensis* / *Lolium perenne*, siendo congruente este subclado en las topologías de los árboles más parsimoniosos ITS (Fig. 1-A) y trnL-F (Fig. 2-A).

DISCUSIÓN

Tras los análisis filogenéticos del grupo de festucas en estudio, basados tanto en análisis independientes de las matrices de secuencias ITS y trnL-F como en el análisis combinado de ambas fuentes de datos, se observa la existencia de dos clados claramente definidos y sólidamente sustentados. Uno de ellos muestra la monofilia del grupo que incluye los representantes de la sect. *Eskia*, sect. *Festuca* y sect. *Aulaxyper*, el otro muestra el estrecho grado de parentesco entre los representantes del subgen. *Schedonorus* y *Lolium perenne*, corroborando resultados obtenidos anteriormente por otros autores (LEHVÄSLAIHO *et al.*, 1987; DARBYSHIRE y WARWICK, 1992; CHARMET *et al.*, 1997; y referencias incluidas en estos trabajos). Nuestra topología también apoya la parafilia del subgen. *Schedonorus* indicada por CHARMET *et al.* (1997).

El presente estudio apunta hacia un origen monofilético del grupo formado por los representantes de las secciones *Eskia*, *Festuca* y *Aulaxyper*, que comprenden especies cuyos individuos presentan hojas con plegadura y que tradicionalmente se conocen como «festucas de hojas finas». El análisis parece mostrar también un carácter más ancestral de los representantes de la sect. *Eskia* con respecto a los representantes en apariencia más recientemente evolucionados de las sects. *Festuca* y *Aulaxyper*.

Si bien los estudios taxonómicos habidos hasta la fecha han mantenido la jerarquía seccional del grupo *Eskia*, nuestros resultados indican que se trata de un grupo parafilético cuyo valor sistemático habría que revisar. Los representantes de la sect. *Eskia* incluidos en este trabajo muestran un estrecho grado de parentesco evolutivo al colapsar sus ramas en una politomía en el árbol consenso estricto basado en la matriz de datos combinada mostrada en la figura 3-B.

En lo referente a los representantes del grupo sect. *Festuca* + sect. *Aulaxyper* hemos constatado su carácter monofilético de acuerdo con los resultados del árbol consenso estricto basado en la matriz de datos combinada (Fig. 3-B). Este clado está apoyado por un número relativamente elevado de cambios (11; Fig. 3-A) y un índice autodocinante de 97%.

Los resultados del análisis efectuado muestran a *Festuca alpina* como el taxón hermano del grupo formado por *Festuca pyrenaica* y *F. borderei*.

Sin embargo, al ser muy limitado el número de representantes correspondientes a las sects. *Festuca* y *Aulaxyper* incluidas en nuestro estudio, no pueden extraerse conclusiones definitivas sobre las relaciones de parentesco entre estos taxones. Puesto que las secciones *Festuca* y *Aulaxyper* son las más amplias en cuanto a número de taxones dentro del género, deberán ser objeto de un estudio más exhaustivo.

Origen de las especies de Festuca pirenaicas

Basándonos en los resultados del árbol consenso estricto obtenido del análisis «branch and bound» de la matriz de datos combinados de secuencias ITS y trnL-F, distinguimos dos linajes evolutivos para los taxones de *Festuca* estudiados. Uno de ellos comprende a las «festucas de hojas finas» (clado I) y el otro a las «festucas de hojas anchas» (clado II). Dentro del segundo clado, *Festuca altissima*, taxón de las montañas del sur de Europa y representante del subgen. *Montanae*, sería una especie potencialmente ancestral, tratándose de una planta nemoral que habita preferentemente en hayedos y abetales, mientras que *Festuca paniculata* subsp. *paniculata*, taxón del sur europeo y representante de la sect. *Subbulbosae*, característico de pastos acidófilos subalpinos, parece haber divergido más recientemente. El grupo más recientemente evolucionado en este clado correspondería a los representantes del subgen. *Schedonorus* + *Lolium*, dentro de los cuales *Festuca gigantea*, planta silvática euro-siberiana y representante de la sect. *Plantynia*, diverge con anterioridad a la separación de los grupos hermanos *Festuca pratensis* y *Lolium perenne*. La especie *Festuca pratensis*, elemento euro-siberiano y representante de la sect. *Schedonorus*, típica de prados de siega en los Pirineos, muestra un estrecho parentesco con el representante del género *Lolium*, hecho reflejado por la existencia de híbridos intergenéricos espontáneos y ya evidenciado por estudios anteriores.

El grupo que mejor representa los orígenes evolutivos de los taxones pirenaico-cantábricos propiamente endémicos, y su posible relación con los eventos de especiación pre y posglaciales, es el constituido por los representantes del clado I pertenecientes a las sects. *Eskia*, *Festuca* y *Aulaxyper*. Según la topología del árbol ITS-trnL-F más parsimonioso mos-

trado en la figura 3-A, *Festuca quadriflora*, taxón alpino-pirenaico, distribuido en los pastos basófilos del piso alpino, podría constituir un linaje ancestral, seguido de las divergencias sucesivas de *Festuca gautieri*, taxón ibérico-pirenaico característico de pastos xéricos del piso subalpino, y de *Festuca eskia*, especie distribuida en las montañas pirenaicas y del norte peninsular característica de pastos acidófilos del piso subalpino.

La gran similitud genómica entre estos tres taxones y su proximidad evolutiva (Fig. 3-B), contribuye a explicar la existencia de híbridos interespecíficos espontáneos entre ellos que han sido detectados en los Pirineos y en los Picos de Europa.

Entre los representantes del grupo sect. *Festuca* + sect. *Aulaxyper* más recientemente evolucionados, *Festuca alpina*, elemento alpino-pirenaico típico de roquedos calcáreos y representante de la sect. *Festuca* subsect. *Festuca*, supone un linaje hermano respecto a los dos endemismos pirenaicos próximamente emparentados: *Festuca pyrenaica*, taxón clasificado en la sect. *Aulaxyper* y especie típica de gleras calcáreas del piso subalpino, y *Festuca borderei*, taxón clasificado en la sect. *Festuca* subsect. *Exaratae*, característico de roquedos silíceos del piso alpino.

AGRADECIMIENTOS

A las Dras. M. A. Rivas Ponce y C. Cebolla, por facilitarnos material de herbario de *Festuca paniculata* subsp. *paniculata*, y al Dr. C. A. Stace, por proveernos de material fresco de *Festuca pratensis* y *Lolium perenne*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALDWIN, B. G.; SANDERSON, M. J.; PORTER, J. M.; WOJCIECHOWSKI, M. F.; CAMPBELL, C. S., y DONOGHUE, M. J. (1995). The ITS region of nuclear ribosomal DNA: a valuable source of evidence on angiosperm phylogeny. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 82: 247-277.
- CATALÁN, P.; KELLOGG, E. A., y OLMSTEAD, R. G. (1997). Phylogeny of Poaceae subfamily Pooideae based on chloroplast *ndhF* gene sequences. *Mol. Phylog. Evol.*, 8 (2): 150-166.
- CATALÁN, P., y OLMSTEAD, R. G. (2000). Phylogenetic reconstruction of the genus *Brachypodium* P. Beauv. (Poaceae) from combined sequences of chloroplast *ndhF* gene and nuclear ITS. *Pl. Syst. Evol.*, 220: 1-19.

- CHARMET, G; RAVEL, C., y BALFOURIER, F. (1997). Phylogenetic analysis in the Festuca-Lolium complex using molecular markers and ITS rDNA. *Theor. Appl. Genet.*, 94: 1038-1046.
- CLAYTON, W. D., y RENVOIZE, S. A. (1986). Genera Graminum. Grasses of the world. *Kew Bull. Additional series*, XIII. 389 pp. [*Festuca*: 93-94]. Londres.
- DARBYSHIRE, S. J., y WARWICK, S. I. (1992). Phylogeny of North American Festuca (Poaceae) and related genera using chloroplast DNA restriction site variation. *Can. J. Bot.*, 70: 2415-2429.
- DOYLE, J. J., y DOYLE, J. L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem. Bull.*, 19: 11-15.
- FARRIS, J. S.; KÄLLERSJÖ, M.; KLUGE, A. G., y BULT, C. (1995). Testing significance of incongruence. *Forum. Cladistics.*, 10: 315-319.
- GARCÍA-VALDECASAS, A., y SANCHIZ, B. (1989). La inferencia filogenética. En AGUIRRE, E. (coord.). *Paleontología. Nuevas Tendencias*, 10: 47-59. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- HACKEL, E. (1882). *Monographia festucarum europaeum*. Verlag von Theodor Fischer. Berlín. 216 pp.
- HILLIS, D. M.; MABLE, B. K., y MORITZ, C. (1996). Applications of molecular systematics: the state of the field and a look to the future. En HILLIS, D. M., *et al.* (eds.). *Molecular Systematics*: 515-543. 2ª ed. Sinauer. Sunderland.
- HOLUB, J. (1984). New Genera in Phanerogamae [1-3]. *Folia Goebotánica et Phytotaxonomical* (Praga), 19 (1): 95-99.
- HSIAO, C.; CHATTERTON, N. J.; ASAY, K. H., y JENSEN, K. B. (1995). Molecular phylogeny of the Pooideae (Poaceae) based on nuclear rDNA (ITS) sequences. *Theor. Appl. Genet.*, 90: 389-398.
- HSIAO, C.; JACOBS, S. W. L.; CHATTERTON, N. J., y ASAY, K. H. (1999). A Molecular Phylogeny of the Grass Family (Poaceae) Based on the Sequences of Nuclear Ribosomal DNA (ITS). *Australian Systematic Botany*, 11: 667-688.
- KELLOGG, E. A., y WATSON, L. (1993). Phylogenetic studies of a large data set. I. Bambusoideae, Andropogonodae, and Pooideae (Gramineae). *Botanical Review*, 59: 273-343.
- KERGUÉLEN, M., y PLONKA, F. (1989). Les Festuca de la Flore de France (Corse comprise). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest N. S.*, n° esp., 10: 1-368.
- LEHVÄSLAIHO, H.; SAURA, A., y LOKKI, J. (1987). Chloroplast DNA variation in the grass tribe Festuceae. *Theor. Appl. Genet.*, 74: 298-302.
- MONTSERRAT RECODER, P.; RIVAS PONCE, M. A., y CEBOLLA, C. (1998). Las gramíneas en el ambiente pirenaico-cantábrico. *J. Bot. Soc. Bot. Fr.*, 5: 91-96.
- OLMSTEAD, R. G., y PALMER, J. D. (1994). Chloroplast DNA systematics: a review of methods and data analysis. *Amer. J. Bot.*, 81 (9): 1205-1224.

- PAGE, R. D. M., y HOMES, E. C. (1998). *Molecular Evolution. A phylogenetic Approach*. 1ª ed. Blackwell Science Ltd. Oxford-Londres. 346 pp.
- SAINT-YVES, A. (1922). Les *Festuca* (subg. Eu-Festuca) de l'Afrique du Nord et des Îles Atlantiques. *Candollea*, 1: 1-63.
- SAINT-YVES, A. (1927). Tentamen. Claves analyticae *Festucarum veteris orbis* (subgen. Eu-Festucarum) ad subspecies, multas varietates et nonnullas subvarietates usque ducentes. *Rev. Bretonne Bot. Pure Appl.*: 1-124.
- SORENG, R. J.; DAVIS, J. I., y DOYLE, J. J. (1990). A phylogenetic analysis of chloroplast DNA restriction site variation in Poaceae subfam. Pooideae. *Pl. Syst. Evol.*, 172: 83-97.
- SWOFFORD, D. L. (1998). *PAUP: Phylogenetic Analysis Using Parsimony*, ver. 4β test. Sinauer, MA. USA.
- TABERLET, P.; GIELLY, L.; PAUTON, G., y BOUVET, J. (1991). Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Pl. Mol. Biol.*, 17: 1105-1109.

**ESPECIES DE CHRYSIDIDAE Y BETHYLIDAE (HYMENOPTERA:
CHRYSIDOIDEA) COLECTADAS EN UN SABINAR DE *JUNIPERUS
THURIFERA* L. EN LOS MONEGROS (ZARAGOZA, ESPAÑA), CON
OTRAS CITAS DE INTERÉS PARA EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL**

Hubert TUSSAC¹
Javier BLASCO-ZUMETA²

RESUMEN.— Durante los años 1989 a 1994 ha tenido lugar el inventario de los Chrysididae y Bethylidae de un bosque de *Juniperus thurifera* L. en Los Monegros (Zaragoza). Se han colectado un total de 224 especímenes pertenecientes a 59 especies y 23 géneros. Estos datos se completan con información adicional sobre la corología de ocho especies escasamente conocidas en el Mediterráneo occidental. Se citan por primera vez para la Península Ibérica *Chrysis fugax* Abeille, 1878, *Chrysis perexigua* Linsenmaier, 1959, *Chrysis phryne* Abeille, 1878, *Anoxus coniceps* (Kieffer, 1904), *Allepyris microneurus* Kieffer, 1906, *Epyris brevipennis* Kieffer, 1906, *Laelius anthrenivorus* Trani, 1909 y *Lytepyris biscrensis* (Kieffer, 1906).

ABSTRACT.— *Species of Chrysididae and Bethylidae (Hymenoptera: Chryridoidea) collected in a forest of Juniperus thurifera L. in the Los Monegros region (Zaragoza) with new interesting records for the West Mediterranean region.* A survey of the Chrysididae and Bethylidae of a *Juniperus thurifera* L. forest of the Los Monegros region (Zaragoza) was carried out between 1989 and 1994. In all, 224 specimens belonging to 59 species and 23 genera were collected. These data are completed with additional infor-

¹ 182, Av. Jean Lurçat. F-46000 CAHORS.

² Hispanidad, 8. E-50750 PINA DE EBRO (Zaragoza).

mation on the chorology of eight species poorly known in the West Mediterranean region. The first records for the Iberian Peninsula of *Chrysis fugax* Abeille, 1878, *Chrysis perexigua* Linsenmaier, 1959, *Chrysis phryne* Abeille, 1878, *Anoxus coniceps* (Kieffer, 1904), *Allepyris microneurus* Kieffer, 1906, *Epyris brevipennis* Kieffer, 1906, *Laelius anthrenivorus* Trani, 1909 and *Lytepyris biscrensis* (Kieffer, 1906) are included.

KEY WORDS.— Hymenoptera, Chrysididae, Bethyilidae, Monegros region, Spain.

INTRODUCCIÓN

Nuestro conocimiento de la biología y sistemática de los Bethyilidae del occidente de Europa es realmente deficiente, como lo demuestra el hecho de que, para Los Monegros, se han podido determinar solo 16 taxones de los 29 colectados. Los Chrysididae ibéricos, en cambio, han sido exhaustivamente tratados por MINGO (1994), que recoge los datos conocidos de esta familia hasta el momento, justificándose el listado que se aporta en este trabajo por la información relacionada con especies existentes en uno de los biotopos más singulares de la Península Ibérica (MELIC y BLASCO-ZUMETA, 1998). No obstante, y con el fin de completar nuestros conocimientos sobre la corología del grupo, se aportan citas de interés no publicadas sobre algunos betílidos y crisídidos poco conocidos y referidas tanto a la Península Ibérica, como al sur de Francia y norte de África (H. TUSSAC *det.* y *leg.*).

El presente trabajo se enmarca en el inventario general de la biocenosis de un sabinar de *Juniperus thurifera* L. representativo de las comunidades vegetales asociadas al yeso de la comarca de Los Monegros. Habiendo sido ya publicado el listado de especies de Dryinidae y Embolemidae de la zona estudiada (OLMI *et al.*, 1998), se trata aquí el resto de los taxones de la superfamilia Chryridoidea colectados en el área. La comarca de Los Monegros (Zaragoza, NE de España) se enclava en el centro de la depresión terciaria del valle del Ebro. El clima puede considerarse como continental árido (OCHOA, 1982) caracterizándose por temperaturas anuales extremas (de -10 °C a más de 40 °C), pluviometría media anual escasa (200-400 mm) con déficit hídrico superior a los 300 mm y vientos dominantes (del NO y SE, respectivamente) de gran capacidad desecadora.

Las capturas se han realizado en la formación de sabinas (*Juniperus thurifera* L.) del paraje conocido como «Retuerta de Pina», término municipal de Pina de Ebro, UTM 30TYL29. La zona de muestreo se asienta en las laderas y cimas de una compleja red de barrancos de fondo plano, cuya facies litológica representativa es la «formación Retuerta» del Mioceno (QUIRANTES, 1978) esencialmente yesífera, a base de yesos masivos blancos o muy claros y limos yesíferos. La altura sobre el nivel del mar va desde los 300 a los 400 metros.

El periodo de muestreo abarca el periodo 1989-1994. De los medios utilizados para la recolección de artrópodos (ver RIBES *et al.*, 1997), han resultado efectivos los siguientes para crisídidos y betílidos: trampa Moericke, platos de colores, trampa Malaise, trampa de luz, barrido sobre plantas (se colectaron ejemplares sobre el *Agropyro-Lygeion* Br.-Bl. & Bolòs, *Ephedra nebrodensis* Tineo ex Guss., *Gypsophila struthium* L. ssp. *hispanica* (Willk.) G. López, *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss, *Tamarix canariensis* Willd., *Carduus bourgeanus* Boiss. et Reut., *Eruca vesicaria* (L.) Cav., *Eryngium campestre* L., *Medicago sativa* L., *Onopordum corymbosum* Willk., *Onopordum nervosum* Boiss., *Reseda lutea* L. y *Thapsia villosa* L.), trampa Wilkening y embudo Berlese (dieron ejemplares las muestras con humus bajo *Juniperus thurifera* L., *Quercus coccifera* L. y *Frankenia thymifolia* Desf.). De especial relevancia fueron las cajas de emergencia conteniendo nidos artificiales. Estos consistían en cilindros hechos de papel (15 cm de longitud y 1 de diámetro) que se mantuvieron en el campo desde el 4.IV.94 hasta 16.IX.94 y 29.V.93 hasta 28.VII.93. Fueron colonizados por *Euodynerus variegatus variegatus* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae) (L. Castro *det.*) y *Osmia latreillei latreille* (Spinola, 1806) (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae) (F. Torres *det.*).

Los datos sobre corología y biología han sido consultados en BUYSSON (1895); KIEFFER (1904, 1914); LINSENMAIER (1951, 1959, 1987); HEDQVIST (1975); KIMSEY y BOHART (1990) y MINGO (1994).

RESULTADOS

Se enumeran a continuación las especies de Chrysididae y Bethylidae determinadas a nivel específico, indicando los siguientes datos: número

de ejemplares y sexo de los mismos, método y fecha de recolección en el caso de los especímenes colectados en Los Monegros, y lugar de captura, fecha y número de ejemplares para las especies encontradas fuera de la zona estudiada.

SUPERFAMILIA CHRYSIDOIDEA

FAMILIA CHRYSIDIDAE

SUBFAMILIA CLEPTINAE

Cleptes nitidulus (Fabricius, 1793)

Elemento paleártico, con escasas citas en España: Salamanca, Soria, Teruel y Zamora. Parasitoide de Tenthredinidae (Hymenoptera, Symphyta).

Material estudiado: 1 ♀. Platos de colores: 6.VII.90: 1 ♀.

Cleptes semiauratus (Linnaeus, 1761)

Elemento paleártico. En España se conoce principalmente de la zona centro, con una única cita septentrional en Cataluña. Parasitoide de Tenthredinidae (Hymenoptera, Symphyta).

Material estudiado: 1 ♀. Barrido: en *Carduus bourgeanus*, 20.V.89: 1 ♀.

SUBFAMILIA CHRYSIDINAE

Elampus spina (Lepeletier, 1806)

Elemento paleártico meridional, distribuido por toda la Península Ibérica. Parasitoide de Sphecidae (Hymenoptera, Sphecoidea).

Material estudiado: 1 ♀. Trampa Malaise: 7.VI.91: 1 ♀.

Hedychridium anale (Dahlbom, 1854)

Elemento paleártico, preferentemente circunmediterráneo. Distribuido por toda la Península Ibérica.

Material estudiado: 1 ♀. Barrido: en *Reseda lutea*, 18.VI.93: 1 ♀.

Hedychridium auriventris Mercet, 1904

Endemismo ibérico, localizado principalmente en la zona centro.

Material estudiado: 2 ♂♂ 32 ♀♀. Platos de colores: 7.V.91: 1 ♀. Trampa Malaise: 24.V.91: 2 ♀♀; 7.VI.91: 1 ♀; 20.VI.91: 2 ♀♀; 25.VII.91: 6 ♀♀; 25.VIII.91: 1 ♂ 5 ♀♀. Barrido: en *Gypsophila struthium*, 1.VIII.91: 1 ♂ 15 ♀♀.

Hedychridium femoratum (Dahlbom, 1854)

Elemento circummediterráneo, común en la mitad norte peninsular.

Material estudiado: 2 ♂♂ 6 ♀♀. Platos de colores: 6.VII.91: 3 ♀♀; 9.IX.91: 1 ♀. Trampa Malaise: 6.VII.91: 3 ♀♀; 7.VIII.91: 1 ♀. Barrido: en *Gypsophila struthium*, 28.VIII.92: 1 ♂.

Hedychridium ibericum Linsenmaier, 1959

Nueva cita para Portugal. Milfontes, 14.VI.1980: 1 ♀.

Hedychridium infans Abeille, 1878

Portugal, Nazare (UTM 29MD98), 17.VI.1980: 1 ♀.

Hedychridium iucundum (Mocsáry, 1889)

Elemento paleártico, distribuido por toda la Península Ibérica..

Material estudiado: 2 ♀♀. Platos de colores: 20.VI.91: 1 ♀. Barrido: en *Gypsophila struthium*, 28.VIII.92: 1 ♀.

Hedychridium krajniki Balthasar, 1946

Elemento europeo central y meridional, con dos únicas citas ibéricas en Soria y Zaragoza. Citado también en Rosas (Gerona), 25.VII.1979: 1 ♂ 1 ♀ y en Nazare (Portugal), 17.VI.1980: 1 ♀.

Material estudiado: 7 ♂♂ 8 ♀♀. Platos de colores: 30.VII.90: 7 ♂♂; 22.VIII.90: 1 ♀; 18.VI.91: 2 ♀♀; 8.VII.91: 2 ♀♀. Trampa Malaise: 18.IX.90: 1 ♀; 20.VI.91: 2 ♀♀.

Hedychridium mediocrum Linsenmaier, 1987

Elemento paleártico, citado solo en la zona centro de la Península Ibérica.

Material estudiado: 1 ♀. Trampa Malaise: 20.VI.92: 1 ♀.

Hedychridium monochroum Buysson, 1888

Elemento paleártico meridional, siendo más abundante en la zona centro y sur peninsular.

Material estudiado: 1 ♀. Barrido: en *Gypsophila struthium*, 6.VII.91: 1 ♀.

Hedychrum longicolle Abeille, 1877

Elemento paleártico, distribuido por toda la Península Ibérica.

Material estudiado: 4 ♂♂ 2 ♀♀. Trampa Malaise: 6.VII.91: 1 ♀. Barrido: en *Eryngium campestre*, 18.VII.91: 3 ♂♂ 1 ♀; en *Gypsophila struthium*, 22.VIII.89, 1 ♂.

Hedychrum rutilans Dahlbom, 1854

Elemento paleártico, distribuido por toda la Península Ibérica. Parasitoide de Spheciidae (Hymenoptera, Sphecoidea).

Material estudiado: 1 ♂. Barrido: en *Eryngium campestre*, 18.VII.91: 1 ♂.

Holopyga chrysonotus (Förster, 1835)

Elemento paleártico, con mayor incidencia en Europa central y meridional. Muy común en la Península Ibérica.

Material estudiado: 1 ♂ 2 ♀♀. Barrido: en *Reseda lutea*, 18.VI.93: 1 ♂ 2 ♀♀.

Holopyga fervida (Fabricius, 1781)

Elemento paleártico, distribuido por toda la Península Ibérica.

Material estudiado: 1 ♂. Barrido: en *Onopordum nervosum*, 14.VI.92: 1 ♀.

Holopyga gogorzae Trautmann, 1926

Elemento ibérico, citado también en el sur de Francia (TUSSAC, 1994).

Material estudiado: 4 ♂♂ 3 ♀♀. Trampa Moericke: 28.VIII.90: 1 ♂. Trampa Malaise: 27.VII.91: 1 ♀; 25.VIII.92: 1 ♂ 1 ♀. Barrido: en *Eruca vesicaria*, 28.VI.92: 1 ♀; en *Reseda lutea*, 18.VI.93: 2 ♂♂.

Holopyga ignicollis Dahlbom, 1854

Elemento paleártico con mayor incidencia en la zona meridional. Presente en toda la Península Ibérica.

Material estudiado: 3 ♂♂ 2 ♀♀. Platos de colores: 7.VI.91: 1 ♂. Barrido: en *Eryngium campestre*, 28.VII.93: 1 ♂; en *Reseda lutea*, 18.VI.93: 1 ♂ 2 ♀♀.

Holopyga jurinei Chevrier, 1862

Elemento paleártico, distribuido por toda la Península Ibérica.

Material estudiado: 1 ♂. Trampa Malaise: 20.VI.91: 1 ♂.

Holopyga merceti Kimsey, 1990

Endemismo ibérico conocido únicamente de Madrid y Zamora.

Material estudiado: 1 ♂. Barrido: en *Reseda lutea*, 18.VI.93: 1 ♂.

Omalus aeneus (Fabricius, 1787)

Elemento holártico, distribuido por toda la Península Ibérica sin haber sido citado en la zona meridional. Parasitoide de Sphecidae (Hymenoptera, Sphecoidea).

Material estudiado: 2 ♀♀. Trampa Moericke: 20.V.91: 1 ♀. Trampa Malaise: 7.VI.91: 1 ♀.

Philoctetes cicatrix Abeille, 1878

Elemento íbero-provenzal, distribuido por toda la Península Ibérica. Sinonimizado como *P. micans* (Klug, 1835) por MINGO (1994).

Material estudiado: 2 ♂♂ 1 ♀. Trampa Moericke: 11.VII.90: 1 ♂. Platos de colores: 7.V.91: 1 ♂. Barrido: en *Reseda lutea*, 18.VI.93: 1 ♀.

Philoctetes dusmeti Trautmann, 1926

Endemismo ibérico conocido solo de la zona centro peninsular.

Material estudiado: 3 ♀♀. Trampa Malaise: 7.VI.91: 1 ♀; 6.VII.91: 1 ♀. Barrido: en *Gypsophila struthium*, 28.VI.92: 1 ♀.

Pseudomalus punctulatus (Dahlbom, 1854)

Elemento paleártico, más frecuente en el área mediterránea, y ampliamente distribuido en la Península Ibérica. Citado como parasitoide de Sphecidae (Hymenoptera, Sphecoidea).

Material estudiado: 8 ♂♂ 6 ♀♀. Trampa Moericke: 11.VII.90: 3 ♂♂. Platos de colores: 30.VII.90: 3 ♂♂. Trampa Malaise: 7.VI.91: 2 ♀♀. Barrido: en *Ephedra nebrodensis*, 28.V.92: 1 ♀; en *Medicago sativa*, 26.VII.92: 1 ♀; en *Onopordum nervosum*, 17.VII.90: 1 ♂; en *Retama sphaerocarpa*, 12.VI.93: 1 ♀; en *Tamarix canariensis*, 28.V.92: 1 ♂; en *Thapsia villosa*, 1.VI.91: 1 ♀.

Pseudomalus triangulifer (Abeille, 1877)

Elemento paleártico, citado en la mitad norte peninsular. Parasitoide de Sphecidae (Hymenoptera, Sphecoidea).

Material estudiado: 1 ♀. Platos de colores: 5.V.90: 1 ♀.

Chrysidea pumila (Klug, 1845)

Elemento paleártico, más frecuente en el área euromediterránea. Conocido en toda la Península Ibérica. Citado como parasitoide de Sphecidae (Hymenoptera, Sphecoidea).

Material estudiado: 1 ♀. Platos de colores: 3.IX.90: 1 ♀.

Chrysis angustifrons Abeille, 1878

Elemento paleártico, citado en la mayor parte del territorio peninsular.

Material estudiado: 1 ♀. Platos de colores: 7.VI.91: 1 ♀.

Chrysis berlandi Lisenmaier, 1959

España, Rosal de la Frontera (Huelva) (UTM 29PC61), 24.VI.1984: 1 ♂. Portugal, Elvas (UTM 29PD61), 25.VII.1987: 2 ♂♂ 2 ♀♀.

Chrysis cerastes Abeille, 1877

Elemento paleártico meridional, citado únicamente en el centro y sur peninsular.

Material estudiado: 2 ♂♂ 1 ♀. Trampa Malaise: 6.VII.91: 1 ♀. Cajas de emergencia: con nidos de *Euodynerus variegatus*, dos ejemplares ♂♂ emergidos con fecha 16.IX.94.

Chrysis cortii Linsenmaier, 1951

Elemento paleártico occidental, con citas dispersas por toda la Península Ibérica. Parasitoide de Sphecidae (Hymenoptera, Sphecoidea).

Material estudiado: 3 ♂♂ 3 ♀♀. Platos de colores: 3.IX.90: 1 ♂; 21.VII.91: 1 ♀; 9.IX.91: 1 ♀. Trampa Malaise: 25.VIII.91: 1 ♂; 23.IX.91: 1 ♀. Barrido: en *Gypsophila struthium*, 28.VIII.92: 1 ♂.

Chrysis emarginatula Spinola, 1808

España, Calpe (Alicante), en nido de *Ceramius* sp. (Hymenoptera, Masaridae), 28.IV.1991: 2 ♂♂ 1 ♀; Mojácar (Almería), 6.V.1991: 1 ♂.

Chrysis fugax Abeille, 1878

Elemento circunmediterráneo. Se trata de una especie muy rara no citada por MINGO (1994) en el ámbito ibero-balear. Encontrada también en Tarragona, 9.V.1993: 1 ♂.

Material estudiado: 1 ♀. Trampa Malaise: 20.VI.91: 1 ♀.

Chrysis gracillima Förster, 1853

Elemento paleártico bien conocido en casi todo el territorio peninsular. Parasitoide de Vespoidea y Apoidea (Hymenoptera).

Material estudiado: 1 ♂. Platos de colores: 22.IV.90: 1 ♂.

Chrysis gribodoi Abeille, 1877

Nueva cita para Portugal: Alvor (UTM 29NB31), 5.VI.1987: 1 ♀; Faro-Olhao (UTM 29SB00), 4.VI.1987: 1 ♀; Nazare (UTM 29MD98), 17.VI.1980: 1 ♂.

Chrysis hydropica Abeille, 1878

Elemento paleártico suroccidental, citada en el Levante ibérico y sur de Portugal.

Material estudiado: 1 ♀. Cajas de emergencia: con nidos de *Osmia latreillei*, un ejemplar ♀ emergido con anterioridad al 20.II.94.

Chrysis ignita (Linnaeus, 1758)

Elemento paleártico con mayor presencia en las zonas central y nórdica. Es una de las especies de crisídidos más abundantes en la Península Ibérica. Parasitoide de varios grupos de Hymenoptera (Vespoidea, Apoidea, Sphecoidea...).

Material estudiado: 6 ♀♀. Trampa Malaise: 24.V.91: 1 ♀. Barrido: en *Onopordum corymbosum*, 9.VI.90: 2 ♀♀; en la pared de un edificio, 3.XI.90: 1 ♀. Trampa Wilkening: en el interior de un edificio, 13.VIII.92: 1 ♀. Cajas de emergencia: con nidos de *Euodynerus variegatus*, un ejemplar ♀ emergido con anterioridad al 13.X.94.

Chrysis inaequalis Dahlbom, 1845

Elemento paleártico, especialmente en el Mediterráneo oriental. Distribuido por todo el territorio peninsular.

Material estudiado: 1 ♂. Barrido: en *Onopordum nervosum*, 16.VII.93: 1 ♂.

Chrysis interjecta Buysson, 1895

Elemento circunmediterráneo, distribuido en la zona centro de la Península Ibérica.

Material estudiado: 1 ♂. Cajas de emergencia: con nidos de *Euodynerus variegatus*, un ejemplar ♂ emergido el 16.IX.94.

Chrysis mysticalis Linsenmaier, 1959

Elemento circunmediterráneo, capturada por uno de nosotros (H. T.) en la provincia de Gerona. MINGO (1994) no la distingue de *Chrysis inaequalis* Dahlbom, 1845.

Material estudiado: 2 ♀♀. Trampa Malaise: 10.IX.91: 1 ♀. Ahogado en un aljibe, 5.VIII.91: 1 ♀.

Chrysis perexigua Linsenmaier, 1959

Especie no citada por MINGO (1994). España, Almuñécar (Granada), 17.VI.1987: 1 ♀. Portugal, Milfontes, 28.V.1987: 1 ♂.

Chrysis phryne Abeille, 1878

Especie no citada por MINGO (1994). Portugal, Faro-Olhao (UTM 29SB00), 1.VI.1987: 1 ♂.

Chrysis pulchella Spinola, 1808

Elemento paleártico occidental, distribuida por toda la Península Ibérica excepto la cornisa cantábrica.

Material estudiado: 1 ♂ 1 ♀. Platos de colores: 21.VII.91: 1 ♀. Barrido: en *Gypsophila struthium*, 12.VIII.92: 1 ♂.

Chrysis pyrrhina Dalhbm, 1845

España, Rosas (Gerona), 13.VII.1976: 1 ♀.

Chrysis rutilans Olivier, 1790

Elemento paleártico centromeridional, citada principalmente en el centro y sur de la Península Ibérica.

Material estudiado: 2 ♂♂. Trampa Moericke: 2.VI.90: 1 ♂. Platos de colores: 22.IV.90: 1 ♂.

Chrysis semicincta Lepeletier, 1806

Elemento paleártico occidental, con citas que cubren casi todo el territorio peninsular.

Material estudiado: 1 ♀. Platos de colores: 8.VII.91: 1 ♀.

Chrysis splendidula Rossi, 1790

Elemento paleártico. Citado fundamentalmente en las zonas centro y sur peninsular, ha sido colectada también por uno de nosotros (H. T.) en Gerona, Granada y Portugal. Parasitoide de Sphecidae (Sphecoidea) y Eumenidae (Vespoidea) (Hymenoptera).

Material estudiado: 2 ♂♂ 1 ♀. Platos de colores: 7.VI.91: 1 ♂. Trampa Malaise: 10-IX.91: 1 ♀. Cajas de emergencia: con nidos de *Euodynerus variegatus*, un ejemplar ♂ emergido con anterioridad al 1.V.94.

Chrysis varidens Abeille, 1878

Elemento paleártico suroccidental, ampliamente distribuida en la Península Ibérica con mayor incidencia en la mitad norte.

Material estudiado: 2 ♂♂ 2 ♀♀. Platos de colores: 3.IX.90: 1 ♀; 7.V.91: 1 ♀ 2 ♂♂.

Chrysura isabellae (Trautmann, 1926)

Elemento circunmediterráneo. No figura en el catálogo de MINGO (1994), si bien LINSSENMAIER (1951) lo cita de España.

Material estudiado: 1 ♂ 1 ♀. Trampa Malaise: 25.IV.91: 1 ♂. Cajas de emergencia: con nidos de *Osmia latreillei*, un ejemplar ♀ emergido con anterioridad al 20.II.94.

Chrysura radians (Harris, 1776)

Elemento paleártico, distribuido por toda la Península Ibérica. Parasitoide de *Osmia* (Hymenoptera, Apoidea).

Material estudiado: 3 ♂♂ 10 ♀♀. Trampa Malaise: 7.VI.91: 1 ♀. Cajas de emergencia: con nidos de *Osmia latreillei*, cuatro ejemplares ♀♀ emergidos con anterioridad al 19.IV.95. Explorando los agujeros de una puerta en un edificio, 12.IV.92: 3 ♂♂ 3 ♀♀; 20.VI.92: 2 ♀♀.

Chrysura varicornis (Spinola, 1838)

Elemento paleártico. Ocupa toda la Península Ibérica excepto la cornisa cantábrica.

Material estudiado: 1 ♀. Platos de colores: 7.VI.91: 1 ♀.

Pseudospinolia incrassata (Spinola, 1838)

Elemento paleártico, citado escasamente en la zona centro de la Península Ibérica.

Material estudiado: 1 ♂ 1 ♀. Platos de colores: 7.VI.91: 1 ♂. Explorando los agujeros de la pared de un edificio, 14.VI.92: 1 ♀.

FAMILIA BETHYLIDAE

SUBFAMILIA BETHYLINAE

Anoxus coniceps (Kieffer, 1904)

Elemento mediterráneo occidental conocido en Italia y Francia. Colectado también en Marruecos, Moulay-Idriss (Fez) sobre *Punica granatum* L., 17.IV.1995: 1 ♂.

Material estudiado: 2 ♀♀. Platos de colores: 9.VI.91: 1 ♀. Embudo Berlese: con humus recogido bajo *Quercus coccifera*, 3.VII.94: 1 ♀.

Bethylus fuscicornis (Jurine, 1807)

Elemento euromediterráneo. Parasitoide de Coleophoridae (Lepidoptera). Colectado también en Rosas (Gerona), 6.VI.90: 1 ♀.

Material estudiado: 1 ♀. Platos de colores: 22.IV.90: 1 ♀.

Goniosus claripennis (Förster, 1851)

Elemento paléartico, que parece raro en la Península Ibérica. Parasitoide de orugas de Choreutidae, Cochylidae, Tortricidae y Oecophoridae (Lepidoptera).

Material estudiado: 8 ♀♀. Platos de colores: 16.IX.90: 8 ♀♀.

Goniosus gallicola (Kieffer, 1905)

Elemento paleártico. Colectado también en Cambrils (Tarragona), 1.VI.1990: 1 ♀.

Material estudiado: 1 ♂. Trampa de luz: 5.IX.91: 1 ♂.

SUBFAMILIA EPYRINAE

Allepyris microneurus Kieffer, 1906

Elemento paleártico citado en Francia, Bélgica y Japón. Parasitoide de larvas de Dermestidae (Coleoptera). Obtenidas sendas hembras de larvas de *Dermestes lardarius* Linnaeus, 1758 y *Attagenus punctatus* (Scopoli, 1772) en Montech (Tarn-et-Garone, Francia), 1/30.XI.86.

Material estudiado: 1 ♀. Trampa Moericke: 28.VIII.90: 1 ♀.

Epyris brevipennis Kieffer, 1906

Elemento europeo conocido de Bélgica y Rumanía.

Material estudiado: 1 ♀. Embudo Berlese: con humus recogido bajo *Frankenia thymifolia*, 25.I.94: 1 ♀.

Glenosema merceti (Kieffer, 1906)

Elemento europeo occidental conocido de España, Francia e Italia.

Material estudiado: 1 ♀. Embudo Berlese: con humus recogido bajo *Juniperus thurifera*, 16.XII.89: 1 ♀.

Holepyris crenulatus Kieffer, 1906

Elemento mediterráneo occidental. Parasitoide de orugas de microlepidóptera: Choreutidae, Gelechiidae, Oecophoridae y Tortricidae. Ha sido colectado también en España, Platja d'Aro (Gerona), 29.IX.87: 1 ♂; Cambrils (Tarragona), 27.V.90: 1 ♂; Calpe (Alicante), 26.VII.92: 1 ♂. Portugal, Setoubal, 10.VIII.72: 1 ♀. Túnez, Douga, 5.V.80: 1 ♀ y en el sur de Francia.

Material estudiado: 12 ♂♂ 7 ♀♀. Trampa Moericke: 11.VII.90: 1 ♂; 28.VIII.90: 1 ♂; 20.X.91: 1 ♀. Platos de colores: 28.VI.90: 1 ♂; 3.IX.90: 1 ♂; 16.IX.90: 1 ♂; 9.IX.91: 1 ♀;

20.VI.91: 1 ♂; 8.VII.91: 1 ♀; 21.VII.91: 1 ♂; 22.VIII.91: 1 ♂. Trampa Malaise: 9.IV.91: 1 ♀; 25.IV.91: 1 ♀; 20.VI.91: 1 ♂; 27.VII.91: 1 ♂; 10.IX.91: 1 ♂; 23.IX.91: 1 ♀. Barrido: en el *Agropyro-Lygeion*, 23.IV.92: 1 ♀; en *Gypsophila struthium*, 28.VIII.92: 1 ♂.

Laelius anthrenivorus Trani, 1909

Elemento europeo citado en Francia, Italia y Rumanía. Parasitoide de Coleoptera Dermestidae como *Anthrenus museorum* (Linnaeus, 1761) o *Anthrenus vesbasci* (Linnaeus, 1767).

Material estudiado: 1 ♂. Trampa Wilkening: en *Pinus halepensis*, 28.VI.92: 1 ♂.

Laelius bipartitus Kieffer, 1906

Elemento europeo occidental. Parasitoide de *Exocentrus punctipennis* (Mulsant y Guillebeau, 1856) (Coleoptera, Cerambycidae).

Material estudiado: 1 ex. Platos de colores: 9.X.91: 1 ex.

Lytepyris biscrensis (Kieffer, 1906)

Elemento mediterráneo occidental. Primera cita para Europa desde que la especie era conocida solo de su localidad típica de Biscra (Argelia).

Material estudiado: 4 ♂♂. Platos de colores: 16.IX.90: 3 ♂♂; 22.VIII.91: 1 ♂.

Plastanoxus ahuensis (Hedqvist, 1975)

Elemento europeo descrito en Suecia. Ha sido colectado también en España, Platja d'Aro (Gerona), 22.IX.87: 1 ♂; Cambrils (Tarragona), 1.VI.90: 1 ♂. Francia, Grabels (Hérault), 22/26.VIII.88: 1 ♂; Montech (Tarn-et-Garonne), 1.X.87: 1 ♀.

Material estudiado: 2 ♂♂. Platos de colores: 8.VII.91: 1 ♂; 3.IX.91: 1 ♂.

Plastanoxus laevis (Ashmead, 1893)

Elemento holártico conocido del continente americano, Italia e Israel. Citado también en España, Platja d'Aro (Gerona), 22.IX.87: 1 ♂. Francia, Grabels (Hérault), 22/26.VIII.88: 1 ♂; Montech (Tarn-et-Garonne), 1.IX.87: 1 ♀; Lanquais (Dordogne), 3/17.VIII.97: 2 ♂♂.

Material estudiado: 1 ♂. Trampa Malaise: 20.VI.91: 1 ♂.

Plastanoxus westwoodi (Kieffer, 1914)

Elemento cosmopolita conocido en Europa, África, Estados Unidos y Australia. Colectado también en Francia, Montpellier (Hérault), 17/24.VII.88: 1 ♂ (*J. Delvare* leg.).

Material estudiado: 2 ♀♀. Platos de colores: 20.VI.91: 2 ♀♀.

SUBFAMILIA PRISTOCERINAE

Parasclerodermas sp.

Especie que no ha podido ser determinada. El macho es de constitución normal, alado y enteramente negro. La hembra es áptera, sin ojos ni ocelos y de color amarillo arenoso, señal de vida hipogea. Los ejemplares colectados estaban en cópula.

Material estudiado: 1 ♂ 1 ♀. Trampa Moericke: 20.V.91: 1 ♂ 1 ♀.

Pristocera depressa (Fabricius, 1805)

Elemento del centro y oeste europeo.

Material estudiado: 1 ♂. Platos de colores: 25.IV.91: 1 ♂.

Pseudisobrachium subcyaneum (Haliday, 1838)

Elemento euromediterráneo. Parasitoide de nidos de hormigas como *Ponera coarctata* (Latreille, 1802) o *Formica exsecta* Nylander, 1846 (Hymenoptera, Formicidae). Colectado también en Portugal, Loulé (Algarve), 20.VII.96: 1 ♂ (G. Edmond leg.).

Material estudiado: 11 ♂♂. Trampa Malaise: 7.VIII.91: 1 ♂; 25.VIII.91: 1 ♂. Trampa de luz: 20.VII.93: 1 ♂; 10.VIII.93: 5 ♂♂; 10.IX.93: 2 ♂♂.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Félix Torres y Leopoldo Castro por la determinación de los Megachilidae y Eumenidae citados en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUYSSON, R. (1895). Catalogue méthodique des Chrysidides de France. *Revue Sciences du Bourbonnais*, 7: 1-36.
- HEDQVIST, K. J. (1975). Note on Embolemidae and Bethyloidea in Sweden with description of a new genus and species (Hym., Bethyloidea). *Entomologisk Tidskrift*, 96 (3-4): 121-132.
- KIEFFER, J. J. (1904). Description des nouveaux Dryinidae et Bethyloidea du Musée Civique de Gênes. *Annali Museo Civico Naturale di Genova*, serie 3, 14 (41): 351-412.
- KIEFFER, J. J. (1914). Bethyloidea. *Das Tierreich*, 41: 228-311. R. Friedlander und Sohn. Berlín.
- LINSENMAIER, W. (1951). Die europäischen Chrysididen (Hymenoptera) versuch einer natürlichen Ordnung mit Diagnosen. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 24: 1-110.

- LINSENMAIER, W. (1959). Revision der Familie Chrysididae (Hymenoptera) mit besonderer Berücksichtigung der europäischen. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 32: 1-232.
- LINSENMAIER, W. (1987). Revision der Familie Chrysididae (Hymenoptera). 4 Teil. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 60: 133-158.
- MELIC, A., y BLASCO-ZUMETA, J. (eds.) (1998). Manifiesto científico por Los Monegros. *Bol. SEA*, 24: 1-266.
- MINGO, E. (1994). *Himenoptera. Chrysididae*. Fauna Ibérica, vol. 6. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid. 255 pp.
- OCHOA, M. J. (1982). *Relaciones entre el medio y comunidades vegetales del sabinar continental árido en el valle del Ebro*. INIA. Madrid. 52 pp.
- OLMI, M.; TUSSAC, H., y BLASCO-ZUMETA, J. (1998). Especies de Dryinidae y Embolemidae (Hymenoptera: Chryridoidea) colectadas en un sabinar de *Juniperus thurifera* L. en Los Monegros (Zaragoza, España). *Lucas Mallada*, 10: 161-171.
- QUIRANTES, J. (1978). *Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario Continental de Los Monegros*. CSIC. Zaragoza. 200 pp.
- RIBES, J.; BLASCO-ZUMETA, J., y RIBES, E. (1997). Heteroptera de un sabinar de *Juniperus thurifera* L. en Los Monegros. *Monografías SEA*, 2: 1-127. Zaragoza.

RESPUESTA HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO ISÁBENA (HUESCA) A LOS CAMBIOS EN LA VEGETACIÓN Y LOS USOS DEL SUELO EN LA DÉCADA DE LOS NOVENTA

Joan M. VERDÚ ARNAL¹
José A. MARTÍNEZ-CASASNOVAS¹
Núria GARCÍA HERNÁNDEZ¹

RESUMEN.— El presente trabajo analiza la respuesta hidrológica del río Isábena (Huesca) como consecuencia de los cambios en la vegetación y en los usos del suelo producidos en la década de 1990. La investigación comprende tres partes: el análisis de la distribución y de la variabilidad de las precipitaciones en la cuenca, el análisis de cambios temporales en la vegetación y en los usos del suelo mediante la utilización de imágenes de satélite y sistemas de información geográfica, y el análisis de la influencia de estos factores en la respuesta hidrológica de la cuenca. Como principales resultados de la investigación, en primer lugar, se han ajustado polinomios (R^2 de 0,7 a 0,9), que explican de forma integrada o puntual la variabilidad de la precipitación a partir de una a tres estaciones de referencia determinadas. Por otra parte, los cambios en la vegetación y usos del suelo han afectado a un 6,4% de la cuenca. Las áreas de evolución regresiva (erosión) representan solo un 2,4%, pero su efecto en la respuesta hidrológica, sin entrar en el aporte de sedimentos, hace que la mayor parte de subcuencas aumenten su caudal punta (hasta un 35%) y volumen de escorrentía estimado.

¹ Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo. Universidad de Lleida. Av. Rovira Roure, 191. E-25198 LLEIDA. j.martinez@macs.udl.es; jmverdu@gencat.net

ABSTRACT.— *Hydrological response of the basin of Isábena river (Huesca) to the changes in vegetation and in the use of the soil in the nineties.* This work analyses the hydrological response of the Isabena river (Huesca) as a result of the changes in vegetation and in the uses of the soil, occurred in the decade of 1990. The research is comprised of three parts: the analysis of the distribution and variability of the rainfall in the basin, the analysis of temporary changes in the vegetation and in the uses of the soil using satellite images and geographic information systems, and the analysis of the influence of these factors on the hydrological response of the basin. Firstly, as main results of the research, polynomials have been set (R^2 from 0.7 to 0.9), which explain in an integrated and punctual way the variability of the rainfall based on one to three specific reference stations. On the other hand, the changes in vegetation and uses of the soil have affected 6.5% of the basin. The regressive evolution areas (erosion) only represent 2.4% but its effect on the hydrological response, not entering into the sediments filling, makes the majority of the sub-basins increase their peak flow (up to 35) and estimated run-off volume.

KEY WORDS.— Hydrological response, changes in vegetation, land use, Isábena river, Huesca, Spain.

INTRODUCCIÓN

La dinámica fluvial y los riesgos hidrológicos y geomorfológicos que se derivan de ella constituyen serios problemas medioambientales y socioeconómicos que se deben afrontar de manera permanente en un gran número de cuencas en el entorno mediterráneo de Europa (BURLANDO *et al.*, 1997). En esta área, un gran número de cuencas fluviales tienen cursos de agua semipermanentes o efímeros, pero también importantes crecidas ocasionales asociadas a lluvias torrenciales, que resultan catastróficas sin una adecuada planificación y ordenación del territorio. Pese a ello, actualmente aún existe una carencia importante de información sobre la dinámica fluvial de los cursos de agua asociada a crecidas y, sobre todo, una carencia de metodologías (basadas en parámetros físicos) calibradas para su elaboración, lo cual dificulta la planificación y gestión del dominio público hidráulico.

El río Isábena (Ribagorza, Huesca), con una cuenca de unos 450 km² de superficie, representa uno de los principales aportes de caudal y sedimentos al embalse de Joaquín Costa (Barasona). Estudios recientes (MARTÍNEZ-CASASNOVAS y POCH, 1998), han permitido estimar el aporte medio anual de sedimentos de los ríos Ésera e Isábena a este embalse, cuantificándose

en más de 0,5 hm³, lo cual pone de manifiesto los importantes problemas de erosión que sufren los suelos de estas cuencas y la urgente necesidad de medidas de control de la erosión.

Sobre la respuesta hidrológica del río Isábena, existen escasos antecedentes, ya sea de estudios de toda la cuenca o bien sobre la contribución de sus diferentes subcuencas. Una primera aproximación puede obtenerse mediante la modelización hidrológica, a través de datos como series hidrometeorológicas (precipitación y caudales), topografía, tipos de suelo y distribución de vegetación y tipos de usos del suelo. Este último parámetro permite la simulación de escenarios cambiantes, pudiendo analizarse la evolución de la respuesta hidrológica de acuerdo con los cambios temporales en la utilización del suelo.

Los modelos hidrológicos de uso más extendido y contrastado son los desarrollados en el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. Los estudios piloto de crecidas realizados a nivel nacional han venido usando el modelo hidrológico HEC-1 en la cuenca (actualmente HEC-HMS, Hydrological Modelling System, en entorno Windows). Este modelo se basa en el método del número de curva del Soil Conservation Service (SCS, 1972).

En España, la utilización conjunta de modelos hidrológicos e hidráulicos y sistemas de información geográfica (SIG) ha sido desarrollada en trabajos recientes (LAIN HUERTA, 1999). Uno de los ejemplos más significativos es la creación de un SIG hidrológico (CEDEX, 1994a, 1994b), con coberturas de trazado de cuencas, estaciones de aforo, estaciones meteorológicas, suelos y usos de suelo, entre otras. Otros trabajos han sido dirigidos a la obtención de parámetros de cara a la modelización, como por ejemplo, la derivación del parámetro número de curva a partir de un modelo digital de elevaciones y de coberturas digitalizadas de usos del suelo (FERRER *et al.*, 1995).

La aplicación de los modelos hidrológicos en cuencas fluviales cuenta, sin embargo, con el hándicap de la entrada del parámetro de precipitación. Precisamente, este es el caso de la cuenca del Isábena, dada la escasez de estaciones meteorológicas que, aparte de no tener una distribución homogénea en el espacio, tienen registros deficientes (periodos de tiempo cortos y/o con falta de datos). Existen, no obstante, estudios de estimación de precipi-

tación anual en la zona (DEL VALLE, 1997), pero siempre se trata de medias anuales, basadas en series de estaciones pluviométricas exteriores a la zona.

En este sentido, uno de los objetivos del presente trabajo se centra en caracterizar la distribución y variabilidad de las precipitaciones en la cuenca del Isábena, tanto en la subcuenca como en el resto de la cuenca, lo cual constituye uno de los aspectos fundamentales que determinan la dinámica fluvial de la cuenca. También se analizan los cambios multitemporales en la vegetación y los usos del suelo habidos en la cuenca del Isábena en la década de 1990, a partir de la utilización de imágenes de satélite y sistemas de información geográfica (SIG); y se modeliza la respuesta hidrológica de la cuenca y subcuencas según el efecto de los cambios en la vegetación y usos del suelo producidos en esta década y para episodios de diseño de diferente periodo de retorno.

ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Isábena se localiza en el extremo nororiental de la provincia de Huesca y forma parte del conjunto hidrológico de la cuenca del Ebro. Aun manteniendo unas características plenamente pirenaicas (nace en el Collado de la Corva, a 2.500 m, entre los picos Gallinero y la Tuca de Urmella) el río sufre un régimen pluvionival con gran irregularidad interanual, que se traduce en grandes variaciones en su cauce.

En cuanto al clima, el área de estudio puede subdividirse en dos grandes mitades, una al sur del macizo del Turbón, más cálida y seca, de clima mediterráneo seco, y otra al norte, típicamente pirenaica, con las características climáticas propias de la vertiente sur de los Pirineos. La temperatura media anual se encuentra entre 11 y 14 °C en la mitad sur, y entre 9 y 11 °C en la zona norte. La precipitación media que se registra en la cuenca varía entre los 450 y los 1.300 mm, dependiendo de la localización geográfica. La lluvia media anual de la cuenca es de 767 mm.

La ribera del río Isábena une dos sectores diferenciados morfoestructuralmente. En la margen derecha está la depresión intra-prepirenaica, formada por la Vall de Lierp y el corredor de Merli unidas mediante la sierra del Jordal (o Chordal). En la margen izquierda está la sierra de Sis, que forma el límite oriental de la cuenca. Frecuentemente, en la parte central de la

cuenca, el paisaje está dominado por la presencia de *badlands*, que generan importantes cantidades de sedimentos durante las lluvias torrenciales.

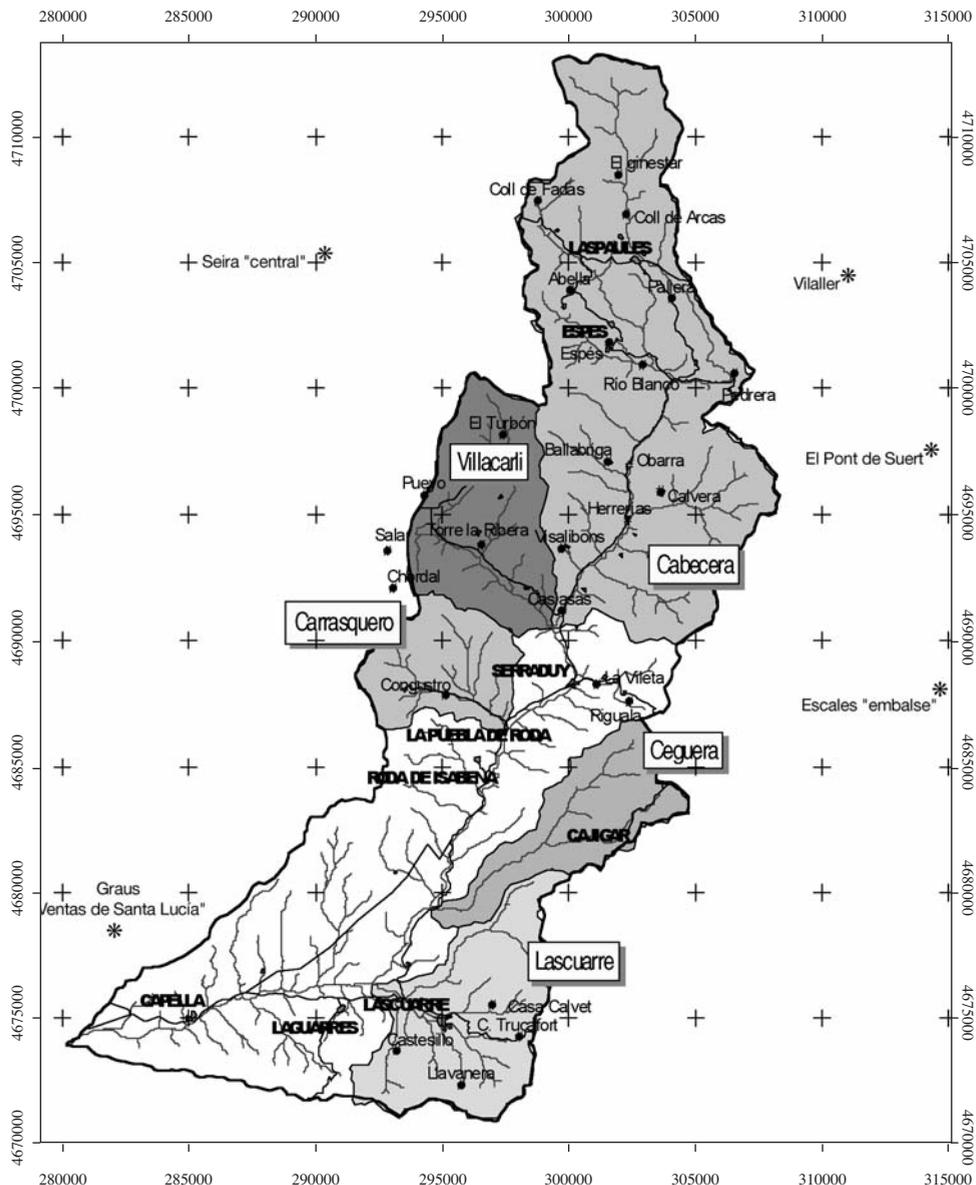
En relación con la vegetación, el bosque natural, que como clímax cubriría la mayor parte de la zona sur y centro de la cuenca, sería el carrascal, representado por la carrasca (*Quercus ilex* ssp. *ballota*). Actualmente tiene una extensión reducida y dispersa, dejando paso a formas de vegetación más degradadas como matorrales y pastizales secos. En la zona norte de la cuenca domina el *Pinus sylvestris*. A partir de 1.600 m aparece el *Pinus uncinata*, hasta los 2.300 m, donde ya se encuentra de forma dispersa. Los bosques caducifolios están representados por robles, sobre todo *Quercus faginea*, *Betula pendula* y *Fraxinus* sp. En toda la cuenca aparecen también diversas comunidades pratenses. La actividad agrícola más extensiva se localiza al sur de la cuenca. Los principales cultivos son los herbáceos de secano (cebada, trigo y girasol), así como cultivos permanentes: almendros y olivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Distribución y variabilidad de las precipitaciones

La obtención de datos de precipitación se centró en las cinco subcuencas principales del Isábena (de norte a sur): cabecera de la cuenca, arroyo de Villacarli, Carrasquero, Ceguera y Lascuarre. Se instalaron 26 pluviómetros totalizadores a diferentes altitudes y orientaciones: 16 en la cuenca de cabecera, cinco en la del arroyo de Villacarli, dos en la de Ceguera, uno en la de Carrasquero y cuatro en la de Lascuarre (Fig. 1). La toma de datos en los 26 pluviómetros se llevó a cabo entre octubre del 2000 y octubre del 2001, con una duración total de 11 meses.

Para caracterizar la variabilidad espacial de las precipitaciones se planteó un análisis multivariante mediante regresión lineal por el procedimiento *step-wise* (paso a paso) (SAS INSTITUTE, 1992) con el fin de relacionar los datos de lluvia con la longitud (coordenada X), la latitud (coordenada Y) y la altitud. El programa estadístico utilizado fue el SAS 8.0©. Por otra parte, con el objeto de predecir la precipitación en cualquier punto de la cuenca, se plantearon regresiones múltiples teniendo como variables explicativas disponibles las coordenadas (X, Y, Z), así como los datos obtenidos en estaciones pluviométricas de referencia. Para determinar las estaciones más significativas, se llevó



Escala gráfica 1:200.000 - Sistema de georreferenciación UTM 31-N.
 Mapa obtenido a partir del modelo digital de terreno de 100 m de resolución de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Fig. 1. Área de estudio y localización de las subcuencas y estaciones meteorológicas en la cuenca del río Isábena.

a cabo previamente un análisis de agrupamiento en clases homogéneas (*clustering*) mediante el método de *K-means* (KAUFMAN y ROUSSEEUW, 1990). Este método permite definir a priori el número de grupos que se pretende hallar.

Cambios en la vegetación y en los usos del suelo en la década de 1990

Este análisis se llevó a cabo a partir de la interpretación de imágenes de satélite de resolución media, útiles para estudios de planificación regional y de reconocimiento (PORTA *et al.*, 1999). Las imágenes utilizadas fueron una escena del sensor Landsat-5 TM, de fecha 28/07/1993 y una escena del sensor Landsat-7 ETM+, de fecha 16/09/1999, con una resolución espacial de 30 m por píxel en ambas imágenes. Para la interpretación de las imágenes se tuvo en cuenta una leyenda adaptada a las necesidades de la modelización hidrológica a llevar a cabo en el estudio (Tabla I).

Los mapas de vegetación y usos del suelo para los años 1993 y 1999 se digitalizaron en formato vectorial topológico mediante el programa Cartalinx (Clark Labs). Ambas coberturas se analizaron utilizando los sistemas de información geográfica ArcInfo y ArcView GIS (ESRI).

Respuesta hidrológica de las subcuencas y de la cuenca

Para el cálculo de los caudales pico de crecida esperables para diferentes periodos de retorno, se optó por la aplicación de métodos hidrometeorológicos, concretamente el método del hidrograma unitario del Soil Conservation Service (SCS, 1972). Este modelo simula el proceso precipitación-escorrentía en base a parámetros pluviométricos, topográficos y de usos del suelo. La precipitación se introduce como un parámetro distribuido en el tiempo, lo cual permite modelizar no solo el caudal punta, sino también el hidrograma de salida.

Para poder establecer los grupos hidrológicos de los suelos de la cuenca, necesarios para el cálculo del número de curva, se llevaron a cabo infiltrometrías en campo, dos por cada clase de vegetación / uso del suelo. De esta forma, el grupo hidrológico asignado a cada unidad se basó en pará-

Tabla I. Leyenda de los mapas de vegetación y usos de la cuenca del Isábena, y números de curva.

Clase	Descripción
Bosque denso	Fracción cabida cubierta aproximadamente del 70% o mayor. Principalmente especies pináceas: <i>Pinus nigra</i> ssp. <i>salzmanii</i> en la parte baja de la cuenca, <i>Pinus sylvestris</i> en la parte media y alta de la cuenca y <i>Pinus uncinata</i> . Por encima de los 1.500 metros se encuentran bosques densos de caducifolios como hayas (<i>Fagus sylvatica</i>) y quejigos (<i>Quercus faginea</i>). [Número de Curva = 30.]
Bosque poco denso (zona húmeda; zona semiárida)	Fracción cabida cubierta menor del 70%, con mayor heterogeneidad que la clase anterior. Especies: quejigo (<i>Quercus faginea</i>), encina (<i>Quercus ilex</i> ssp. <i>ilex</i>) y pino laricio (<i>Pinus halepensis</i>). [Número de Curva = 55 (en zona húmeda) y 41 (en zona semiárida).]
Matorral con arbolado disperso	Matorral poblado por especies de talla media/baja como el enebro (<i>Juniperus communis</i>), el tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) o el romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>). Se encuentran pies de encina o quejigo irregularmente dispersos. [Número de Curva = 56.]
Prados de alta montaña	Prados supraforestales en el estadio alpino. Se encuentran en la zona del Gallinero y del Turbón. [Número de Curva = 61.]
Campos en fondo de valle	Terrenos agrícolas situados en terrenos de escasa pendiente, sembrados principalmente con cereal de invierno y girasol. [Número de Curva = 81 / 73.]
<i>Badlands</i>	Terrenos fuertemente erosionados. Principalmente afloramientos de margas grises que se localizan mayoritariamente a lo largo del arroyo de Villacarli. [Número de Curva = 93.]
Campos en vertiente	Terrenos agrícolas con pendiente longitudinal y/o transversal de cierta importancia, sembrados con cereal de invierno y girasol. [Número de Curva = 63.]
Afloramientos rocosos	Afloramientos rocosos, sin desarrollo posible de vegetación. [Número de Curva = 98.]
Matorral muy degradado	Matorral escasamente poblado, por especies de talla baja, como aliagas (<i>Genista scorpius</i>), romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>), etc., que cubren pobremente el suelo. [Número de Curva = 77.]

metros reales medidos en campo, y, por lo tanto, se pudo ajustar mejor en la elección del número de curva asignado a cada clase de uso del suelo o vegetación (Tabla I).

Para la modelización hidrológica de la cuenca y subcuencas se utilizó el modelo hidrológico HEC-1. Se consideraron cuatro periodos de retorno (50, 100, 200 y 500 años), y dos escenarios de vegetación y usos del suelo (años 1993 y 1999). Se ponderó un número de curva medio, para toda la cuenca y para las cinco subcuencas de estudio, según las

superficies relativas de cada clase de vegetación y uso del suelo. Con estos datos se calculó el hietograma de lluvia neta a partir del hietograma de lluvia de diseño. A continuación, se calculó el hidrograma unitario de la cuenca, es decir, el hidrograma resultante de una precipitación neta de 1 mm, según el método del hidrograma unitario sintético del Soil Conservation Service (SCS, 1972). Finalmente, se obtuvo (por multiplicación en cada intervalo de lluvia neta y agregación final) el hidrograma de cálculo resultante para cada subcuenca vertiente y cada periodo de retorno (que lleva asociado un determinado hietograma). Los datos de entrada citados se procesaron con el programa HEC-HMS (Hydrologic Modelling System).

RESULTADOS

En la tabla II figuran los resultados de campo obtenidos en cuanto a la precipitación, agrupados por subcuencas.

Tabla II. Precipitación (mm) registrada para cada episodio de lluvia y cada subcuenca, así como la media de todas las estaciones de la cuenca del Isábena.

Fecha	Isábena	Villacarli	Lascuarre	Ceguera	Cabecera	Carrasquero
14/04/00	62,2	47,0	20,5	28,8	88,6	31,6
29/04/00	106,3	104,3	71,3	85,6	122,6	102,6
14/05/00	100,4	104,0	76,9	83,9	109,2	89,5
29/05/00	69,3	76,1	36,8	52,1	78,9	62,6
15/06/00	103,9	119,4	85,7	99,9	110,7	101,6
07/10/00	106,9	108,1	83,7	99,5	116,7	94,9
20/10/00	30,7	33,1	16,6	25,0	37,3	25,1
28/10/00	42,6	40,9	42,7	44,6	42,9	42,2
11/11/00	73,9	79,2	46,5	58,5	83,8	67,2
16/12/00	135,2	125,5	65,2	103,0	164,4	124,0
15/03/01	9,5	9,9	5,7	8,8	10,1	12,8
26/04/01	24,8	20,5	10,4	13,3	33,2	15,9
17/05/01	150,3	151,8	110,5	131,4	162,3	149,9
27/05/01	66,2	151,8	110,5	131,4	162,3	149,9
29/06/01	67,6	60,8	28,6	53,3	80,5	66,5
02/10/01	110,5	124,2	46,7	79,9	129,2	93,9
Total	1.260,3	1.356,6	858,2	1.098,9	1.532,6	1.230,2

En la tabla III figuran los resultados de las regresiones para estimar la precipitación en la subcuenca a partir de las estaciones de referencia.

Tabla III. Resultados de las regresiones lineales para estimar la precipitación en las diferentes subcuencas del Isábena.

Subcuenca	Estaciones seleccionadas	Ecuación	R ²
Cabecera del Isábena	Coll de Fadas (C)	$P = 0,8976C + 6,3833$	0,9194
Arroyo Villacarli (Turbón)	Coll de Fadas (C), Torre la Ribera (T), Espés (E)	$P = 0,7813C + 0,5623T - 0,4353E + 3,92852$	0,9178
Arroyo Villacarli (Turbón)	Visalibons (V)	$P = 0,8722V + 6,8683$	0,8047
Carrasquero	Congustro (CG)	$P = 0,8903CG + 14,9318$	0,7039
Ceguera	Casíasas (CS)	$P = 0,7757CS + 8,8676$	0,7343
Lascuarre	Sala (S)	$P = 0,6695S + 9,0779$	0,6929

En la tabla IV se resumen las superficies y porcentajes de ocupación de cada una de las clases identificadas para cada año.

Tabla IV. Superficies de las clases de vegetación y usos del suelo en los años 1993 y 1999.

Clase	Superficie (km ²)		Superficie (km ²)	
	1993	%	1999	%
Bosque denso	55,59	12,6	47,80	10,8
Bosque poco denso (zona húmeda)	49,22	11,2	42,89	9,7
Bosque poco denso (zona semiárida)	68,91	15,6	72,96	16,5
Matorral con arbolado disperso	81,34	18,4	85,50	19,4
Prados de alta montaña	21,48	4,9	21,63	4,9
Campos de fondo de valle	62,17	14,1	61,55	14,0
<i>Badlands</i>	1,36	0,3	1,72	0,4
Campos en vertiente	65,57	14,9	65,75	14,9
Afloramientos rocosos	29,85	6,8	36,79	8,3
Matorral muy degradado	5,54	1,3	4,40	1,0

La tabla V resume los resultados del proceso de modelización hidrológica llevado a cabo.

Tabla V. Parámetros hidrológicos calculados para la cuenca y las subcuencas del río Isábena en los años 1993 y 1999, para diferentes periodos de retorno (T) y considerando un intervalo de cálculo de 15 min.

Subcuenca y área de drenaje	T (años)	Caudal pico (m ³ /s)		Tiempo al pico (horas)		Volumen total (miles de m ³)	
		1993	1999	1993	1999	1993	1999
Villacarli (41 km ²)	50	61,6	86,3	4:00	4:00	436,67	606,19
	100	85,6	114,7	4:00	4:00	607,28	773,25
	200	110,9	144,3	4:00	4:00	764,32	953,27
	500	136,8	174,3	4:00	4:00	933,38	1.144,7
Lascuarre (44 km ²)	50	5,7	3,0	5:00	5:15	40,782	18,473
	100	10,8	6,1	4:30	4:45	84,338	49,765
	200	17,3	11,2	4:30	4:30	141,5	94,675
	500	27,5	18,7	4:15	4:30	223,74	162,73
Ceguera (28 km ²)	50	11,7	14,1	4:45	3:30	114,52	134,32
	100	21,8	25,0	4:45	4:00	206,77	232,82
	200	30,9	35,3	4:30	4:30	276,56	307,76
	500	45,8	51,3	4:30	4:30	401,46	439,35
Carrasquero (24 km ²)	50	8,4	10,9	4:00	4:00	61,832	77,283
	100	13,2	16,5	4:00	3:45	94,081	113,81
	200	21,2	25,4	4:00	3:45	152,97	179,32
	500	32,9	39,5	3:45	3:45	214,97	247,34
Cabecera (146 km ²)	50	26,4	31,4	6:15	6:15	408,526	470,94
	100	41,1	56,0	6:15	6:00	615,93	803,75
	200	66,2	75,3	6:00	5:45	942,004	1.045,6
	500	106,7	114,4	5:45	5:45	1.428,024	1.511,9
Cuenca	50	28,6	33,8	36:45	36:45	1.639,5	2.012,8
	100	39,6	45,9	36:45	36:45	2.334,6	2.532,6
	200	67,0	75,6	36:45	36:45	3.504,8	3.798,8

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Distribución y variabilidad de la precipitación

La precipitación total en el periodo de estudio ascendió a 1.260 mm, como media de todas las estaciones pluviométricas. Las cuencas más húmedas fueron la cabecera del Isábena y la del arroyo de Villacarli (Turbón), con más de 1.300 mm en ambas. La menos lluviosa fue la de Lascuarre, con poco más de 800 mm (Tabla II). Estos datos indican un gradiente norte-sur bastante claro en los datos globales, con una precipitación en el norte de la cuenca que prácticamente dobla la de su parte sur. Este gradiente norte-sur se repite si se consideran los episodios registrados por separado. El único que resultó prácticamente homogéneo por toda la cuenca fue el registrado el 28/10/2000, con unos 40 mm.

El resultado del análisis de agrupamiento (*clustering*) para relacionar las estaciones pluviométricas, indica que las estaciones se pueden agrupar en tres grupos. El primero, el de la zona norte, más lluviosa, agrupa las estaciones de la cabecera, más la del Turbón; el segundo agrupa el resto de las estaciones de la subcuenca de Villacarli, más las del tramo medio del Isábena; el tercero agrupa las estaciones de más al sur, las de la subcuenca de Lascuarre. Esto pone de manifiesto la importancia de mantener una red pluviométrica bien distribuida por toda la cuenca, siendo necesarias como mínimo tres estaciones para caracterizar la variabilidad de la cuenca.

El análisis multivariante mediante regresión lineal por el procedimiento *stepwise*, para relacionar los datos de lluvia con la longitud (coordenada X), la latitud (coordenada Y) y la altitud, dio como resultado un polinomio lineal: $P (\%) = 0,00137 X + 0,00184 Y - 8936,31$, $R^2 = 0,41$, donde P es el porcentaje de variación respecto del valor medio de precipitación de toda la cuenca (al cual se le asigna un valor de 100%). Se observa que el modelo ajustado solo explica en un 40% la variabilidad espacial de la precipitación. La variable Y es la más explicativa, con un coeficiente de 0,00184 que implica, como promedio, que cada 1.000 m hacia el norte de la cuenca que nos desplazamos, se produce un aumento de un 1,84% en la precipitación (respecto de la precipitación media caída en la cuenca). Cabe destacar la ausencia del parámetro altitud (Z) en el polinomio, lo cual significa que en la cuenca las variaciones entre valles, especialmente la variación norte-sur, son las que explican en mayor medida las variaciones de lluvia.

En cuanto al análisis predictivo de la precipitación en la cuenca, a partir de los datos de las estaciones de referencia representativas de las zonas pluviométricas (Espés para la zona norte, Congustro para la zona media y Casa Calvet para la zona sur), dio como resultado un polinomio que permite estimar la precipitación en cualquier lugar de la cuenca y que recoge un 80% de la variabilidad de la misma (ecuación 1):

$$P(\text{mm}) = 8.16 \cdot 10^{-4} \cdot X(\text{m}) + 1.46 \cdot 10^{-3} \cdot Y(\text{m}) + 0.33860 \cdot P_{(\text{Congustro})}(\text{mm}) + 0.35453 \cdot P_{(\text{Espés})}(\text{mm}) + 0.41279 \cdot P_{(\text{Casa Calvet})}(\text{mm})$$

Se observa que las variables que recogen mejor la variabilidad de la precipitación son el dato de precipitación de Congustro, así como el valor de latitud (Y).

También se dedujeron polinomios para estimar el valor integrado de precipitación en la subcuenca (Tabla III) a partir únicamente de datos de una estación, por el procedimiento *stepwise*. El grado de ajuste osciló entre el 90% (subcuenca de cabecera) y el 70% (subcuenca de Lascuarre). La disponibilidad de estos polinomios permite una estimación más ajustada de la precipitación dentro de la subcuenca de cara a la modelización de su respuesta hidrológica.

Cambios en la vegetación y usos del suelo en la década de los noventa

A la vista de los diferentes tipos de cambios observados (Tabla IV), y atendiendo a su tipología y carácter, se establecieron los siguientes grupos:

— *Áreas de evolución progresiva* (superficie 5,71 km², 1,3% de la superficie de la cuenca): son zonas progresivas o reconstructivas, hacia comunidades vegetales cada vez más complejas y de mayor biomasa (CONESA, 1997). Este tipo de cambios se localizan en la zona alta de la cuenca (al sur de la cordillera del pico Gallinero y el pico de Basibé), la zona de la sierra de Ballabriga y en zonas puntuales de la subcuenca del arroyo de Carrasquero.

— *Áreas de evolución regresiva* (superficie 10,64 km², 2,4% de la superficie de la cuenca): son zonas que evolucionan hacia comunidades más simples, es decir, hacia etapas menos maduras, dado que se alejan de la vegetación

potencial o clímax (CONESA, 1997). Se localizan en la zona alta del arroyo de Villacarli, la zona sudeste de la subcuenca de la cabecera del Isábena entre Beranuy y Pardinella, la zona baja del barranco de La Ceguera y en la zona más alta de la cuenca al sur del pico de Basibé y del pico de la Montaña de las Casas. En estas zonas destacan los lugares con aparición de procesos erosivos, evolución de zonas de bosque poco denso hacia matorrales, paso de matorrales degradados a zonas de afloramiento del manto de alteración en superficie.

— *Áreas de nuevos cultivos* (superficie 3,31 km², 0,7% de la superficie de la cuenca): se trata de zonas donde no existían cultivos en el año 1993, y sí que aparecen en el 1999. Estas zonas se localizan en la subcuenca de Lascuarre, también entre las localidades de Beranuy y Calvera y de forma esporádica en la parte media de la cuenca.

— *Áreas de abandono de cultivos* (superficie 8,56 km², 1,9% de la superficie de la cuenca): se trata de zonas de cultivo que han pasado a otro tipo de uso.

La superficie afectada por cambios es pequeña, unos 28 km² del total de la cuenca. El 93,6% de la cuenca no ha sufrido cambios apreciables. Los cambios más importantes son los de carácter de evolución regresiva de la vegetación natural. El siguiente más importante es el abandono de cultivos. La clase de evolución regresiva incluye la aparición de nuevas zonas de *badlands* y las degradaciones de las zonas de matorral. Estas áreas tienen su mayor influencia en la alteración de los parámetros hidrológicos de la cuenca y se considera el parámetro que más influencia puede tener en el aumento de la escorrentía que se da en la cuenca del río Isábena. Estos resultados son acordes con los obtenidos por otros autores en la misma zona de estudio (PENELLA, 1997; VALERO-GARCÉS *et al.*, 1997; MARTÍNEZ-CASASNOVAS y POCH, 1998), y ponen de manifiesto la necesidad y urgencia del establecimiento de medidas de control de la erosión, particularmente en la zona central de la cuenca del Isábena.

Respuesta hidrológica de la cuenca y subcuencas del río Isábena

Los resultados obtenidos (Tabla V) permiten hacer referencia a aspectos como la contribución de las diferentes subcuencas al caudal global del río Isábena, los tiempos al pico de las crecidas, la dinámica global de la cuenca y las repercusiones de los cambios en la vegetación y los usos del suelo en la década analizada de 1990.

Con relación al aporte global en volumen, la contribución más importante corresponde a las subcuencas de Villacarli y la cabecera, con un 26% cada una (respecto al total de la cuenca) para un episodio de 100 años de periodo de retorno. Por el contrario, las subcuencas del tramo medio e inferior de la cuenca aportan entre un 5 y un 10%.

El tiempo al pico es del orden de las 4 h para todas las subcuencas, excepto para la cabecera, que es de unas 6 h. Esto, junto con el escaso aporte de las subcuencas del sur, indica que el caudal punta en la cuenca, es decir, la onda principal de avenida, se genera al confluir la subcuenca de cabecera con la de Villacarli. Así, suponiendo un episodio de lluvia homogénea, el volumen generado en dichas subcuencas y la coincidencia en el tiempo (desfase de 1 h) de sus picos de caudal hace que a partir de la confluencia Villacarli-cabecera se genere un pico de caudal que, al ir transitando aguas abajo, irá marcando el nivel máximo de avenida para ese episodio.

Sobre la dinámica global de la cuenca, la modelización integrada de toda la cuenca se ha revelado como poco precisa, puesto que estima caudales pico (45 m³/s para T=100 años) muy inferiores a las avenidas históricas registradas (320 m³/s en 1963), e incluso inferiores a los caudales pico correspondientes a sus propias subcuencas (85 m³/s en la de Villacarli en 1993). El tiempo al pico, de más de 36 h, tampoco resulta muy fiable según estimaciones de campo. Estos resultados ponen de manifiesto que es necesario abordar el estudio de la cuenca con modelos más distribuidos, o bien enlazando modelizaciones de subcuencas mediante tránsito de caudales.

Respecto a la evolución de la dinámica hidrológica, relacionada con los cambios de usos del suelo en el periodo estudiado, el factor determinante es la progresión o la regresión en cuanto a la vegetación de cada subcuenca. Subcuencas en que el proceso predominante es la degradación de la vegetación (aumento de la superficie de *badlands*, por ejemplo), han visto aumentado tanto su caudal pico como su volumen de escorrentía (subcuencas de cabecera, Villacarli, Ceguera y Congustro). El caso más extremo es el de la cuenca de Villacarli, con un aumento del 35% en cuanto al caudal pico previsto (de 85 a 115 m³/s). Subcuencas en que ha predominado la progresión en la colonización por parte de la vegetación, cosa que favorece la infiltración, han visto disminuido tanto el caudal pico como el volumen escurrido; es el caso de Lascuarre, con una disminución del 40% en el caudal pico (de 10 a 6 m³/s).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURLANDO, P.; MANCINI, M., y ROSSO, R. (1997). Impact of climate change on Hydrological modelling and flood risk assessment. En CASALE, R.; HAVNØ, K., y SAMUELS, P. (eds.). *RIBAMOD, River basin modelling management and flood mitigation*. EU Commission, IV EU Programme on Environment and Climate. Proceedings of the First Expert Meeting. Brussels.
- CEDEX (1994a). *Curso sobre utilización de los SIG en Hidrología*. Centro de Estudios y Experimentación. Madrid.
- CEDEX (1994b). Utilización de modelos de simulación continua en el entorno de los Sistemas de Información Geográfica y su aplicación en cuencas experimentales. *Informe parcial núm. 2: Los SIG y su aplicación a la evaluación de recursos hídricos*. Centro de Estudios y Experimentación. Madrid.
- CONESA, J. A. (1997). *Tipologia de la vegetació: Anàlisi i caracterització*. Edicions de la Universitat de Lleida. Col·lecció Eines. Lleida. 250 pp.
- DEL VALLE, J. (1997). La precipitación media anual en el sector alto de la cuenca del Cinca. *Pirineos*, 149-150: 121-144.
- FERRER, M.; RODRÍGUEZ, J., y ESTRELA, T. (1995). Generación automática del número curva con Sistemas de Información Geográfica. *Ingeniería del Agua*, 2: 43-58.
- KAUFMAN, L., y ROUSSEEUW, P. J. (1990). *Finding groups in data: an introduction to cluster analysis*. John Wiley. Nueva York.
- LAÍN HUERTA, L. (ed.) (1999). *Los Sistemas de Información Geográfica en los riesgos naturales y en el medio ambiente*. ITGE. Madrid.
- MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J. A., y POCH, R. M. (1998). Estado de conservación de los suelos de la cuenca del embalse de Joaquín Costa. *Limnetica*, 14: 83-91.
- PENELLA, M. E. (1997). *Caracterización de badlands y análisis de su dinámica mediante estudio multitemporal de fotografías aéreas y SIG en Campo (Huesca)*. Proyecto Final de Carrera. ETSEA. Universitat de Lleida. Lleida.
- PORTA, J.; LÓPEZ-ACEVEDO, M., y ROQUERO, C. (1999). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. 2ª ed. Mundi Prensa. Madrid.
- SAS INSTITUTE (1992). *SAS/LAB Software: user's guide: version 6*. Cary. Nueva York.
- SCS (SOIL CONSERVATION SERVICE) (1972). *Hydrology Sec 4 of National Engineering Handbook*. US Department of Agriculture. Washington, DC.
- VALERO-GARCÉS, B.; NAVAS, A., y MACHÍN, J. (1997). Sediment deposition in the Barasona reservoir (central Pyrenees, Spain): temporal and spatial variability of sediment yield and land use impacts. Human Impact on Erosion and Sedimentation. *IAHS Publ.*, 245: 241-249.

PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO POR CRAQUEO CATALÍTICO DE METANO SOBRE CATALIZADORES Ni-Al₂O₃. CARACTERIZACIÓN E INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN

J. I. VILLACAMPA¹
N. LATORRE¹
T. UBIETO¹
A. MONZÓN¹
C. ROYO¹

RESUMEN.— El craqueo catalítico directo de metano sobre catalizadores de níquel es una ruta potencial alternativa al reformado con vapor y a la oxidación parcial para la producción de hidrógeno a partir del gas natural. En el presente artículo presentamos los resultados de caracterización y del comportamiento catalítico de un catalizador Ni(30%)/Al₂O₃ durante la reacción de craqueo de metano. En cuanto a las condiciones de operación en reacción, han sido estudiadas la temperatura de operación y la composición de la alimentación sobre la conversión de metano, la producción de hidrógeno y la velocidad de coquización. También han sido investigados los efectos de los ciclos de regeneración sobre la actividad y la formación de coque.

ABSTRACT.— *Hydrogen production by methane catalytic cracking on Ni-Al₂O₃ catalysts. Description and influence of the operating conditions.* The direct catalytic cracking of methane over nickel catalysts is a potential alternative route to steam reforming or partial oxidation for the production of hydrogen from natural gas. In the present paper we report the results of

¹ Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. E-22071 HUESCA. cjroyo@posta.unizar.es

description and catalytic behaviour of a Ni(30%)/Al₂O₃ catalyst during the reaction of methane cracking. The influence has been studied of the operating temperature and feed composition on the methane conversion, hydrogen production and coking rate. The effects of the regeneration cycles on activity and coke formation are also investigated.

KEY WORDS.— Catalytic Decomposition, Carbon, Hydrogen, Methane, Nickel.

INTRODUCCIÓN

Se ha pronosticado que el hidrógeno llegará a ser la mayor fuente de energía del futuro (ARMOR, 1999). Es una importante materia prima en la industria química y en las refinerías; las plantas de síntesis de amoníaco y de metanol y, asimismo, los procesos de hidrotratamiento del petróleo son las aplicaciones de mayor consumo de hidrógeno. Se prevé un aumento de la demanda en todos los sectores, principalmente en las refinerías donde el tipo de reservas petrolíferas actuales han obligado a tratar los excedentes de fracciones pesadas, que suelen contener abundante azufre, que ha coincidido con una menor producción de hidrógeno, como subproducto de los clásicos procesos de reformado catalítico (ABRARDO y KHURANA, 1995). El hidrógeno es un combustible limpio que no emite CO₂ si se quema en motores de combustión interna o si es usado en celdas de combustible H₂-O₂, puede ser almacenado como líquido o gas y distribuido mediante tuberías, siendo descrito como el sustituto a largo plazo del gas natural (ARMOR, 1999). Dado que el mayor porcentaje del H₂ necesario en la industria es producido mediante procesos catalíticos, que implican múltiples etapas con diferentes tipos de catalizadores, es evidente que la catálisis juega un papel crítico en la producción de H₂ (ARMOR, 1999; ABRARDO y KHURANA, 1995; BALASUBRAMANIAN *et al.*, 1999). El reformado con vapor de agua de metano, hidrocarburos ligeros y naftas ha sido el proceso más extendido y la tecnología más económica para la producción de H₂. Sin embargo, esta ruta produce H₂ e indirectamente CO₂. El coproducto del reformado con vapor, el CO, es eliminado en dos etapas: la reacción de intercambio de agua (*water gas shift*) y la metanación. La eliminación completa de CO no es rentable y, por lo tanto, el H₂ producido no es apropiado para celdas de combustible a bajas temperaturas, porque el CO envenena el electrocatalizador (STEINBERG y CHENG, 1989).

La reacción de craqueo directo de metano sobre catalizadores de níquel empieza a ser considerada como una ruta alternativa para la producción de hidrógeno a partir del gas natural (MURADOV, 1993; MATSUKATA *et al.*, 1996; ZHANG y AMIRIDIS, 1998; AIELLO *et al.*, 2000; OTSUKA *et al.*, 1999; OTSUKA *et al.*, 2001). En este caso, se evita la formación directa de CO_2 y las etapas posteriores para la eliminación de CO no son necesarias. Se ha propuesto que la vía de craqueo es superior al reformado con vapor tanto desde el punto de vista económico como de la eficiencia energética (STEINBERG y CHENG, 1989; MURADOV, 1993).

Además de H_2 , el craqueo de metano produce carbón, un producto de alto valor añadido. Materiales nanocarbonosos, nanotubos de carbón y nanofibras, han recibido en los últimos años gran atención debido a sus excelentes propiedades y potencial de aplicación energética (IJIMA, 1989; RODRÍGUEZ, 1993). La formación de coque durante la descomposición catalítica de metano ocurre principalmente en forma de filamentos. Esta forma de acumular carbón permite al catalizador mantener su actividad durante un extenso periodo de tiempo sin desactivación energética (ZHANG y AMIRIDIS, 1998; OTSUKA *et al.*, 1999). La desactivación catalítica ocurre eventualmente por la formación de coque encapsulante sobre las partículas de níquel energética (ROSTRUP-NIELSEN y TRIMM, 1977; BAKER, 1989), o es debido a las limitaciones impuestas por el espacio libre disponible en el reactor energética (ZHANG y AMIRIDIS, 1998; AIELLO *et al.*, 2000). El mecanismo de formación de filamentos de carbón a partir de la descomposición de hidrocarburos sobre partículas de catalizadores metálicos ha sido ampliamente estudiada en el pasado (ROSTRUP-NIELSEN y TRIMM, 1977; BAKER, 1989; SNOECK *et al.*, 1997; ALSTRUP, 1988; ALSTRUP y TAVARES, 1992 y 1993; KUVSHINOV *et al.*, 1998; BOELLAARD *et al.*, 1985). A pesar de ello, la mayoría de los estudios se han dedicado a describir solamente la etapa final de crecimiento de los filamentos a velocidad constante (ROSTRUP-NIELSEN y TRIMM, 1977; BAKER, 1989; SNOECK *et al.*, 1997; ALSTRUP, 1988; ALSTRUP y TAVARES, 1992 y 1993; KUVSHINOV *et al.*, 1998; BOELLAARD *et al.*, 1985).

En esta publicación presentamos los resultados de caracterización y comportamiento de un catalizador $\text{Ni}(30\%)/\text{Al}_2\text{O}_3$ coprecipitado durante la reacción de craqueo de metano. Se ha estudiado la influencia de la tempe-

ratura de operación y la composición de la alimentación sobre la conversión de metano, la producción de hidrógeno y la velocidad de coquización. Los efectos de la etapa de regeneración sobre la actividad y formación de coque también son investigados.

EXPERIMENTAL

El catalizador, con una composición nominal Ni(30%)/Al₂O₃, fue preparado por coprecipitación de la mezcla de los nitratos metálicos (Ni y Al) con K₂CO₃, a pH constante (7.2 ± 0.2) y temperatura de 60 °C. El correspondiente óxido mixto fue obtenido por calcinación del precursor hidratado seco en atmósfera de N₂ a 800 °C durante 11 horas.

El área de la superficie específica de los óxidos mixtos fueron medidas por adsorción de N₂ a 77 K con un Micromeritics Pulse Chemisorb 2700. Los espectros XRD han sido obtenidos en el rango de 5 a 85 ° (2θ) en un difractómetro de la marca Rygaku/Max. El perfil TPR fue registrado en un instrumento de flujo, utilizando una mezcla H₂(5%)/N₂ a una velocidad de calentamiento de 10 °C/min. La reacción de craqueo de metano en fase gaseosa se realizó en una termobalanza (CI Electronics Ltd., modelo MK2, U. K.) equipada con controladores de flujo másico y de temperatura. Este sistema experimental permitió registrar en continuo los cambios de peso y la temperatura de la muestra durante la reacción por medio de un PC provisto de una tarjeta de adquisición de datos CI Electronics Multicard. La activación catalítica (reducción) fue realizada in situ a 700 °C durante 2,5 horas utilizando una mezcla H₂(40%)/N₂. También se llevaron a cabo experimentos de reducción a 600 y 800 °C. Los gases de salida fueron analizados en línea por medio de un cromatógrafo (Gow-Mac, Series 600) equipado con una columna empaquetada Carboxen 60/80 y TCD (detector de conductividad térmica). Las condiciones de reacción fueron: peso de la muestra: 100 mg; temperatura: desde 550 hasta 650 °C; velocidad de flujo total: 675 Nml/min; composición de la alimentación (%CH₄/%N₂): desde 2.5/97.5 hasta 10/90 (%H₂/%CH₄/%N₂): desde 2/5/93 hasta 10/5/85. Las condiciones experimentales durante la etapa de regeneración fueron: temperatura: 550 y 600 °C; velocidad de calentamiento: 5 °C/min; velocidad de flujo total: 675 Nml/min (3% O₂/97% N₂).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización físico-química

El precursor preparado por coprecipitación ha sido sometido, tras el proceso de calcinación, a un análisis químico para comprobar si las relaciones atómicas entre los distintos cationes metálicos coinciden con las previamente diseñadas. El porcentaje en peso de cada catión metálico se ha determinado por espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla I. Se observa como el catalizador preparado tiene aproximadamente un 14% de exceso sobre el % en peso nominal de Ni y, asimismo, un 9% de defecto sobre el % en peso nominal de Al.

Tabla I. Composición nominal y real del óxido mixto.

Catalizador Ni-Al	Fórmula	% Ni	% Al	Ni ²⁺ / Al ³⁺
Nominal	(NiO) _{0,8475} Al ₂ O ₃	30,10	32,65	0,42
Experimental	(NiO) _{1,055} Al ₂ O ₃	34,26	29,85	0,53
% desviación		13,82	-8,58	

Se ha determinado la superficie específica del precursor hidratado y del óxido calcinado por adsorción de N₂ a 77 K. Las áreas BET obtenidas han sido de 18,69 y 91,91 m²/g, respectivamente. El método de coprecipitación proporciona un sólido con una estructura que al ser calcinado se transforma en una mezcla de estructuras tipo espinela y NiO con una alta superficie específica.

Los resultados de difracción de rayos X para muestras calcinadas, reducidas (y coquizadas) y regeneradas se muestran en la figura 1. La calcinación da lugar a un sólido conteniendo una mezcla de NiO y fases espinelas no estequiométricas de NiAl₂O₄ (Fig. 1, curva a). Tras las etapas de reducción y reacción, la mayor parte del níquel se encuentra como Ni⁰ (curva b). El tamaño promedio de las cristalitas de Ni⁰, estimado mediante la ecuación de Debye-Scherrer, es ca. 17,9 nm. Asimismo, a 2θ igual a 26° aparece un pico correspondiente al carbón gráfico formado sobre el catalizador durante la reacción.

Tras la etapa de regeneración con aire a 600 °C, se observa que todo el coque presente sobre el catalizador ha sido eliminado (curva c). Además, el

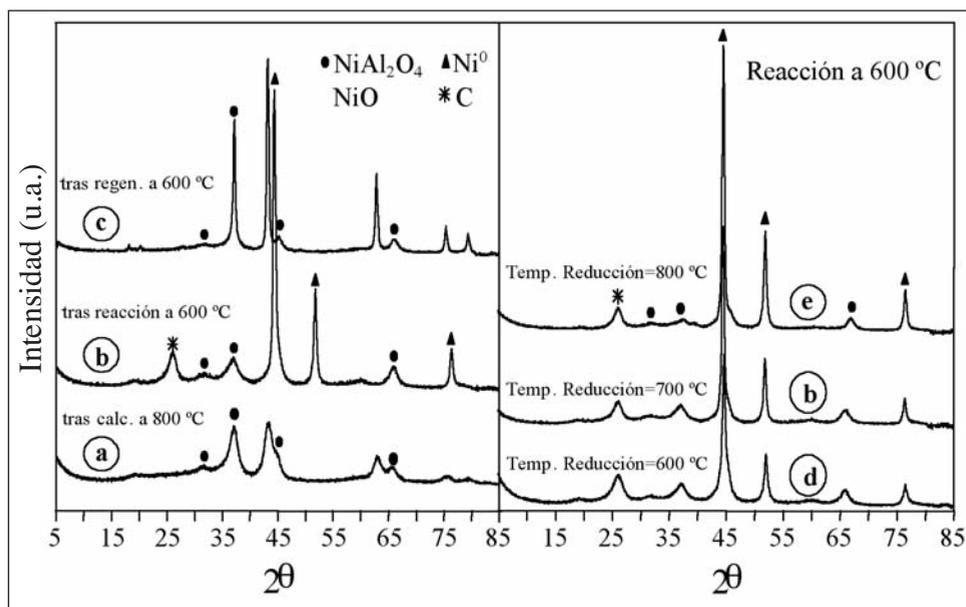


Fig. 1. XRD del catalizador (a) calcinado, (b, d, e) tras reacción, y (c) regenerado.

níquel metálico es convertido a óxido de níquel que debe ser reducido antes del siguiente ciclo de reacción. El tamaño promedio de las partículas de NiO se ha estimado igual a 19,4 nm. Asimismo, comparando las curvas b, d y e de la figura 1, puede observarse un aumento en el tamaño promedio de las cristalitas del Ni⁰ con la temperatura de reducción. Así, los tamaños promedio de las cristalitas son 12,5, 17,9 y 18,3 nm para 600, 700 y 800 °C, respectivamente.

El resultado de TPR (véase la figura 2) muestra un pico principal a 958 K, que corresponde a la reducción de las partículas de NiO, y un pico de menor intensidad a 1058 K, que se atribuye a la reducción del NiAl₂O₄.

En las figuras 3 y 4 se muestran micrografías TEM de la superficie del catalizador, tras la reacción de craqueo de metano, a la temperatura de 873 K durante 2 horas. Se observa la presencia de filamentos tubulares huecos de carbón con cristalitas de níquel que, situadas en los extremos superiores de los mismos, experimentan una gran reconstrucción, durante el proceso de crecimiento de los filamentos, hasta su apariencia final en forma de pera. Estos hechos están de acuerdo con los mecanismos de formación y creci-

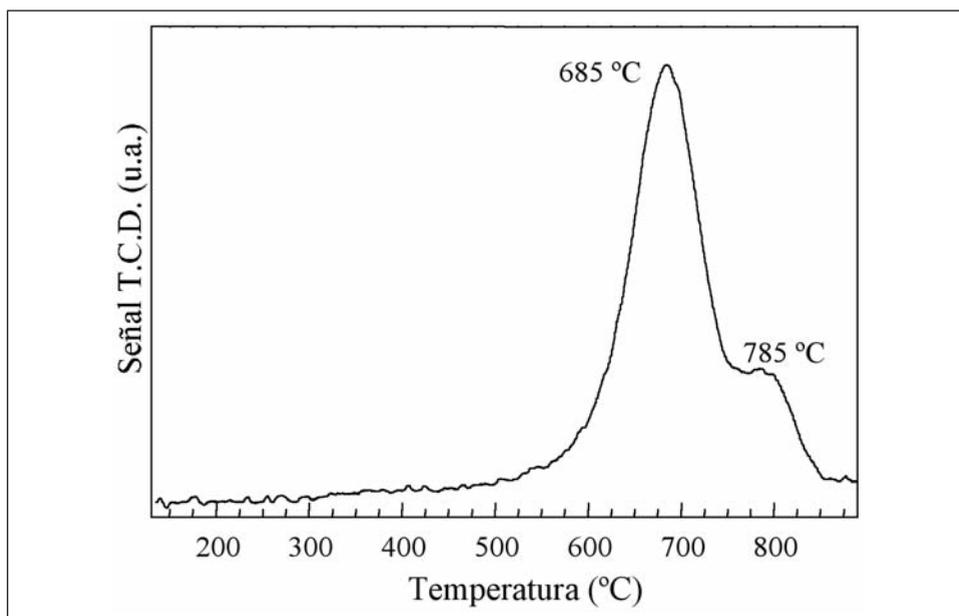


Fig. 2. Perfil de reducción a temperatura programada del óxido de Ni-Al calcinado.

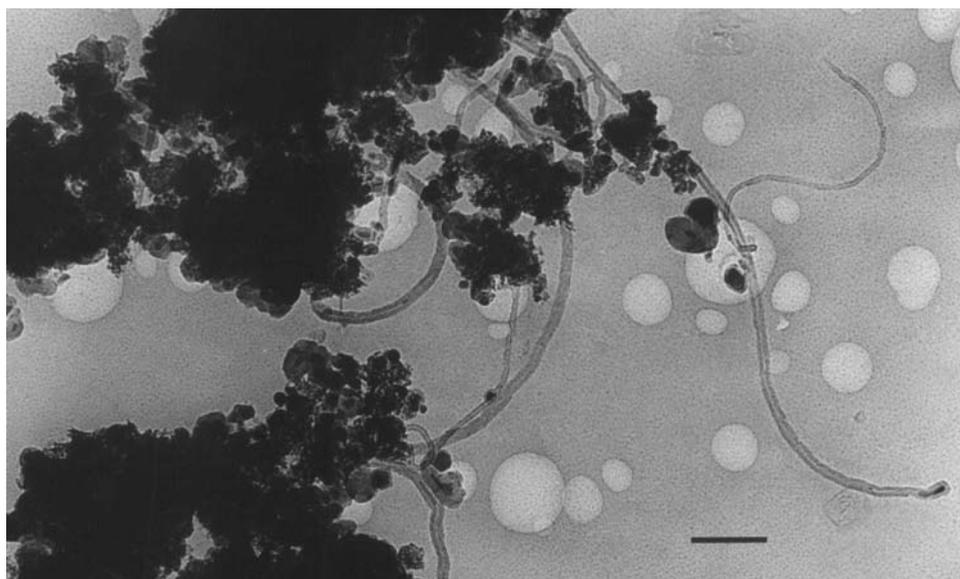


Fig. 3. Fotografía de la superficie del catalizador Ni-Al después de la reacción, previamente reducido a 700 °C. Regleta a 161 nm.

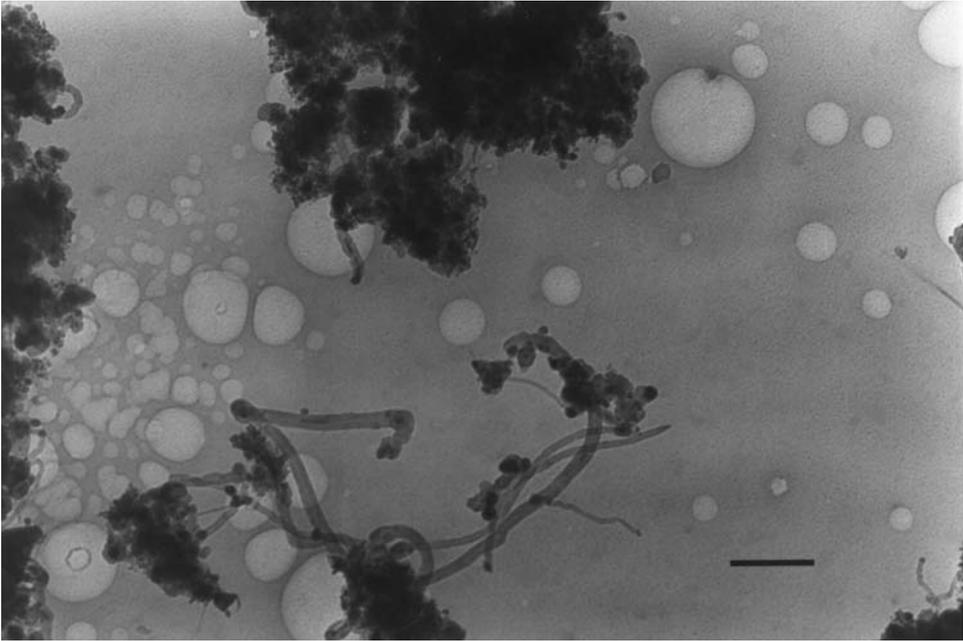


Fig. 4. Fotografía de la superficie del catalizador Ni-Al después de la reacción, previamente reducido a 700 °C. Regleta a 227 nm.

miento de los filamentos de carbón a altas temperaturas propuestos en la literatura (SNOECK *et al.*, 1997).

Influencia de la p_{H_2}

En la figura 5 se muestra la influencia de la p_{H_2} sobre la velocidad de formación de coque r_c y la concentración de coque. Las curvas de la velocidad de formación de coque se han calculado a partir de la derivada numérica de las curvas coque-tiempo. En la figura 5a puede observarse cómo todas las curvas r_c vs. tiempo presentan un periodo inicial de rápido crecimiento, un máximo de velocidad (r_{cmax}) y un periodo posterior de caída de la velocidad de coquización hasta un valor residual constante.

En la figura 5b se advierte que al aumentar la p_{H_2} se produce una disminución de la concentración de coque debido a una menor desactivación del catalizador. Asimismo, el periodo inicial de baja formación de coque aumenta considerablemente con la concentración de H_2 .

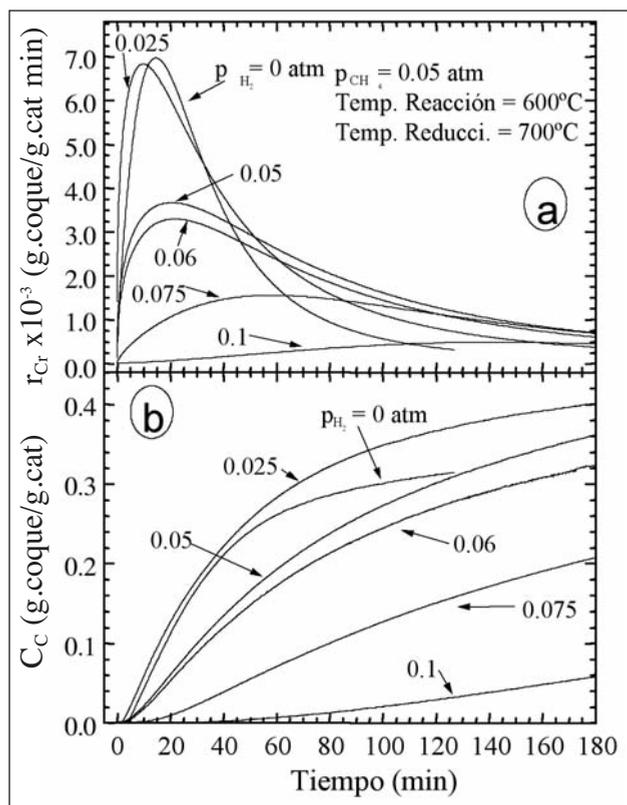


Fig. 5. Influencia de la p_{H_2} sobre (a) la velocidad de coquización y (b) la producción de coque.

Respecto de la velocidad de formación de coque (Fig. 5a) se puede ver como al aumentar la p_{H_2} se produce un desplazamiento del máximo de r_c hacia tiempos mayores. Asimismo, el aumento de la p_{H_2} provoca una disminución del valor de $r_{C_{max}}$ y de la desactivación del catalizador, observándose un aumento de la velocidad residual de coquización.

La ausencia de H_2 en la alimentación produce una menor cantidad de coque y un aumento de la velocidad de desactivación, siendo la velocidad residual de formación de coque mucho menor que en el resto de los casos.

Con respecto a la producción de H_2 (resultados no mostrados), lógicamente se observa un comportamiento paralelo a la velocidad de formación

de coque. En este caso se observa como al aumentar la p_{H_2} disminuye tanto la cantidad de H_2 generado como la velocidad de desactivación.

Influencia de la p_{CH_4}

En la figura 6 se muestra el efecto de la concentración de CH_4 en la alimentación sobre la formación de coque y de H_2 . Se ve como al aumentar la p_{CH_4} , se produce un aumento de la velocidad inicial de formación de coque y una disminución del período inicial de baja formación de coque. Asimismo, la cantidad de coque depositado aumenta con la concentración de metano. Por otra parte, el efecto de la p_{CH_4} sobre la velocidad residual de coqui-

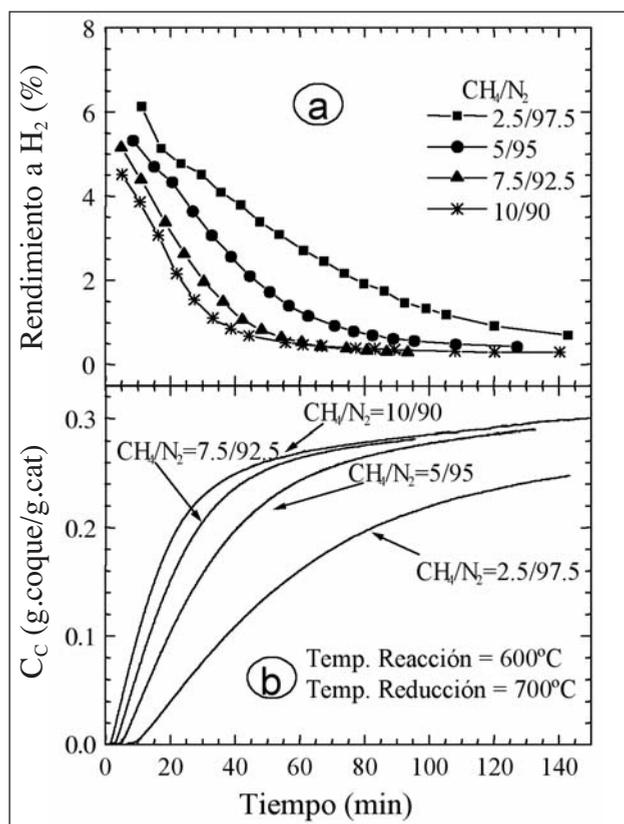


Fig. 6. Influencia de la p_{CH_4} sobre las producciones de (a) H_2 y de (b) coque.

zación no es muy acusado. Respecto a la producción de H_2 , se observa que un incremento de la concentración de CH_4 provoca una mayor desactivación del catalizador debida a la mayor formación de coque. Las velocidades inicial y residual de producción de H_2 se ven poco afectadas por la p_{CH_4} .

Influencia de la temperatura de reacción

En la figura 7 se observa que al aumentar la temperatura de reacción, aumenta la velocidad inicial de reacción y disminuye el periodo inicial de muy baja formación de coque. También se observa una disminución de la velocidad residual de formación de coque y de la cantidad de coque formado.

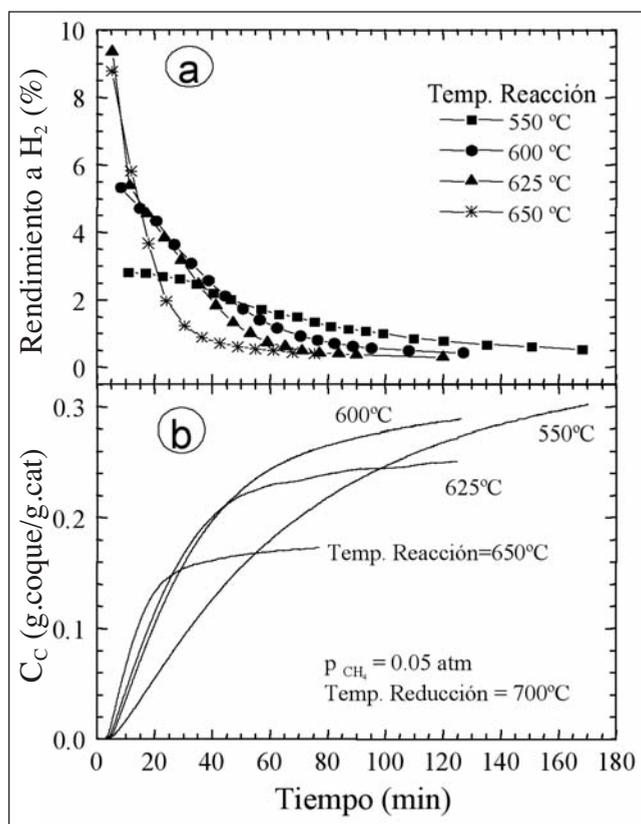


Fig. 7. Influencia de la temperatura de reacción sobre las producciones de (a) H_2 y (b) de coque.

Con respecto a la producción de H_2 , en la figura 7a se aprecia como al aumentar la temperatura, aumenta la velocidad inicial de producción de hidrógeno. Sin embargo, también se produce una desactivación más rápida del catalizador y una disminución de la producción residual de H_2 , al igual que ocurre con la velocidad final de formación de coque. Estos hechos están de acuerdo con resultados previos presentados en la literatura (KUVSHINOV *et al.*, 1998; LI *et al.*, 1998).

Influencia de la temperatura de reducción

En la figura 8 se muestra el efecto de la temperatura de reducción sobre la actividad del catalizador. En dicha figura se observa como al aumentar la temperatura de reducción (i.e. al aumentar el grado de reducción) se produce una disminución de la formación de coque, lo cual es debido a la

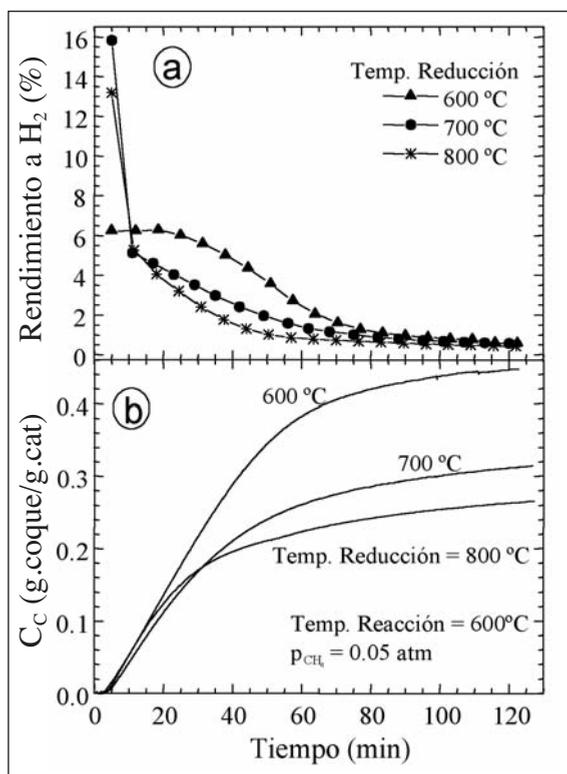


Fig. 8. Influencia de la temperatura de reducción sobre las producciones de (a) H_2 y (b) coque.

mayor desactivación observada para las muestras reducidas a alta temperatura. Los resultados de producción de H_2 confirman este hecho, ya que el catalizador reducido a baja temperatura es el que menor velocidad de desactivación presenta. Al aumentar la temperatura de reducción aumenta el tamaño de las cristalitas de Ni (Fig. 1, curvas b, d y e). Este hecho modifica las velocidades de nucleación, de difusión del carbón y de desactivación del catalizador (BAKER, 1989; SNOECK *et al.*, 1997).

Influencia de los ciclos de regeneración

La regeneración del catalizador se ha realizado por combustión de los depósitos carbonosos con una mezcla de $O_2(3\%)/N_2(97\%)$ en el rango de temperaturas comprendido entre 550 y 600 °C (Figs. 9 y 10). Los resulta-

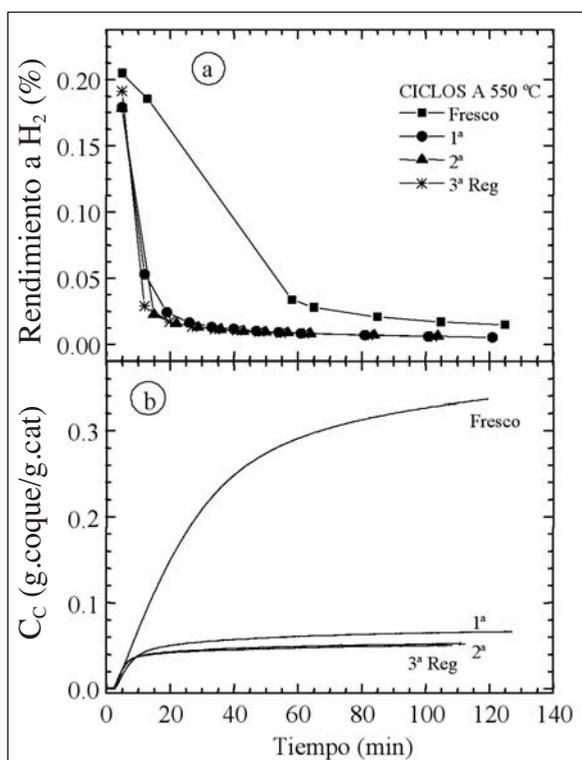


Fig. 9. Influencia de los ciclos reacción-regeneración (Temperatura de combustión de 550 °C) sobre las producciones de (a) H_2 y (b) coque.

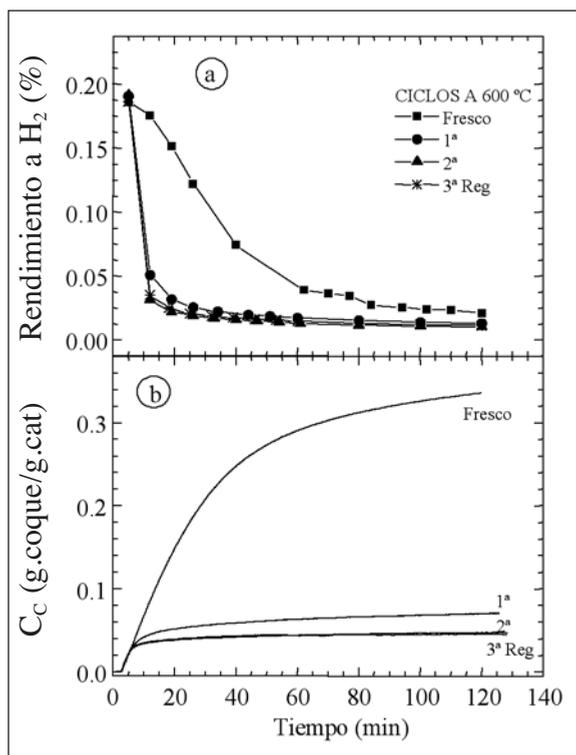


Fig. 10. Influencia de los ciclos reacción-regeneración (Temperatura de combustión de 600 °C) sobre las producciones de (a) H₂ y (b) coque.

dos obtenidos indican que tras la regeneración, la actividad inicial para la producción de H₂ es totalmente recuperada, pero que la desactivación es mucho más acusada que la mostrada para el catalizador fresco. Además, la formación de coque disminuye considerablemente tras la etapa de regeneración. Este hecho es debido al aumento del tamaño de las cristalitas de níquel durante la etapa de regeneración (Fig. 1, curva c) que provoca una disminución de la velocidad de coquización (ALSTRUP, 1988; ALSTRUP y TAVARES, 1992 y 1993).

CONCLUSIONES

El craqueo catalítico directo de metano sobre catalizadores de níquel es una ruta alternativa para la producción de hidrógeno a partir de gas natural.

El catalizador Ni/Al₂O₃ es activo en la reacción de craqueo de metano a temperaturas por encima de los 550 °C. La preparación del catalizador mediante coprecipitación asegura una alta interacción entre el Ni y la alúmina, factor que puede modularse con la temperatura de reducción del catalizador. Se ha encontrado que una elevada temperatura de reducción favorece el crecimiento más rápido de un menor número de filamentos, que crecerían sobre cristalitas de Ni de mayor tamaño. Por el contrario, el aumento de la temperatura de reacción no modifica sustancialmente el número de filamentos formados, aunque sí su velocidad de crecimiento. Por otra parte, el tratamiento de regeneración, por combustión con aire, permite recuperar la actividad inicial para la producción de hidrógeno, pero la velocidad de desactivación posterior es mucho más elevada en el catalizador regenerado que en el fresco.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el soporte financiero del Instituto de Estudios Altoaragoneses (DPH) Huesca, España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRARDO, J. M., y KHURANA, V. (1995). *Hydrocarbon Proc.*, 79: 43.
- AIELLO, R.; FISCUS, J. E.; LOYE, H. C., y AMIRIDIS, M. D. (2000). *Appl. Catal. A*, 192: 227.
- ALSTRUP, I. (1988). *J. Catal.*, 109: 241.
- ALSTRUP, I., y TAVARES, M. T. (1992). *J. Catal.*, 135: 147.
- ALSTRUP, I., y TAVARES, M. T. (1993). *J. Catal.*, 139: 513.
- ARMOR, J. N. (1999). *Appl. Catal. A*, 176: 159.
- BAKER, R. T. K. (1989). *Carbon*, 27: 315.
- BALASUBRAMANIAN, B.; LÓPEZ ORTIZ, A.; KAYTAKOGLU, S., y HARRISON, D. P. (1999). *Chem. Eng. Sci.*, 54: 3543.
- BOELLAARD, E.; DE BOKX, P. K.; KOCK, A. J. H. M., y GEUS, J. W. (1985). *J. Catal.*, 96: 481.
- IJIMA, S. (1991). *Nature*, 354: 56.
- KUVSHINOV, G. G.; MOGILNYKH, Y. I., y KUVSHINOV, D. G. (1998). *Catal. Today*, 42: 357.
- LI, Y.; CHEN, J.; CHANG, L., y QIN, Y. (1998). *J. Catal.*, 178: 76.
- MURADOV, N. Z. (1993). *Int. J. Hydrogen Energy*, 18: 211.

- MATSUKATA, M.; MATSUSHITA, T., y UHEYAMA, K. (1996). *Chem. Eng. Sci.*, 51: 2769.
- OTSUKA, K.; SEINO, T.; KOBAYASHI, S., y TAKENAKA, S. (1999). *Chem. Letters*, 11: 1179.
- OTSUKA, K.; MITO, A.; TAKENAKA, S., y YAMANAKA, I. (2001). *Int. J. Hydrogen Energy*, 26: 191.
- RODRÍGUEZ, J. R. (1993). *J. Mater. Res.*, 8: 3233.
- ROSTRUP-NIELSEN, J. R., y TRIMM, D. L. (1977). *J. Catal.*, 48: 155.
- SNOECK, J.-W.; FROMENT, G. F., y FOWLES, M. (1997). *J. Catal.*, 169: 240 y 250.
- STEINBERG, M., y CHENG, H. C. (1989). *Int. J. Hydrogen Energy*, 14: 797.
- ZHANG, T., y AMIRIDIS, M. D. (1998). *Appl. Catal. A*, 167: 1161.

**ROBBER FLIES (DIPTERA, ASILIDAE) OF A
JUNIPERUS THURIFERA L. FOREST OF LOS MONEGROS REGION
(ZARAGOZA, SPAIN)**

Medeea WEINBERG¹
Javier BLASCO-ZUMETA²

ABSTRACT.— A survey of the Asilidae of a *Juniperus thurifera* L. forest of Los Monegros region (Zaragoza, Spain) was carried out between 1989 and 1994. In all, 569 specimens belonging to 35 species and 23 genera were collected. Some facts are given on the ecology of the family in the area and trap efficiency. The first record of *Loewinella virescens* (Loew, 1871), *Rhadinus megalonyx* Loew, 1856, *Holopogon siculus* (Macquart, 1834), *H. venustus* (Rossi, 1790), *Leptogaster gracilis* Loew, 1847, *Acanthopleura naxia* (Macquart, 1838) and *Dysmachus styliifer* (Loew, 1854, 1871) for Spain are included.

RESUMEN.— *Asílicos (Diptera, Asilidae) de un bosque de Juniperus thurifera L. de la comarca de Los Monegros (Zaragoza, España)*. Entre los años 1989 y 1994 se llevó a cabo un estudio sobre los Asilidae en un bosque de *Juniperus thurifera* L. de la región de Los Monegros (Zaragoza, España). En total, se colectaron 569 ejemplares, correspondientes a 35 especies y 23 géneros. Se aportan algunos datos relacionados con la ecología de la familia en la zona y a la eficacia de las trampas. Se incluyen las primeras citas aparecidas en España de *Loewinella virescens* (Loew, 1871), *Rhadinus megalonyx* Loew, 1856, *Holopogon siculus* (Macquart, 1834), *H. venustus*

¹ Musée d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa». 1, Chaussée Kisselef. R-79744 BUCARESTI.

² Hispanidad, 8. E-50750 PINA DE EBRO.

(Rossi, 1790), *Leptogaster gracilis* Loew, 1847, *Acanthopleura naxia* (Macquart, 1838) y *Dysmachus stylifer* (Loew, 1854, 1871).

KEY WORDS.— Diptera, Asilidae, phenology, faunistics, new records, Los Monegros, Spain.

INTRODUCTION

An intensive inventory of the taxa of Los Monegros region took place during 1989-1994, as a means of evaluating its natural values in order to campaign for legal protection, and the various trapping techniques used produced the species of Asilidae dealt with in this paper.

According to the *Catalogue of Palaearctic Diptera* (LEHR, 1988), 140 species had been recorded from Spain up to now. Papers dealing with specific areas of Spain are also few (GAYUBO *et al.*, 1987; OLDROYD, 1972; PÉREZ & PORTILLO, 1991; SÉGUY, 1934; WEINBERG & TSACAS, 1975; WEINBERG & BÁEZ, 1992). This paper is an attempt at filling the gap in our knowledge of the Asilidae that inhabit one of Spain's most characteristic areas, thus contributing to a better understanding of these Diptera in the Iberian Peninsula.

STUDY AREA

Los Monegros region lies in the central part of the Ebro valley, east of Zaragoza. This area's extreme climatic conditions have produced a vegetation similar to that of the North-African steppes (BRAUN-BLANQUET & BOLÒS, 1957). OCHOA (1982) summarizes its climate as follows: large annual range of minimum and maximum temperatures, which go from $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ to above $40\text{ }^{\circ}\text{C}$; frequent Spring frosts; prevailing winds from the NW and the SE (cold and warm, respectively), both with great desiccating power; low annual rainfall (200-400 mm); water deficit over 300 mm.

These climatic conditions are connected with a climax vegetation of *Juniperus thurifera* L. forests of the *Juniperetum phoeniceo-thuriferae* (BRAUN-BLANQUET & BOLÒS, 1957) Rivas-Martínez community (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987), a species-poor plant community characterized by the

presence of *Juniperus thurifera* L., *Rhamnus lycioides* L., *Ephedra nebrodensis* Tineo ex Guss. and *Asparagus acutifolius* L. It is a clear forest or a steppe with trees, associated with various shrub layers whose composition depends on microclimatic (altitude, exposure, and soil) conditions (BRAUN-BLANQUET & BOLÒS, 1957).

MATERIAL AND METHODS

The specimens have been collected in Retuerta de Pina, an area near the locality of Pina de Ebro (Zaragoza province) (UTM grid square 30T YL29). All the collecting methods used are described in BÄCHLI & BLASCO-ZUMETA (1995) with only the following ones being successful for Asilidae:

Sweeping from plants. An insect net was swept once every fortnight during 1992 and from January to December 1993 on 21 plant species: *Agropyro-Lygeion* Br.-Bl. & Bolòs (a plant community composed mainly of perennial steppic grasses), *Artemisia herba-alba* Asso, *Atriplex halimus* L., *Ephedra nebrodensis* Tineo ex Guss., *Genista scorpius* (L.) DC., *Gypsophila struthium* L. ssp. *hispanica* (Willk.) G. López, *Helianthemum squamatum* (L.) Pers., *Juniperus phoenicea* L., *Juniperus thurifera* L., *Lithodora fruticosa* (L.) Griseb (from April to September only), *Ononis tridentata* L., *Osyris alba* L., *Pinus halepensis* Miller, *Quercus coccifera* L., *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss, *Rhamnus lycioides* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Salsola vermiculata* L., *Santolina chamaecyparissus* L., *Suaeda vera* J. F. Gmelin and *Tamarix canariensis* Willd. During 1994, the following plants were swept with the same frequency: *Asparagus acutifolius* L., *Frankenia thymifolia* Desf., *Lepidium subulatum* L., *Peganum harmala* L., *Salvia lavandulifolia* Vahl. and *Thymus vulgaris* L. More samples were taken before and after those years but without regularity, on the same and other plant species.

Coloured dishes. 25 plastic trays (9 yellow, 8 blue, 8 white), sized 26 x 16 x 4 cm, were used, filled with soapy water. They were in use from February 1990 to December 1991, set once every fortnight in 1991, and left in operation for 24 hours on each occasion. The specimens were grouped by fortnights.

Malaise trap. Two traps 180 cm long, 121 cm wide and 206 cm to 183 cm high were used. The collecting liquid was 70% alcohol. They were in use from September 1990 till December 1991, emptied once a week; the material was grouped by fortnights.

Moericke trap. A metal container, yellow inside and green outside, sized 60 x 60 x 10 cm, on a 70 cm high stand, filled with slightly soapy water. Both samples and water were removed once a week and grouped by fortnights. It was in opera-

tion from May 1990 to December 1991, with two breaks, August-September 1990 and July-September 1991.

Light trap. It consists of two 20W/10S lamps (a blacklight and a daylight lamp) operating on a 12V battery. The specimens were taken off the lamps by means of a pooter. It was used regularly from January to December in 1993, and the collected material was grouped by fortnights. More samples were taken previously to 1993, but they were not sampled regularly.

Wilkening trap. Four traps built according the model of WILKENING *et al.* (1981) were used, 32 cm high and 11 cm wide. They were placed among the branches of *J. phoenicea*, *J. thurifera* and *P. halepensis*, between brushes of *R. officinalis*, and inside an old building for sheeps. They were in operation from January to December 1992. Samples were removed once a week and grouped by fortnights.

The list of species is arranged following the *Catalogue of Palaearctic Diptera* (LEHR, 1988). Identifications have been made by the first author using the works by ENGEL (1930), HULL (1962), SÉGUY (1927), THEODOR (1980), TSACAS (1968) and WEINBERG & TSACAS (1975, 1976). The grouping of genera in subfamilies follows LEHR's (1988) treatment.

The species are listed alphabetically within each genus. For every species the means of capture, date and number of specimens by sex are given.

RESULTS

FAUNISTICAL ACCOUNT

SUBFAMILY ATOMOSINAE

Loewinella virescens (Loew, 1871)

Distribution: Southern Europe and Asia: Iran, Mongolia, China. Not previously recorded from Spain.

Material examined: 1 ♀. Coloured dishes: 9.X.91: 1 ♀.

SUBFAMILY LAPHYSTIINAE

Glyphotriclis ornatus (Schiner, 1868)

Distribution: Spain, France, Israel and North Africa.

Material examined: 1 ♀. Coloured dishes: 8.VII.91: 1 ♀.

Psilocurus Loew, 1874 sp. nov.

The genus *Psilocurus* is distributed through Asia and Southern Europe (Caucasus). 8 specimens were collected.

SUBFAMILY STENOPOGONINAE

Dioctria gagates (Meigen, 1820)

Distribution: Great Britain, Spain, Portugal, Greece, Italy and North Africa.

Material examined: 2 ♂♂ 48 ♀♀. Sweeping: on *Carduus bourgeanus* Boiss. et Reut., 20.V.91: 1 ♀; on *T. canariensis*, 9.VI.91: 2 ♀♀. Coloured dishes: 7.VI.91: 1 ♀. Malaise trap: 24.V.91: 2 ♀♀; 7.VI.91: 19 ♀♀; 20.VI.91: 13 ♀♀; 6.VII.91: 1 ♀. Moericke trap: 20.V.91: 1 ♀.

Lasiopogon cinctus (Fabricius, 1781)

Distribution: Europe, recorded from Spain by LEHR (1988).

Material examined: 46 ♂♂ 15 ♀♀. Coloured dishes: 24.II.90: 1 ♂; 14.IV.90: 1 ♂; 22.IV.90: 11 ♂♂; 25.III.91: 1 ♂ 1 ♀; 9.IV.91: 29 ♂♂ 12 ♀♀; 25.IV.91: 2 ♂♂. Malaise trap: 9.IV.91: 1 ♀; 20.IV.91: 1 ♂; 25.V.91: 1 ♀.

Rhadinus megalonyx Loew, 1856

Distribution: Transcaucasus, Asia, Syria, Israel, Irak, Iran, North Africa (Tunisia, Lybia, Egypt) and also in the Afrotropical region (south Yemen, Sudan). New record for Spain.

Material examined: 21 ♂♂ 7 ♀♀. Sweeping: on *Artemisia herba-alba*, 12.IX.92: 1 ♂; on *Suaeda vera*, 22.VIII.91: 1 ♂; on ground, 6.IX.90: 1 ♀; 8.IX.90: 1 ♀. Coloured dishes: 27.VII.90: 1 ♂; 22.VIII.90: 6 ♂♂; 3.IX.90: 8 ♂♂ 3 ♀♀; 21.VII.91: 2 ♂♂; 9.IX.91: 1 ♂ 1 ♀. Malaise trap: 25.VIII.91: 1 ♂ 1 ♀.

Habropogon appendiculatus Schiner, 1867

Distribution: France, Greece, Italy, former Yugoslavia, Southern and Central Russia, Israel, Morocco and Egypt. Recorded from Spain by GAYUBO *et al.* (1987).

Material examined: 8 ♂♂ 4 ♀♀. Sweeping: on *Salsola vermiculata*, 20.VI.91: 1 ♂ 2 ♀♀; on ground, 9.VI.90: 3 ♂♂. Coloured dishes: 7.VI.91: 2 ♂♂ 1 ♀. Malaise trap: 24.V.91: 1 ♂ 1 ♂. Moericke trap: 11.VII.90: 1 ♂.

Heteropogon manicatus (Meigen, 1820)

Distribution: France, Spain, Turkey, Morocco and Algeria.

Material examined: 4 ♂♂ 2 ♀♀. Sweeping: on *Juniperus thurifera*, 25.VI.89: 1 ♀; on *Rosmarinus officinalis*, 30.V.89: 1 ♂; 9.VI.90: 1 ♂; 6.VII.90: 1 ♂; 25.VI.92: 1 ♀. Malaise trap: 20.VI.91: 1 ♂.

Holopogon flavotibialis Strobl, 1909

Distribution: Recorded only from Spain.

Material examined: 3 ♂♂ 1 ♀. Sweeping: at the *Agropyro-Lygeion*, 25.V.92: 1 ♂. Coloured dishes: 7.VI.91, 1 ♂. Malaise trap: 7.V.91: 1 ♂; 24.V.91: 1 ♀.

Holopogon siculus (Macquart, 1834)

Distribution: Known only from Sicily. New record for Spain.

Material examined: 1 ♂ 1 ♀. Malaise trap: 7.VI.91: 1 ♂ 1 ♀.

Holopogon venustus (Rossi, 1790)

Distribution: Austria, Germany, France and Italy. New record for Spain.

Material examined: 10 ♂♂ 10 ♀♀. Coloured dishes: 22.VIII.90: 1 ♂. Malaise trap: 20.VI.91: 4 ♂♂ 1 ♀; 7.VI.91: 1 ♀; 6.VII.91: 2 ♂♂ 3 ♀♀; 25.VII.91: 1 ♀; 7.VIII.91: 2 ♂♂ 1 ♀; 25.VIII.91: 1 ♂ 1 ♀. Wilkening trap: in *Juniperus thurifera*, 14.VII.92: 1 ♀; 13.VIII.92: 1 ♀.

Stenopogon brevipennis (Meigen, 1820)

Distribution: Spain, Portugal and Tunisia.

Material examined: 3 ♂♂ 4 ♀♀. Malaise trap: 6.VII.91: 1 ♂; 7.VIII.91: 2 ♀♀; 25.VIII.91: 2 ♂♂ 2 ♀♀.

Stenopogon junceus (Meigen, 1820)

Distribution: Spain, France, Greece, Turkey, Caucasus, Iran and North Africa.

Material examined: 3 ♂♂. Sweeping: on *Rosmarinus officinalis*, 2.VII.93: 1 ♂. Malaise trap: 25.VII.91: 1 ♂. Moericke trap: 11.VII.90: 1 ♂.

SUBFAMILY DASYPOGONIDAE

Dasygogon diadema (Fabricius, 1781)

Distribution: Europe, previously recorded from Spain (LEHR, 1988).

Material examined: 4 ♂♂ 4 ♀♀. Sweeping: at the *Agropyro-Lygeion*, 14.VI.92: 1 ♂; 25.VI.92: 1 ♀; on *Gypsophila struthium*, 7.VI.90: 1 ♂; on *Ononis tridentata*, 2.VII.93: 1 ♀; on *Rosmarinus officinalis*, 12.VI.90: 1 ♂ 1 ♀; 20.VI.91: 1 ♀. Coloured dishes: 7.VI.91: 1 ♂.

Saropogon obesulus Loew, 1869

Distribution: Recorded only from Spain.

Material examined: 50 ♂♂ 12 ♀♀. Sweeping: on *Salsola vermiculata*, 14.V.91: 1 ♀. Coloured dishes: 14.IV.90: 2 ♂♂ 1 ♀; 22.IV.90: 3 ♂♂; 29.IV.90: 9 ♂♂; 25.IV.91: 2 ♂♂; 7.V.91: 4 ♀♀; 7.VI.91: 1 ♂ 1 ♀. Malaise trap: 7.V.91: 8 ♂♂; 24.V.91: 12 ♂♂ 3 ♀♀; 7.VI.91: 2 ♂♂ 2 ♀♀.

SUBFAMILY LEPTOGASTRINAE

Leptogaster cylindrica (De Geer, 1776)

Distribution: A Palaearctic species, previously recorded from Spain (LEHR, 1988).

Material examined: 3 ♂♂ 3 ♀♀. Sweeping: on *Suaeda vera*, 20.VII.92: 1 ♀. Malaise trap: 6.VII.91: 2 ♂♂ 1 ♀. Light trap: 23.V.92: 1 ♂; 10.VI.93: 1 ♀.

Leptogaster gracilis Loew, 1847

Distribution: Roumania, Turkey, Israel, Iran and Mongolia. New record for Spain.

Material examined: 3 ♂♂. Sweeping: on *Rosmarinus officinalis*, 2.VII.93: 1 ♂. Coloured dishes: 6.VII.90: 1 ♂. Moericke trap: 11.VII.90: 1 ♂.

Leptogaster subtilis Loew, 1847

Distribution: Central Europe, previously recorded from Spain (LEHR, 1988).

Material examined: 1 ♂ 1 ex. Malaise trap: 20.VII.91: 1 ex. Wilkening trap: in *Juniperus thurifera*, 10.VI.94: 1 ♂.

SUBFAMILY ASILINAE

Acanthopleura naxia (Macquart, 1838)

Distribution: Austria, Greece and Turkey. First record for Spain.

Material examined: 2 ♂♂. Sweeping: on the *Agropyro-Lygeion*, 14.VI.92: 1 ♂. Malaise trap: 6.VII.91: 1 ♂.

Antiphrisson trifarius (Loew, 1849)

Distribution: Europe, Syria, Israel, Tunisia and Egypt. Previously recorded from Spain by LEHR (1988).

Material examined: 10 ♂♂ 8 ♀♀. Sweeping: on ground, 26.V.90: 1 ♂; 2.VI.90: 1 ♀; 9.VI.90: 1 ♂. Coloured dishes: 7.VI.91: 1 ♀; 9.X.91: 1 ♀. Malaise trap: 24.V.91: 8 ♂♂ 5 ♀♀.

Asilus barbarus Linnaeus, 1758

Distribution: Spain, France, Italy, Mongolia, China. Morocco, Algeria, Tunisia.

Material examined: 3 ♂♂ 3 ♀♀. Sweeping: on ground, 1.IX.89: 1 ♂; 25.VII.90: 1 ♀; 6.X.93: 1 ♂. Coloured dishes: 8.VII.91: 1 ♂; 9.IX.91: 1 ♀. Moericke trap: 25.IX.90: 1 ♀.

Cerdistus melleus (Macquart, 1838)

Distribution: Southern Europe (SÉGUY, 1927).

Material examined: 1 ♀. Moericke trap: 9.VII.90: 1 ♀.

Dysmachus stylifer (Loew, 1854)

Distribution: Europe. New record for Spain.

Material examined: 6 ♂♂ 11 ♀♀. Sweeping: on *Salsola vermiculata*, 14.V.91: 2 ♀♀. Coloured dishes: 14.IV.90: 1 ♂; 7.V.91: 5 ♂♂ 4 ♀♀; 7.VI.91: 4 ♀♀. Malaise trap: 24.V.91: 1 ♀.

Dysmachus trigonus (Meigen, 1804)

Distribution: Europe, Algeria and Tunisia. Recorded from Spain by LEHR (1988).

Material examined: 1 ♂ 2 ♀♀. Sweeping: on *Salsola vermiculata*, 14.V.91: 1 ♂. Malaise trap: 24.V.91: 1 ♂ 1 ♀.

Eccoctopus longitarsis (Macquart, 1838)

Distribution: In Europe recorded only from Spain; Asia: Irak, Israel, Iran; North Africa: Morocco, Algeria, Tunisia.

Material examined: 1 ♂. Sweeping: on the *Agropyro-Lygeion*, 22.VIII.94: 1 ♂.

Epitriptus cingulatus (Fabricius, 1781)

Distribution: Europe, Turkey and Iran. Recorded from Spain by PÉREZ & PORTILLO (1991).

Material examined: 1 ♂. Sweeping: on ground, 12.VI.90: 1 ♂.

Epitriptus inconstans (Meigen, 1820)

Distribution: Europe and North Africa. Previously recorded from Spain by LEHR (1988).

Material examined: 1 ♂ 6 ♀♀. Sweeping: at the *Agropyro-Lygeion*, 11.X.92: 1 ♂; on ground, 8.IX.90: 1 ♀. Coloured dishes: 14.X.90: 2 ♀♀. Malaise trap: 18.IX.90: 1 ♀. Light trap: 18.IX.92: 1 ♀; 25.VI.93: 1 ♀.

Machimus Loew, 1849 sp. nov.

The genus *Machimus* is distributed throughout the Palaearctic. 17 specimens were collected.

Machimus chrysitis (Meigen, 1820)

Distribution: Europe, previously recorded from Spain by LEHR (1988).

Material examined: 43 ♂♂ 19 ♀♀. Sweeping: on *Juniperus thurifera*, 21.VII.89: 1 ♂; on *Salsola vermiculata*, 14.V.91: 1 ♀; on ground, 2.VI.90: 1 ♀; 12.VI.90: 1 ♂. Coloured dishes: 5.V.90: 1 ♂; 7.V.91: 5 ♂♂ 2 ♀♀. Malaise trap: 24.V.91: 7 ♂♂ 1 ♀; 7.VI.91: 19 ♂♂ 6 ♀♀; 20.VI.91: 7 ♂♂ 4 ♀♀; 6.VII.91: 1 ♂ 2 ♀♀; 7.VIII.91: 1 ♀. Moericke trap: 11.VII.90: 1 ♀. Light trap: 25.VI.93: 1 ♂.

Machimus dasypygus (Loew, 1849)

Distribution: Southern Europe and North Africa. Previously recorded from Spain by LEHR (1988).

Material examined: 3 ♂♂ 1 ♀. Sweeping: on *Artemisia herba-alba*, 20.VII.92: 1 ♀; 8.VIII.92: 1 ♂; on ground, 25.VII.90: 1 ♂. Malaise trap: 18.IX.90: 1 ♂.

Machimus fortis (Loew, 1849)

Distribution: Southern Europe and North Africa. Previously recorded from Spain by LEHR (1988).

Material examined: 1 ♂ 2 ♀♀. Coloured dishes: 8.VII.91: 1 ♂ 1 ♀. Light trap: 25.VI.93: 1 ♀.

Machimus pilipes (Meigen, 1820)

Distribution: Spain, France, Italy, Morocco and Algeria.

Material examined: 42 ♂♂ 45 ♀♀. Sweeping: on *Gypsophila struthium*, 30.VIII.90: 3 ♂♂ 2 ♀♀; on *Helianthemum squamatum*, 26.X.91: 1 ♀; on *Juniperus thurifera*, 23.IX.89: 1 ♂ 2 ♀♀; on *Salsola vermiculata*, 5.IX.91: 4 ♂♂; on ground, 8.X.89: 1 ♀. Coloured dishes: 3.IX.90: 4 ♂♂ 2 ♀♀; 14.X.90: 4 ♂♂ 3 ♀♀; 9.IX.91: 5 ♂♂ 9 ♀♀; 26.X.91: 1 ♂ 1 ♀; 25.XI.91: 1 ♀. Malaise trap: 18.IX.90: 5 ♂♂ 12 ♀♀; 25.VIII.91: 1 ♂; 23.IX.91: 4 ♂♂ 1 ♀; 9.X.91: 4 ♂♂ 5 ♀♀; 20.X.91: 2 ♂♂ 3 ♀♀. Moericke trap: 25.IX.90, 1 ♂; 17.X.90: 2 ♂♂ 2 ♀♀. Light trap: 18.IX.92: 1 ♂.

Neomochtherus aquitanus Tsacas, 1964

Distribution: Spain, France and Switzerland.

Material examined: 2 ♂♂. Malaise trap: 20.VI.91: 1 ♂. Wilkening trap: on *Pinus halepensis*, 28.VI.92: 1 ♂.

Neomochtherus confusus Tsacas, 1965

Distribution: Spain, France and Switzerland.

Material examined: 8 ♂♂ 23 ♀♀. Sweeping: on *Artemisia herba-alba*, 12.IX.92: 1 ♀; on *Juniperus thurifera*, 21.VI.89: 1 ♂; on *Rosmarinus officinalis*, 6.VIII.92: 1 ♀; on *Sal-sola vermiculata*, 8.VIII.92: 1 ♀; on ground, 12.VI.90: 1 ♂. Coloured dishes: 27.VII.90: 1 ♀; 20.VI.91: 2 ♂♂ 4 ♀♀; 8.VII.91: 1 ♀; 9.IX.91: 1 ♀. Malaise trap: 7.VI.91: 1 ♂; 6.VII.91: 5 ♀♀. Moericke trap: 9.VII.90: 1 ♀. Light trap: 25.VI.93: 1 ♂ 1 ♀; 10.VII.93: 1 ♂ 2 ♀♀; 20.VII.93: 1 ♂ 4 ♀♀.

Tolmerus pyragra (Zeller, 1840)

Distribution: Southern and Central Europe. Recorded from Spain by PÉREZ & PORTILLO (1991).

Material examined: 12 ♂♂ 9 ♀♀. Sweeping: on *Rosmarinus officinalis*, 8.V.92: 1 ♂. Coloured dishes: 22.IV.90: 2 ♂♂; 5.V.90: 1 ♀; 7.V.91: 3 ♂♂ 1 ♀; 7.VI.91: 1 ♂. Malaise trap: 24.V.91: 2 ♀♀; 7.VI.91: 1 ♂ 2 ♀♀; 6.VII.91: 1 ♂. Moericke trap: 20.V.91: 1 ♂. Light trap: 25.VI.93: 1 ♂; 10.VII.93: 1 ♀. Wilkening trap: on *Juniperus phoenicea*, 25.V.92: 1 ♂; 14.VII.92: 1 ♀; on *Pinus halepensis*, 10.V.92: 1 ♀.

DISCUSSION

The total number of species recorded here are 35, belonging to 6 subfamilies and grouped in 23 genera. This is a small number when compared to the 140 species recorded by LEHR (1988) from Spain or the 56 species recorded from sierra de Gredos by PÉREZ & PORTILLO (1991), but it is highly related to other local studies as SÉGUY (1934), who listed 21 species from the whole of Spain; OLDROYD (1972), who listed 17 species from the Pyrenees and the Montes Universales; GAYUBO *et al.* (1987), who listed 25 species from the meridional Sierras of the province of Badajoz or WEINBERG & BÁEZ (1992), who listed 26 species from the Canary Islands. The records of another 7 species not previously recorded from Spain (*Loewinella virescens* [Loew, 1871], *Rhadinus megalonyx* Loew, 1856, *Holopogon siculus* [Macquart, 1834], *H. venustus* [Rossi, 1790], *Leptogaster gracilis* Loew, 1847, *Acanthopleura naxia* [Macquart, 1838] and *Dysmachus styli-fer* [Loew, 1854]) bring the number of species of Asilidae known at present from Spain, as a result of our present data, to 150.

Among the 569 specimens collected, *Machimus pilipes* is certainly the most common species, with 87 specimens, with *Dioctria gagates* (50 speci-

mens), *Lasiopogon cinctus* (61 specimens), *Saropogon obesulus* (62 specimens) and *Machimus chrysitis* (62 specimens) as the other dominant species. There are five species represented by only one specimen each, and another 16 species represented by less than ten specimens each.

Table I shows the 35 taxa included in their chorological categories. These data imply a high percentage, 62,8%, of Mediterranean elements, a percentage which agrees with those of other groups already studied like the Heteroptera (67,7%) (RIBES *et al.*, 1997), the Thysanoptera (45%) (ZUR STRASSEN *et al.*, 1997) or the plants (70%) (MOLERO, 1988). Out of the total number of studied taxa, 11,4% can be considered, as far as we know, as endemic to the Iberian Peninsula (for the flora it is 8% [MOLERO, 1988] and for the Heteroptera it is 7,8% [RIBES *et al.*, 1997]), including the two new species, of the genera *Psilocurus* and *Machimus*, whose description will be the subject of another paper.

Table I. Chorology of the Asilidae of Retuerta de Pina's juniper forest.
Tabla I. Corología de los Asilidae del sabinar de Retuerta de Pina.

Chorology	Number of species	Percentage
European	9	25,7
Holomediterranean	6	17,1
Westmediterranean	4	11,2
Palearctic	4	11,4
Euromediterranean	3	8,5
Eastmediterranean	2	5,7
Iberian	2	5,7
Los Monegros endemic	2	5,7
Northmediterranean	2	5,7
Westpalaeartic & afrotropical	1	2,8

Another thing worth noting is the presence of species known up till now only from the Eastern Mediterranean eastwards, like *Loewinella virescens* and *Leptogaster gracilis*, or the new species of *Psilocurus*, whose nearest relatives occur in Asia, strengthening the hypothesis of an ecological continuity with Los Monegros since the Tertiary (RIBERA & BLASCO-ZUMETA, 1998).

Despite the fact that the purpose of this paper was not the compilation of a species inventory of the Asilidae, the systematic use of arthropod trapping methods permits a qualitative assessment of the effectiveness for this group of the collecting techniques used (Table II). The collecting method with the highest effectiveness is the Malaise trap, with 75,7% of the recorded species. It seems that flight interception traps are suitable for the detection of a group which has good flight capabilities and actively explores a territory.

Table II. Number of species collected by different methods (excluding *Psilocurus* sp. nov. and *Machimus* sp. nov.).

Tabla II. Número de especies colectadas mediante diferentes métodos (excluidos *Psilocurus* sp. nov. y *Machimus* sp. nov.).

Trapping method	Number of species	Percentage
Malaise trap	25	75,7
Sweeping	23	69,6
Coloured dishes	22	66,6
Moericke trap	11	33,3
Light trap	7	21,2
Wilkening trap	4	12,1

The size of most of the species in the group, their *de visu* detectability and the use that they make of vegetation, turn the entomological net into an indispensable tool for inventorying Asilidae, with 69,6% of the species detected by sweeping. As for attraction methods, only traps using colour have proved effective, with coloured dishes collecting 66,6% of the species and Moericke traps with 33,3%. The higher effectiveness of coloured dishes over Moericke traps is due to their higher detectability, as they take up a bigger surface on the ground. Of the other trapping methods used, only light traps (with 21,2% of the species collected) have been of any use.

The phenological pattern of the Asilidae in the area under study (Table III) coincides with that of other groups, such as the Heteroptera (RIBES *et al.*, 1997), the Thysanoptera (ZUR STRASSEN *et al.*, 1997) or the Chrysomelidae (Coleoptera) (PETITPIERRE *et al.*, 2000) with the minimum number of species in Winter and the peak in Spring and Summer.

Table III. Number of species and specimens collected during the four seasons (excluding *Psilocurus* sp. nov. and *Machimus* sp. nov.).

Tabla III. Número de especies y de ejemplares colectados durante las cuatro estaciones (excluidos *Psilocurus* sp. nov. y *Machimus* sp. nov.).

Season	Number of species	Percentage	Number of specimens	Percentage
Spring	12	36,3	176	33,8
Summer	30	90,9	231	44,4
Autumn	9	27,2	113	21,7
Winter	1	3,0	1	0,1

There seems to be a marked seasonality in the group, both in absolute and relative terms, with 90,9% of the species and 44,4% of the specimens collected in Summer. Spring would be the second most important season regarding the number of species (12%), followed by the Autumn (9%), a period when the number of specimens is dominated by the presence of *Machimus pilipes*, with 81 specimens, an Autumn species which reaches the month of November.

The faunistic study of Los Monegros region, which is highly important in this respect, has produced, also for the Asilidae, good arguments for legal protection and permanent conservation of this area.

ACKNOWLEDGEMENT

We thank Leopoldo Castro for checking the English version.

SUMARIO

El inventario de la biocenosis de un sabinar de *Juniperus thurifera* L. en Los Monegros ha permitido obtener los datos que motivan esta nota. De los métodos de trampeo utilizados, solo el barrido, los platos de colores, la trampa Malaise, la trampa Moericke, la trampa luminosa y la trampa Wilkening han resultado efectivos para el grupo.

Se han detectado un total de 569 ejemplares pertenecientes a 35 especies de 23 géneros. Las especies *Loewinella virescens*, *Rhadinus mega-*

lonyx, *Holopogon siculus*, *H. venustus*, *Leptogaster gracilis*, *Acanthopleura naxia* y *Dysmachus stylifer* son citadas por primera vez para España y *Psilocurus* sp. nov. y *Machimus* sp. nov. son nuevas para la ciencia. Las especies con mayor número de ejemplares colectados son *Machimus pilipes* (87 ejs.), *Dioctria gagates* (50 ejs.), *Lasiopogon cinctus* (61 ejs.), *Saropogon obesulus* (62 ejs.) y *Machimus chrysitis* (62 ejs.).

La tabla I muestra la corología del grupo, que es, con el 62,8%, eminentemente mediterránea, con un alto porcentaje, el 11,4%, de endemismos ibéricos. Destaca la presencia de especies conocidas hasta ahora solo del oriente del Mediterráneo hacia el este, como *Loewinella virescens* y *Leptogaster gracilis*, o la nueva especie de *Psilocurus*, un género conocido solo en Asia, reforzando la hipótesis de una continuidad ecológica en Los Monegros desde el Terciario.

La tabla II muestra la eficiencia de las técnicas de muestreo utilizadas. El método de recolección que se muestra más eficiente es la trampa Malaise, con el 75,7% de las especies detectadas, seguido en segundo lugar por el barrido de vegetación, con el 69,6%. En cuanto a los sistemas de atracción, solo las trampas que utilizan el color han resultado efectivas, con el 66,6 y 33,3%, respectivamente, de especies detectadas con platos de colores y trampa Moericke. De los demás sistemas de trampeo utilizados, solo la trampa luminosa (con el 21,2% de las especies colectadas) ha resultado de alguna efectividad.

El esquema fenológico de los Asilidae en el área estudiada (Tabla III) tiene una marcada estacionalidad, tanto en términos absolutos como relativos, con una presencia en verano del 90,9% de las especies detectadas y el 44,4% de los ejemplares colectados. La primavera sería la segunda estación con mayor número de especies (12%), seguida del otoño (9%) y solo con algún ejemplar ocasional durante el invierno.

REFERENCES

- BÄCHLI, G. & BLASCO-ZUMETA, J. (1995). Drosophilidae (Diptera) species of a *Juniperus thurifera* L. forest of Los Monegros region (Zaragoza, Spain). *Zapateri. Revista Aragonesa de Entomología*, 5: 51-62.
- BRAUN-BLANQUET, J. & BOLÒS, O. (1957). Les groupements végétaux du bassin moyen de l'Èbre et leur dynamisme. *An. Est. Exper. Aula Dei*, 5 (1-4): 1-266.
- ENGEL, E. O. (1930). *Asilidae*. In LINDNER, E. (ed.). *24 Die Fliegen der paläarktischen Region*. Stuttgart.
- GAYUBO, S. F.; PORTILLO, M. & ZABALLOS, J. P. (1987). Estudio faunístico de la provincia de Badajoz I: Sierras Meridionales. Insecta: Hymenoptera (Sphecidae), Diptera (Asilidae y Tabanidae) y Coleoptera (Caraboidea). *Alytes*, 5: 161-216.
- HULL, F. M. (1962). Robber Flies of the World. The Genera of the Family Asilidae. *Bull. U. S. natu. Mus.*, 224: 1-907.
- LEHR, P. A. (1988). *Family Asilidae*. In SOÓS, A. & PAPP, L. (eds.). *Catalogue of Palaearctic Diptera*, 5: 197-326. Budapest.
- MOLERO, J. (1988). *Estudio de la flora y la vegetación*. In PEDROCCHI, C. *Evaluación preliminar del Impacto Ambiental de los regadíos en el Polígono Monegros II*. MOPU-IPE.
- OCHOA, M. J. (1982). *Relaciones entre el medio y comunidades vegetales del sabinar continental árido en el valle del Ebro*. INIA. Madrid. 52 pp.
- OLDROYD, H. (1972). Asilidae (Diptera) d'Espagne. *Pirineos*, 103: 33-36.
- PÉREZ, G. & PORTILLO, M. (1991). Los asílidos (Diptera, Brachycera, Asilidae) de la sierra de Gredos. *Cuadernos Abulenses*, 16: 189-259.
- PETITPIERRE, E.; BASTAZO, G. & BLASCO-ZUMETA, J. (2000). Crisomélidos (Coleoptera: Chrysomelidae) de un sabinar de *Juniperus thurifera* L. en Los Monegros (Zaragoza, NE España). *Bol. SEA*, 27: 53-61.
- RIBERA, I. & BLASCO-ZUMETA, J. (1998). Biogeographical links between steppe insects in the Monegros region (Aragón, NE Spain), the eastern Mediterranean, and central Asia. *Journal of Biogeography*, 25: 969-986.
- RIBES, J.; BLASCO-ZUMETA, J. & RIBES, E. (1997). Heteroptera de un sabinar de *Juniperus thurifera* L. en Los Monegros (Zaragoza). *Monografías SEA*, 2: 1-127.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. ICONA. Madrid, 268 pp.
- SÉGUY, E. (1927). Diptères (Brachycères) (Asilidae). *Faune de France*, 17: 1-190. Paris.
- SÉGUY, E. (1934). Asilidae. In *Diptères d'Espagne, étude systématique basée principalement sur les collections formées par le R. P. Longin Navas S. J.* *Mems. Acad. Cienc. exact.* Zaragoza, 3: 28-31.
- THEODOR, O. (1980). Diptera Asilidae. *Fauna Palestina*, 2: 1-448.

- TSACAS, L. (1968). Révision des espèces du genre *Neomochtherus* Osten-Sacken (Diptera; Asilidae). *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., N. Sér. A, Zool.*, 47 (3): 1-328.
- WEINBERG, M. & BÁEZ, M. (1992). Catalogue of the Asilidae (Diptera) of the Canary islands. *Trav. Mus. Hist. nat. «Grigore Antipa»*, 32: 239-249.
- WEINBERG, M. & TSACAS, L. (1975). Un nouveau *Machimus* d'Espagne (Diptera, Asilidae). *Stuttgarter Beitr. Naturk., A (Biol.)*, 274: 1-3
- WEINBERG, M. & TSACAS, L. (1976). Révision des Asilinae (Diptera) décrits par Meigen et conservés au Muséum de Paris. *Bull. Mus. natu. Hist. nat., 3^e Sér.*, 373 (Zool., 261): 417-438.
- ZUR STRASSEN, R.; LACASA, A. & BLASCO-ZUMETA, J. (1997). Thrips (Insecta: Thysanoptera) of a *Juniperus thurifera* forest of Los Monegros region (Zaragoza, Spain). *Zapateri. Revista Aragonesa de Entomología*, 7: 251-268.

**SHORE FLIES (DIPTERA, EPHYDRIDAE) SPECIES OF A
JUNIPERUS THURIFERA L. FOREST OF LOS MONEGROS REGION
(ZARAGOZA, SPAIN)**

Tadeusz ZATWARNICKI¹
Javier BLASCO-ZUMETA²

ABSTRACT.— A survey of the Ephydriidae of a *Juniperus thurifera* L. forest of Los Monegros region (Zaragoza, Spain) was carried out between 1989 and 1994. In total, 684 specimens belonging to 37 species and 20 genera were collected. Some facts are given on the ecology of the family in the area and traps efficiency. The first record of *Psilopa marginella* (Fallén, 1823), *Psilopa roederi* Girschner, 1889, *Ptilomya angustigenis* Becker, 1926, *Hydrellia albifrons* (Fallén, 1813), *H. fascitibia* von Roser, 1840, *Brachydeutera ibari* Ninomyia, 1929, *Scatella tenuicosta* Collin, 1930 and *Scatophila noctula* (Meigen, 1830) for Spain are included.

RESUMEN.— *Especies de Diptera, Ephydriidae en un bosque de Juniperus thurifera L. de la comarca de Los Monegros (Zaragoza, España)*. Entre los años 1989 a 1994 se ha realizado un muestreo de la familia Ephydriidae en un bosque de *Juniperus thurifera* L. en la comarca de Los Monegros (Zaragoza, España), colectándose un total de 684 ejemplares pertenecientes a 37 especies y 20 géneros diferentes. Se proporcionan datos sobre la ecología de la familia en la zona, así como de efectividad de trapeo. Se cita por primera vez para España *Psilopa marginella* (Fallén, 1823), *Psilopa roederi* Girschner, 1889, *Ptilomya angustigenis* Becker, 1926, *Hydrellia albifrons*

¹ Museum and Institute of Zoology. Polish Academy of Sciences. Ul. Wilcza, 64. PL-00-679 WARSAW. zatwar@robal.miiz.waw.pl

² Hispanidad, 8. E-50750 PINA DE EBRO.

(Fallén, 1813), *H. fascitibia* von Roser, 1840, *Brachydeutera ibari* Ninomyia, 1929, *Scatella tenuicosta* Collin, 1930 y *Scatophila noctula* (Meigen, 1830).

KEY WORDS.— Diptera, Ephydridae, phenology, traps efficiency, faunistic records, Los Monegros, Spain.

INTRODUCTION

Flies of the family Ephydridae are usually small and darkish, but can be easily recognized by dorsally pectinate arista (with a few exceptions) and by specific wing venation: costa with two distinct breaks (humeral and subcostal), discal and second basal cells not separated by a crossvein, anal cell and anal vein absent. Adults are usually found on shores, marshes and wet meadows and many of them feed on yeast, various algae and bacteria. Most larvae are aquatic or semiaquatic, they are grazers or filter-feeders of organic material, some develop in decomposing matter as scavengers or are leaf miners.

The shore-fly fauna of Spain has distinct influences from Africa, as some genera were not recorded in Europe outside the region —it treats to both Iberian peninsula with *Scoliocephalus* (ZATWARNICKI, 1991) or Balears with *Actocetor* (CARLES-TORLA, 1995), *Zeros* (CANZONERI & RALLO, 1996) and *Brachydeutera* (REMMERT, 1953). Despite of this original fauna no actual list of Spanish Ephydridae is available since catalogue of ARIAS ENCOBET (1912). His list of 79 actually valid species of Spanish shore flies was based on three papers, those of STROBL (1900; 1905) and CZERNY (1909). Further records in various faunistic or taxonomic papers began to appear sixty years after the date, but the papers are not focused on Spanish fauna, therefore they are easily to overlook. CANZONERI (1993); CANZONERI & MENEGHINI (1975); HOLLMANN-SCHIRRMACHER (1998a, 1998b), KRIVOSHEINA (1998); MATHIS (1984a; 1984b); WIRTH (1975), and ZATWARNICKI (1988; 1991; 1996) provided additional 22 species, which makes a total amount of 101 species known from Iberian peninsula hitherto. In several other publications the presence of a few species already known from Spain was confirmed.

STUDY AREA

Los Monegros region lies in the central part of the Ebro valley, east of Zaragoza. This area's extreme climatic conditions have produced a vegeta-

tion similar to that of the North-African steppes (BRAUN-BLANQUET & BOLÒS, 1957). OCHOA (1982) summarizes its climate as follows: large annual range of minimum and maximum temperatures, which go from -10°C to above 40°C ; frequent Spring frosts; prevailing winds from the NW and the SE (cold and warm, respectively), both with great desiccating power; low annual rainfall (200-400 mm); water deficit over 300 mm. Soils (QUIRANTES, 1978) are mostly gypsum, with some marl and clay.

These climatic conditions are connected with a climax vegetation of *Juniperus thurifera* L. forests of the *Juniperetum phoeniceo-thuriferae* (Br.-Bl. & O. Bolòs) Rivas-Martínez community (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987), a species-poor plant community characterized by the presence of *Juniperus thurifera* L., *Rhamnus lycioides* L., *Ephedra nebrodensis* Tineo ex Guss. and *Asparagus acutifolius* L. It is a clear forest or a steppe with trees, associated with various shrub layers whose composition depends on microclimatic (altitude, exposure, and soil) conditions (BRAUN-BLANQUET & BOLÒS, 1957). Taking into account their relative importance in the area, these main plant communities are: *Agropyro-Lygeion* Br.-Bl. & O. Bolòs, steppe grasslands with perennial species on the deep soils found on hillsides being not very steep, and the foot of the hills; *Ononidetum tridentatae* Br.-Bl. & O. Bolòs, dense, vigorous shrub mostly found on gentle sunny hillsides, which indicates the presence of a deep layer of gypsum; *Salsolo vermiculatae-Peganetum harmalae* Br.-Bl. & O. Bolòs, a community of nitrophilous species found in abandoned fields and places where organic matter accumulates (mainly as a result of the presence of sheep); *Helianthemetum squamati* Br.-Bl. & O. Bolòs, a community of low, stunted shrubs and a very important lichen component which is found on very eroded hill-tops; *Suaedetum verae* Br.-Bl. & O. Bolòs, dense aggregations of halophilous species which occur in places that have become saline owing to poor draining; *Roemerio violaceae-Hypecoetum penduli* Br.-Bl. & O. Bolòs and *Carduo pycnocephali-Hordeetum leporini* Br.-Bl., plant communities associated with cereal crops and waysides, respectively.

MATERIAL AND METHODS

Specimens have been collected from 1989 to 1994 in an area near the locality Pina de Ebro (Zaragoza province) called «Retuerta de Pina» (UTM

grid square 30T YL29). The mean altitude is 360 m. It is the last well-preserved *Juniperus thurifera* L. forest in Los Monegros region.

The following collecting methods have been used:

Moericke trap. A metal container, yellow inside and green outside, sized 60 x 60 x 10 cm, on a 70 cm high stand, filled with slightly soapy water. Both samples and water were removed once a week and grouped by fortnights. It was working from May 1990 to December 1991, with two breaks, August-September 1990 and July-September 1991.

Coloured dishes. 25 plastic trays (9 yellow, 8 blue, 8 white), sized 26 x 16 x 4 cm, were used, filled with soapy water. They were in use from February 1990 to December 1991, set once in a fortnight in 1991, and left in operation for 24 hours on each occasion. The specimens were grouped by fortnights.

Malaise trap. Two traps 180 cm long, 121 cm wide and 206 cm to 183 cm high were used. The collecting liquid was 70% alcohol. They were in use from September 1990 till December 1991, emptied once a week; the material was grouped by fortnights.

Light trap. It consists of two 20W/10S lamps (a blacklight and a daylight lamp) operating on a 12V battery. The specimens were taken off the lamps by means of a pooter. It was used regularly from January to December in 1993: and the collected material was grouped by fortnights. More samples were taken previously to 1993: but they were not sampled regularly.

Pitfall trap. 12 plastic bottles, 14 cm high and 8 cm wide, with a 5 cm wide opening were used, containing beer (1991) or vinegar (1992) as bait, and buried just below the surface, with the lids off. They were placed 10 m apart from each other.

Sweeping from plants. An insect net was swept once by fortnight during 1992 and from January to December 1993 on 21 plant species: the *Agropyro-Lygeion* Br.-Bl. & Bolòs (a vegetal community composed mainly by perennial steppic grasses), *Artemisia herba-alba* Asso, *Atriplex halimus* L., *Ephedra nebrodensis* Tineo ex Guss., *Genista scorpius* (L.) DC., *Gypsophila struthium* L. ssp. *hispanica* (Willk.) G. López, *Helianthemum squamatum* (L.) Pers., *Juniperus phoenicea* L., *Juniperus thurifera* L., *Lithodora fruticosa* (L.) Griseb (from April to September only), *Ononis tridentata* L., *Osyris alba* L., *Pinus halepensis* Miller, *Quercus coccifera* L., *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss, *Rhamnus lycioides* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Salsola vermiculata* L., *Santolina chamaecyparissus* L., *Suaeda vera* J. F. Gmelin y *Tamarix canariensis* Willd. During 1994, the following plants were swept with the same frequency: *Asparagus acutifolius* L., *Frankenia thymifolia* Desf., *Lepidium subulatum* L., *Peganum harmala* L., *Salvia lavandulifolia* Vahl. and *Thymus vulgaris* L. More samples were taken before and

after those years but without regularity on the same and other plant species like *Carduus bourgeanus* Boiss. et Reut., the *Carduo pycnocephali-Hordeetum leporini* Br.-Bl. community, *Medicago sativa* L., *Onopordum corymbosum* Willk and *Reseda lutea* L.

Wilkening trap. Four traps built according the model of WILKENING *et al.* (1981) were used, sized 32 cm high and 11 cm wide. They were placed into the branches of *J. phoenicea*, *J. thurifera* and *P. halepensis*, between brushes of *R. officinalis*, and inside an old building for sheeps. They were working from January to December 1992. Samples were removed once a week and grouped by fortnights.

Other trapping methods like carrion trap, Berlese funnels or traps inside rabbit's burrows were unsuccessful in collecting shore flies.

FAUNISTICAL ACCOUNT

SUBFAMILY DISCOMYZINAE

Clanoneurum cimiciforme (Haliday, 1855)

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1905 – Alicante), CZERNY (1909 – Elche) and ARIAS ENCOBET (1912) (in all cases as *Cyclocephala margininervis* or *Clanoneurum margininerve*).

Examined material: 8 ♂♂ 11 ♀♀. Moericke trap: 11.VII.90: 1 ♀. Coloured dishes: 16.IX.90: 2 ♂♂; 12.I.91: 1 ♂; 25.III.91: 1 ♀; 20.VI.91: 2 ♂♂ 1 ♀. By swept: on *Atriplex halimus*: 22.VIII.92: 1 ♂ 2 ♀♀; on *Gypsophila struthium*: 12.VIII.92: 1 ♂ 1 ♀; on *Reseda lutea*: 18.VI.93: 1 ♀; on *Suaeda vera*: 15.VI.91: 1 ♀; 28.VI.91: 1 ♀; on *Tamarix canariensis*: 12.VIII.92: 1 ♂ 2 ♀♀.

Psilopa compta (Meigen, 1830)

Distribution: Holarctic and Afrotropical; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1905 – Alicante, Almería, Algeciras, Monistrol, Malgrat), CZERNY (1909 – Algeciras, Tarifa, San Fernando, Alicante, Elche, Malgrat), ARIAS ENCOBET (1912), and SANTAMARÍA & ROSSI (1998 – Barcelona, Bescanó, Gualba, Gualba de Baix, Gualba river).

Examined material: 3 ♂♂ 2 ♀♀. Malaise trap: 19.II.91: 1 ♂. Light trap: 14.IX.90: 1 ♂. By swept: on *Artemisia herba-alba*: 14.XI.92: 1 ♀; on *Reseda lutea*: 18.VI.93: 1 ♀; on *Salsola vermiculata*: 13.IX.92: 1 ♂.

Psilopa leucostoma (Meigen, 1830)

Distribution: Holarctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1905 – Ronda, Alicante), CZERNY (1909 – Algeciras, San Fernando) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 2 ♂♂ 1 ♀. Coloured dishes: 16.IX.90: 1 ♂; 12.I.91: 1 ♂. By swept: on *Suaeda vera*: 9.VI.91: 1 ♀.

Psilopa marginella (Fallén, 1823)

Distribution: Europe. Not previously recorded in Spain.

Examined material: 2 ♀♀. Coloured dishes: 14.IV.90: 1 ♀. By swept: on *Suaeda vera*: 9.VI.91: 1 ♀.

Psilopa nana Loew, 1860

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1900 – Algeciras), STROBL (1905 – Alicante), CZERNY (1909 – Andalucía) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 4 ♂♂ 6 ♀♀. Moericke trap: 20.X.91: 1 ♂. Coloured dishes: 9.III.91: 1 ♀. Malaise trap: 17.X.90: 1 ♂ 3 ♀♀. Light trap: 14.X.90: 1 ♂ 2 ♀♀. Wilkening trap on *Juniperus thurifera*: 10.VI.92: 1 ♂.

Psilopa nitidula (Fallén, 1813)

Distribution: Palaearctic and Afrotropic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1905 – Algeciras, Alicante, Almería, Ronda, Monistrol, Malgrat), CZERNY (1909 – Algeciras, Tarifa, San Fernando, Alicante, Elche, Malgrat), ARIAS ENCOBET (1912), SANTAMARÍA & ROSSI (1998 – several localities) and ZATWARNICKI (1991 – Santiago de Compostela).

Examined material: 9 ♂♂ 16 ♀♀. Moericke trap: 7.I.91: 2 ♂♂ 1 ♀; 9.II.91: 1 ♂; 20.II.91: 2 ♂♂ 1 ♀; 7.V.91: 1 ♂. Coloured dishes: 12.I.91: 1 ♂ 1 ♀. Malaise trap: 10.IX.90: 1 ♀; 17.X.90: 1 ♂; 11.XI.90: 2 ♀♀; 7.I.91: 2 ♀♀; 21.II.91: 1 ♀. By swept: on the *Agropyro-Lygeion*: 10.XI.91: 1 ♂ 1 ♀; on *Artemisia herba-alba*: 14.X.92: 2 ♀♀; 24.X.92: 1 ♀; on *Juniperus thurifera*: 4.I.91: 1 ♀; 5.XII.92: 1 ♀; on *Suaeda vera*: 11.X.92: 1 ♀.

Psilopa obscuripes Loew, 1860

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1905 – Algeciras, Alicante, Almería, Ronda, Monistrol, Malgrat), CZERNY (1909 – Elche, San Celoni) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 3 ♂♂ 2 ♀♀. Coloured dishes: 12.I.91: 1 ♂; 7.V.91: 1 ♂. By swept: on *Artemisia herba-alba*: 14.X.92: 1 ♀; on *Gypsophila struthium*: 10.IX.92: 1 ♀; on *Suaeda vera*: 21.VI.89: 1 ♂.

Psilopa roederi Girschner, 1889

Distribution: Europe; not previously recorded in Spain.

Examined material: 1 ♂. By swept: on the *Agropyro-Lygeion*: 20.IV.92: 1 ♂.

SUBFAMILY HYDRELLINAE

Atissa limosina Becker, 1896

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1900 – Algeciras), STROBL (1905 – Alicante), and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 1 ♂. Coloured dishes: 21.VII.91: 1 ♂.

Atissa pygmaea (Haliday, 1833)

Distribution: Palaearctic and Afrotropic; already recorded from Iberian peninsula by CZERNY (1909 – Algeciras, Elche, Alicante, Játiva) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 5 ♂♂ 3 ♀♀. Moericke trap: 25.III.91: 1 ♀; 9.IV.91: 1 ♀. Coloured dishes: 9.IX.91: 1 ♂. Light trap: 25.VIII.90: 3 ♂♂ 1 ♀; 20.VII.93: 1 ♂.

Ptilomya angustigenis Becker, 1926

Distribution: Western Palaearctic; not previously recorded in Spain.

Examined material: 1 ♂. Light trap: 18.IX.92: 1 ♂.

Schema acrostichale (Becker, 1903)

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by CZERNY (1909 – San Fernando, Elche) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 1 ♂ 1 ♀. Coloured dishes: 16.IX.90: 1 ♂; 12.I.91: 1 ♀.

Hydrellia albifrons (Fallén, 1813)

Distribution: Western Palaearctic; not previously recorded in Spain.

Examined material: 2 ♂♂. Moericke trap: 8.IX.90: 1 ♂; 17.X.90: 1 ♂.

Hydrellia argyrogenis Becker, 1896

Distribution: Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1905), CZERNY (1909) (in both cases Alicante, Elche) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 3 ♂♂ 1 ♀. Moericke trap: 17.X.90: 3 ♂♂. Light trap: 20.VII.93: 1 ♀.

Hydrellia fascitibia von Roser, 1840

Distribution: Holarctic; not previously recorded in Spain.

Examined material: 1 ♀. Light trap: 10.IX.93: 1 ♀.

Hydrellia griseola (Fallén, 1813)

Distribution: Cosmopolitan; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1900; 1905 – several localities), CZERNY (1909 – Algeciras, Alicante, Malgrat, San Celoni) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 140 ♂♂ 104 ♀♀. Moericke trap: 28.V.90: 3 ♂♂ 1 ♀; 12.VI.90: 1 ♂; 28.VIII.90: 3 ♀♀; 8.IX.90: 3 ♂♂ 1 ♀; 17.X.90: 5 ♂♂ 7 ♀♀; 29.X.90: 1 ♂ 1 ♀; 11.XI.90: 1 ♂ 1 ♀; 20.II.91: 1 ♂ 1 ♀; 25.III.91: 7 ♂♂ 10 ♀♀; 9.IV.91: 9 ♂♂ 6 ♀♀; 7.V.91: 52 ♂♂ 27 ♀♀; 24.V.91: 22 ♂♂ 17 ♀♀; 20.X.91: 3 ♂♂; 9.XI.91: 2 ♂♂ 4 ♀♀; 20.XI.91: 1 ♂; 20.XII.91: 4 ♂♂ 4 ♀♀. Coloured dishes: 22.VIII.90: 1 ♂; 16.IX.90: 1 ♀; 17.XI.90: 1 ♂; 9.II.91: 1 ♂; 20.II.91: 1 ♂; 25.III.91: 9 ♂♂ 9 ♀♀; 9.IV.91: 1 ♂; 24.IV.91: 1 ♂ 2 ♀♀; 7.V.91: 3 ♂♂ 1 ♀; 18.VI.91: 1 ♂; 8.VII.91: 1 ♀; 9.IX.91: 1 ♀; 9.X.91: 1 ♂; 25.XII.91: 1 ♀. Light trap: 14.IV.92: 1 ♂; 20.VII.93: 2 ♀♀; 10.IX.93: 1 ♂ 1 ♀; 10.XI.93: 1 ♂. By swept: on *Artemisia herba-alba*: 7.XI.92: 1 ♀; on the *Carduo pycnocephali-Hordeetum leporini*: 20.IV.92: 1 ♀; on *Medicago sativa*: 26.VII.92: 2 ♂♂.

Hydrellia maura Meigen, 1838

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by (STROBL, 1900 – Lanjarón, Irún), STROBL (1905 – San Celoni), CZERNY (1909 – Algeciras, Tarifa, upper Genil river) and ARIAS ENCOBET (1912) (in all cases as *H. modesta* Loew).

Examined material: 2 ♂♂. By swept: on *Medicago sativa*: 21.VII.92: 1 ♂; on *Retama sphaerocarpa*: 11.VI.92: 1 ♂.

Notiphila cinerea Fallén, 1813

Distribution: Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1900; 1905 – Algeciras), CZERNY (1909 – Algeciras, Tarifa, Elche, Malgrat, Orense), ARIAS ENCOBET (1912) and KRIVOSHEINA (1998 – Algeciras, Malgrat).

Examined material: 1 ♂ 1 ♀. Coloured dishes: 14.X.90: 1 ♀; 9.X.91: 1 ♂.

SUBFAMILY GYMNOMYZINAE

Allotrichoma filiforme Becker, 1896

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by CZERNY (1909 – Algeciras) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined Material: 93 ♂♂ 95 ♀♀. Moericke trap: 25.V.90: 1 ♂; 11.VII.90: 1 ♂; 28.VIII.90: 1 ♀; 8.IX.90: 1 ♂; 7.X.90: 2 ♂♂ 3 ♀♀; 11.XI.90: 1 ♀; 20.II.91: 1 ♂; 25.IV.91: 1 ♂; 20.X.91: 8 ♂♂ 10 ♀♀. Coloured dishes: 22.VIII.90: 2 ♂♂; 3.IX.90: 1 ♀; 16.IX.90: 1 ♂ 4 ♀♀; 6.X.90: 3 ♂♂ 1 ♀; 14.X.90: 8 ♂♂ 3 ♀♀; 3.XI.90: 1 ♀; 17.XI.90: 1 ♂ 1 ♀; 20.II.91: 1 ♂; 25.III.91: 6 ♂♂ 4 ♀♀; 9.IV.91: 1 ♂; 25.IV.91: 3 ♀♀; 7.V.91: 1 ♂; 8.VII.91: 1 ♀; 9.IX.91: 30 ♂♂ 34 ♀♀; 20.IX.91: 1 ♂; 9.X.91: 12 ♂♂ 10 ♀♀; 26.X.91: 5 ♂♂ 6 ♀♀; 10.XI.91: 1 ♀; 25.XI.91: 1 ♂. Malaise trap: 18.IX.90: 1 ♀; 17.X.90: 1 ♂ 3 ♀♀; 25.VIII.91: 1 ♂; 10.IX.91: 1 ♂; 9.XI.91: 1 ♀. Light trap: 20.IX.93: 1 ♀. By swept: on *Gypsophila struthium*: 2.X.94: 1 ♂ 1 ♀; on *Retama sphaerocarpa*: 11.VI.92: 1 ♂ 1 ♀. Pitfall trap with vinegar: 10.III.92: 1 ♀; 25.III.92: 1 ♀.

Diclasioipa lacteipennis (Loew, 1862)

Distribution: Holarctic and Afrotropic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1905 – Ebenda, near Monistrol), ARIAS ENCOBET (1912) (in both cases as *Clasioipa xanthocera* Loew) and CANZONERI & MENEGHINI (1975 – Mijares river [Castellón]).

Examined material: 1 ♂ 3 ♀♀. By swept: on *Ephedra nebrodensis*: 20.IV.92: 1 ♀; on *Retama sphaerocarpa*: 11.VI.92: 1 ♂ 2 ♀♀.

Discocerina obscurella (Fallén, 1813)

Distribution: Cosmopolitan; already recorded from Iberian peninsula by CZERNY (1909 – Algeciras, San Pablo, upper Genil river), ARIAS ENCOBET (1912) and CANZONERI & MENEGHINI (1975 – Ebro river near Amposta and Tortosa; Mijares river near Castellón; Pirineos, La Junquera).

Examined material: 1 ♂. Moericke trap: 7.I.94: 1 ♂.

SUBFAMILY ILYTHERINAE

Nostima picta (Fallén, 1813)

Distribution: Holarctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1905 – Algeciras, Ronda), CZERNY (1909 – Elche), ARIAS ENCOBET (1912), and HOLLMANN-SCHIRRMACHER (1998a – Las Prescas and San Privat de Bas, near Olot [Gerona]).

Examined material: 2 ♂♂ 4 ♀♀. Moericke trap: 20.II.91: 1 ♂. Coloured dishes: 9.II.91: 1 ♀; 20.II.91: 1 ♀. Malaise trap: 19.II.91: 1 ♀. By swept: on the *Agropyro-Lygeion*: 13.IX.92: 1 ♀; on *Atriplex halimus*, 11.X.92: 1 ♂.

Philygria flavipes (Fallén, 1823)

Distribution: Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1900 – Irún), ARIAS ENCOBET (1912), and HOLLMANN-SCHIRRMACHER (1998a).

Examined material: 8 ♂♂ 5 ♀♀. Moericke trap: 7.V.91: 1 ♀. Coloured dishes: 25.III.91: 1 ♂. Malaise trap: 23.IX.91: 1 ♀. Light trap: 18.IX.92: 2 ♂♂. By swept: on *Artemisia herba-alba*: 24.X.92: 2 ♂♂; on the *Carduo pycnocephali-Hordeetum leporini*: 26.VII.92: 2 ♂♂; on *Medicago sativa*: 21.VII.92: 1 ♂ 1 ♀; on *Rosmarinus officinalis*: 30.IV.89, 1 ♀. Pitfall trap with beer: 10.V.91: 1 ♀.

Philygria stictica (Meigen, 1830)

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1900 – Játiva; Sierra Nevada; Sierra Morena; Madrid), CZERNY (1909 – El Escorial, sierra de Gredos), ARIAS ENCOBET (1912), and HOLLMANN-SCHIRRMACHER (1998a – prov. de Cáceres: Almonte river, Arroyo de la Vid; Noguera, Santander).

Examined material: 15 ♂♂ 7 ♀♀. Moericke trap: 25.IV.91: 1 ♀; 20.V.91: 1 ♂. Coloured dishes: 14.X.90: 1 ♀. Malaise trap: 18.IX.90: 1 ♀; 19.II.91: 1 ♀; 24.V.91: 1 ♂; 20.XII.91: 1 ♂. Light trap: 18.IX.92: 1 ♂. Wilkening trap on *Juniperus phoenicea*: 20.III.92: 2 ♂♂. By swept: on *Artemisia herba-alba*: 14.X.92: 1 ♂; 20.XII.92: 1 ♂; on *Carduus bourgeanus*: 14.V.91: 1 ♀; 20.V.91: 2 ♂♂ 2 ♀♀; on the *Carduo pycnocephali-Hordeetum leporini*: 20.XII.92: 2 ♂♂; on *Juniperus thurifera*: 20.IV.92: 1 ♂; on *Onopordum corymbosum*: 20.IV.93: 1 ♂; on *Salsola vermiculata*: 20.XII.92: 1 ♂.

SUBFAMILY EPHYDRINAE

Parydra hecate (Haliday, 1833)

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1905 – Alicante), CZERNY (1909 – San Pablo near Algeciras, Elche) and ARIAS ENCOBET (1912) (in all cases as *P. obliqua* Becker).

Examined material: 1 ♀. Coloured dishes: 14.IV.90: 1 ♀.

Parydra littoralis (Meigen, 1830)

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1900 – Irún), STROBL (1905 – Algeciras, Ronda) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 1 ♂. Coloured dishes: 25.III.91: 1 ♂.

Brachydeutera ibari Ninomyia, 1929

Distribution: Oriental and Palaearctic; not previously recorded in Spain.

Examined material: 2 ♀♀. Moericke trap: 17.X.90: 1 ♀; 11.XI.90: 1 ♀.

Ephydra flavipes (Macquart, 1844)

Distribution: Afrotropical and Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by WIRTH (1975) in Calpe (Alicante), Algeciras and Sta. Eulalia, as *Ephydra helvanensis* Steyskal.

Examined material: 3 ♂♂ 2 ♀♀. Light trap: 8.VII.91: 1 ♂; 20.VII.93: 1 ♂ 2 ♀♀; 10.IX.93: 1 ♂.

Ephydra macellaria Egger, 1862

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1900 – Sierra Morena), STROBL (1905 – Alicante, Elche), CZERNY (1909 – Algeciras, San Fernando, Alicante, Elche), ARIAS ENCOBET (1912) and WIRTH (1975 – Alicante; Andalucía, Cádiz).

Examined material: 25 ♂♂ 15 ♀♀. Moericke trap: 17.X.90: 1 ♂. Coloured dishes: 21.VII.91: 1 ♂. Light trap: 8.VII.91: 1 ♀; 18.IX.92: 1 ♀; 25.V.93: 1 ♀; 25.VI.93: 1 ♀; 10.VII.93: 2 ♀♀; 20.VII.93: 8 ♂♂ 3 ♀♀; 10.VIII.93: 5 ♂♂; 10.IX.93: 8 ♂♂ 7 ♀♀; 30.IV.94: 1 ♂.

Halmopota mediterranea Loew, 1860

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by CZERNY (1909 – Elche, Algeciras), ARIAS ENCOBET (1912) and GIORDANI SOIKA (1958 – Elche).

Examined material: 2 ♀♀. Moericke trap: 7.V.91: 1 ♀. Coloured dishes: 22.IV.90: 1 ♀.

Haloscatella dicaeta (Loew, 1860)

Distribution: Afrotropical and Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by CZERNY (1909 – Algeciras, Elche) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 1 ♂. Light trap: 20.VII.93: 1 ♂.

Lamproscatella sibilans (Haliday, 1833)

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1900 – Madrid, Brincola), STROBL (1905 – Alicante, Almería), CZERNY (1909 – Bobadilla, Algeciras) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 1 ♂. Coloured dishes: 9.XII.91: 1 ♂.

Scatella lutosa (Haliday, 1833)

Distribution: Western Palaearctic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1905 – Alicante), CZERNY (1909 – Alicante, Elche) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 2 ♂♂ 3 ♀♀. Moericke trap: 17.X.90: 1 ♀; 11.XI.90: 1 ♂ 1 ♀; 25.IV.91: 1 ♂ 1 ♀.

Scatella paludum (Meigen, 1830)

Distribution: Afrotropical and Holartic; already recorded from Iberian peninsula by STROBL (1900 – Irún, Sierra Morena), STROBL (1905 – Alicante, Monistrol, Malgrat), CZERNY (1909 – Algeciras, Tarifa, Elche, upper Genil river) and ARIAS ENCOBET (1912) (as *S. sorbillans* Haliday).

Examined material: 3 ♂♂ 3 ♀♀. Moericke trap: 25.IV.91: 1 ♂ 1 ♀. Light trap: 8.VII.91: 1 ♀; 25.V.93: 1 ♂ 1 ♀; 20.VII.93: 1 ♂.

Scatella tenuicosta Collin, 1930

Distribution: Holartic. Not previously recorded in Spain.

Examined material: 17 ♂♂ 30 ♀♀. Moericke trap: 17.X.90: 3 ♀♀; 7.I.91: 1 ♂; 20.II.91: 1 ♂ 3 ♀♀; 9.III.91: 2 ♀♀; 25.III.91: 3 ♀♀; 25.IV.91: 5 ♂♂ 2 ♀♀; 7.V.91: 3 ♀♀; 20.V.91: 1 ♀; 20.X.91: 3 ♂♂ 1 ♀; 9.XI.91: 1 ♂ 1 ♀; 20.XII.91: 1 ♂. Coloured dishes: 22.VIII.90: 1 ♂; 17.XI.90: 1 ♀; 12.I.91: 1 ♀; 18.VI.91: 1 ♂ 1 ♀. Malaise trap: 17.X.90: 1 ♀; 9.IV.91: 1 ♀; 20.VI.91: 1 ♀; 20.X.91: 1 ♀. Light trap: 8.VII.91: 1 ♂; 20.VII.93: 2 ♂♂ 4 ♀♀.

Scatophila noctula (Meigen, 1830)

Distribution: Europe; not previously recorded in Spain.

Examined material: 1 ♀. Light trap: 25.VIII.90: 1 ♀.

Scatophila unicornis Czerny, 1900

Distribution: Holartic; already recorded from Iberian peninsula by CZERNY (1909 – upper Genil river) and ARIAS ENCOBET (1912).

Examined material: 1 ♀. Coloured dishes: 16.XII.89: 1 ♀.

RESULTS

In the Iberian Peninsula shore flies have never been studied, up till now, in a systematic way, with the use of multiple sampling techniques. This has permitted comparisons to be drawn between the relative effectiveness of the various techniques, with coloured traps (Moericke traps and dishes) proving

the most effective (Table I) both from a qualitative and a quantitative point of view, since most of the species have been collected with these techniques. Light traps and sweeping on plants are also interesting techniques to inventory the shore flies of a region. Incidentally, interception techniques have proved less effective, since they do not attract specimens in an active way.

Table I. Number of flies collected by different methods. Abbreviations: MR, Moericke trap; DS, coloured dishes; ML, Malaise trap; LT, light trap; PT, pitfall trap; SW, swept on plants; WK, Wilkening trap.

Tabla I. Número de ejemplares colectados mediante diferentes métodos. Abreviaturas: MR, trampa Moericke; DS, platos de colores; ML, trampa Malaise; LT, trampa luminosa; PT, trampa de caída; SW, barrido sobre plantas; WK, trampa Wilkening.

	MR	DS	ML	LT	PT	SW	WK	Total
<i>C. cimiciforme</i>	8	0	0	0	0	11	0	19
<i>P. compta</i>	0	0	1	1	0	3	0	5
<i>P. leucostoma</i>	0	2	0	0	0	1	0	3
<i>P. marginella</i>	0	1	0	0	0	1	0	2
<i>P. nana</i>	1	1	4	3	0	0	1	10
<i>P. nitidula</i>	8	2	7	0	0	8	0	25
<i>P. obscuripes</i>	0	2	0	0	0	3	0	5
<i>P. roederi</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>A. limosina</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>A. pygmaea</i>	2	1	0	5	0	0	0	8
<i>P. angustigenis</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>S. acrostichale</i>	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>H. albifrons</i>	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>H. argyrogonis</i>	3	0	0	1	0	0	0	4
<i>H. fascitibia</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>H. griseola</i>	198	36	0	6	0	4	0	244
<i>H. maura</i>	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>N. cinerea</i>	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>A. filiforme</i>	30	143	8	1	2	4	0	188
<i>D. lacteipennis</i>	0	0	0	0	0	4	0	4
<i>D. obscurella</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. picta</i>	1	2	1	0	0	2	0	6
<i>P. flavipes</i>	1	1	1	2	1	7	0	13
<i>P. stictica</i>	2	1	4	1	0	12	2	22
<i>P. hecate</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>P. littoralis</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>B. ibari</i>	2	0	0	0	0	0	0	2

Table I. (Continued). *Tabla I.* (Continuación)

	MR	DS	ML	LT	PT	SW	WK	Total
<i>E. flavipes</i>	0	0	0	5	0	0	0	5
<i>E. macellaria</i>	1	1	0	38	0	0	0	40
<i>H. mediterranea</i>	1	1	0	0	0	0	0	2
<i>H. dictyaeta</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>L. sibilans</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>S. lutosa</i>	5	0	0	0	0	0	0	5
<i>S. paludum</i>	2	0	0	4	0	0	0	6
<i>S. tenuicosta</i>	31	5	4	7	0	0	0	47
<i>S. noctula</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>S. unicornis</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
Total flies	299	208	30	78	3	63	3	684
Total species	18	21	8	16	2	14	2	37

As was to be expected, the number of collected flies was at its minimum during the Winter (Table II), and peaked in Spring and Autumn, both seasons with humid air and higher temperatures and the best for flowers. *H. griseola* and *S. tenuicosta* were common all year round. Most of the species are actually seasonal in their activity, and are active mainly in Autumn, Winter and early Spring, when water can be found in the area.

Table II. Number of flies collected during the four seasons. Spring: March to May; Summer: June to August; Autumn: September to November; Winter: December to February. *Tabla II.* Número de ejemplares colectados durante las cuatro estaciones. Primavera: de marzo a mayo; verano: de junio a agosto; otoño: de septiembre a noviembre; invierno: de diciembre a febrero.

	Spring	Summer	Autumn	Winter	Total
<i>C. camiciforme</i>	1	15	2	1	19
<i>P. compta</i>	0	1	3	1	5
<i>P. leucostoma</i>	0	1	1	1	3
<i>P. marginella</i>	1	1	0	0	2
<i>P. nana</i>	1	1	8	0	10
<i>P. nitidula</i>	1	0	10	14	25
<i>P. obscuripes</i>	1	1	2	1	5
<i>P. roederi</i>	1	0	0	0	1
<i>A. limosina</i>	0	1	0	0	1

Table II. (Continued). *Tabla II.* (Continuación)

	Spring	Summer	Autumn	Winter	Total
<i>A. pygmaea</i>	2	5	1	0	8
<i>P. angustigenis</i>	0	0	1	0	1
<i>S. acrostichale</i>	0	0	1	1	2
<i>H. albifrons</i>	0	0	2	0	2
<i>H. argyrogenis</i>	0	1	3	0	4
<i>H. fascitibia</i>	0	0	1	0	1
<i>H. griseola</i>	182	11	38	13	244
<i>H. maura</i>	0	2	0	0	2
<i>N. cinerea</i>	0	0	2	0	2
<i>A. filiforme</i>	19	8	141	20	188
<i>D. lacteipennis</i>	1	3	0	0	4
<i>D. obscurella</i>	0	0	0	1	1
<i>N. picta</i>	0	0	2	4	6
<i>P. flavipes</i>	4	4	5	0	13
<i>P. stictica</i>	7	5	4	6	22
<i>P. hecate</i>	1	0	0	0	1
<i>P. littoralis</i>	1	0	0	0	1
<i>B. ibari</i>	0	0	2	0	2
<i>E. flavipes</i>	0	4	1	0	5
<i>E. macellaria</i>	2	21	17	0	40
<i>H. mediterranea</i>	2	0	0	0	2
<i>H. dictaeta</i>	0	1	0	0	1
<i>L. sibilans</i>	0	0	0	1	1
<i>S. lutosa</i>	2	0	3	0	5
<i>S. paludum</i>	4	2	0	0	6
<i>S. tenuicosta</i>	17	11	12	7	47
<i>S. noctula</i>	0	1	0	0	1
<i>S. unicornis</i>	0	0	0	1	1
Total flies	250	100	262	72	684
Total species	19	21	23	14	37

As for the chorology, it is remarkable that all the species have wide ranges (Table III). Comparing these data with those of other insect groups, only the Drosophilidae seem to be similar, with 22,2% of the species West-Palaeartic and 38,8% cosmopolitan (BÄCHLI & BLASCO-ZUMETA, 1995). The other groups whose chorology has been analysed are mainly Medite-

rranean; they include the plants (70%) (MOLERO, 1988), the Thysanoptera (45%) (ZUR STRASSEN *et al.*, 1997) and the Heteroptera (67,4%) (RIBES *et al.*, 1997).

Table III. Chorology of shore flies of the forest of Retuerta de Pina.
Table III. Corología de los efídridos del sabinar de Retuerta de Pina.

Chorology	Number of species	Percentage
West-palaeartic	16	43,2
Palaeartic	8	21,6
Holarctic	8	21,6
Europe	3	8,1
Cosmopolitan	2	5,4

As a conclusion, the shore flies collected in Los Monegros region must be poorly specialised, and so they can live anywhere.

REFERENCES

- ARIAS ENCOBET, J. A. (1912). Datos para el conocimiento de la distribución geográfica de los Dípteros de España. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 7 (2): 61-246.
- BÄCHLI, G. & BLASCO-ZUMETA, J. (1995). Drosophilidae (Diptera) species of a *Juniperus thurifera* L. forest of Los Monegros region (Zaragoza, Spain). *Zapateri. Revista Aragonesa de Entomología*, 5: 51-62.
- BRAUN-BLANQUET, J. & BOLÒS, O. (1957). Les groupements végétaux du bassin moyen de l'Èbre et leur dynamisme. *Anales Estación Experimental Aula Dei*, 5 (1-4): 1-266.
- CANZONERI, S. (1993). Una nuova specie di *Ilythea* di Spagna (Diptera, Ephydriidae). *Bollettino del Museo civico di Storia naturale di Venezia*, 42 (1991): 121-123.
- CANZONERI, S. & MENEGHINI, D. (1975). Nota sui Discocerini (Diptera, Ephydriidae). *Bollettino del Museo civico di Storia naturale di Venezia*, 27: 39-45.
- CANZONERI, S. & RALLO, G. (1996). Nuove ricerche preliminari condotte nelle Isole di Maiorca e Minorca e descrizione di una nuova specie (Diptera, Ephydriidae). *Bollettí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 39: 101-110.
- CARLES-TORLA, M. (1995). *Actocetor margaritatus* (Wiedemann, 1830): nuevo género y especie para Europa (Diptera, Ephydriidae). *Bollettí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 38: 183-184.
- CZERNY, L. (1909). Spanische Dipteren. III. Cyclorrhapha Schizophora Holometopa. *Verhandlungen der Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien*, 59: 247-290.

- GIORDANI SOIKA, A. G. (1958). Ecologia biogeografica e sistematica di alcune specie alofice continentali appartenenti al genere *Halmopota* (Hal.) (Dipt., Ephydridae). *Bollettino del Museo civico di Storia naturale di Venezia*, 11: 207-216.
- HOLLMANN-SCHIRRMACHER, V. (1998a). Zur Verbreitung der Ephydriden (Diptera) im westlichen Europa. *Entomologische Nachrichten und Berichte*, 42 (1-2): 15-23.
- HOLLMANN-SCHIRRMACHER, V. (1998b). Phylogeny of the subfamily Ilytheinae (Diptera, Ephydridae) with special reference to the genus *Philygria*. *Studia Dipterologica*, Supplement 5, 144 pp.
- KRIVOSHEINA M. G. (1998). A revision of the shore-fly genus *Notiphila* Fallen of Palaearctic (Diptera, Ephydridae). *An International Journal of Dipterological Research*, 9 (1): 31-63.
- MATHIS, W. N. (1984a). A revision of the genus *Asmeringa* Becker (Diptera: Ephydridae). *Israel Journal of Entomology*, 17 (1983): 67-79.
- MATHIS, W. N. (1984b). A revision of the shore fly genus *Homalometopus* Becker (Diptera: Ephydridae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 97 (2): 251-262.
- MOLERO, J. (1988). *Estudio de la flora y la vegetación*. In PEDROCCHI, C. *Evaluación preliminar del Impacto Ambiental de los regadíos en el Polígono Monegros II*. MOPU-IPE.
- OCHOA, M. J. (1982). *Relaciones entre el medio y comunidades vegetales del sabinar continental árido en el Valle del Ebro*. INIA. Madrid. 52 pp.
- QUIRANTES, J. (1978). *Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario Continental de los Monegros*. CSIC. Zaragoza. 200 pp.
- REMMERT, H. (1953). *Brachydeutera argentata* (Walker) auf Mallorca (Dipt. Ephydridae). *Vie et Milieu*, 4: 134.
- RIBES, J.; BLASCO-ZUMETA, J. & RIBES, E. (1997). Heteroptera de un sabinar de *Juniperus thurifera* L. en Los Monegros, Zaragoza. *Monografías SEA*, 2: 1-127.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. ICONA. Madrid. 268 pp.
- SANTAMARÍA, S. & ROSSI, W. (1993). Stigmatomyces (Laboulbeniales, Ascomycotina) Ibéricos. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 51 (1): 33-40.
- STROBL, P. G. (1900). Spanische Dipteren. VIII. *Wiener Entomologische Zeitung*, 19: 1-10.
- STROBL, P. G. (1905). Spanische Dipteren. II. Beitrag. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 3: 271-422.
- WILKENING, A. J.; FOLTZ, J. L.; ATKINSON, T. H. & CONNOR, M. D. (1981). An omnidirectional flight trap for ascending and descending insects. *Canadian Entomology*, 113: 453-455.
- WIRTH, W. W. (1975). A revision of the brine flies of the genus *Ephydra* of the Old World (Diptera: Ephydridae). *Entomologica Scandinavica*, 6 (1): 11-44.

- ZATWARNICKI, T. (1988). Materials to the knowledge of the genus *Hydrellia* Robineau-Desvoidy (Diptera, Ephydriidae). *Polskie Pismo Entomologiczne*, 58 (3): 587-634.
- ZATWARNICKI, T. (1991). Changes in nomenclature and synonymies of some genera and species of Ephydriidae (Diptera). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 39 (4-5): 295-333.
- ZATWARNICKI, T. (1996). New records of Western Palaeartic shore flies (Diptera: Ephydriidae). *Annals of the Upper Silesian Museum, Entomology*, 6-7: 107-125.
- ZUR STRASSEN, R.; LACASA, A. & BLASCO-ZUMETA, J. (1997). Thrips (Insecta: Thysanoptera) of a *Juniperus thurifera* forest of Los Monegros region (Zaragoza, Spain). *Zapateri. Revista Aragonesa de Entomología*, 7: 251-268.

NOTAS

NOTAS SOBRE LA FLORA DEL VALLE DEL EBRO OSCENSE (HUESCA, ESPAÑA)

Joaquín ASCASO MARTORELL¹
Javier YERA POSA¹

Aportamos en este artículo 11 taxones poco comunes en la parte meridional de la provincia de Huesca.

***Achillea millefolium* L.**

Huesca, Villanueva de Sigena, sierra de Sigena, 30TYM4517, 430 m, sobre suelos profundos en el interior de un barranco, *leg.* J. Ascaso, 16-5-2001, DAHU 8479.

Eurosiberiana que bordea el valle del Ebro de la que no tenemos constancia de otras referencias de la zona central.

***Anacamptis pyramidalis* (L.) L. C. M. Richard**

Huesca, Sena, Alto de Sigena, 30TYM4516, 580 m, ladera noroeste con *Pinus halepensis*, *leg.* J. Ascaso, 9-5-2001, DAHU 8481.

No teníamos noticias sobre la presencia de este elemento mediterráneo-atlántico en la zona central del valle del Ebro.

¹ Departamento de Agricultura. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Ctra. de Cuarte, s/n. E-22071 HUESCA.

Apium graveolens L.

Huesca, Alberca de Loreto, 30TYM1066, 470 m, acequia de tierra, *leg.* J. Ascaso, 13-7-2000, DAHU 8295. Huesca, Ballobar, huertos junto al pueblo, 31TBG6611, 140 m, borde de acequia de tierra, *leg.* J. Ascaso, J. Pedrol y J. Yera, 24-9-2001, DAHU 8397.

Solo teníamos noticias relativas a esta planta en la provincia de Huesca de la zona oriental (BOLÒS *et al.*, 1998; FERRÁNDEZ, 1996; VILLAR *et al.*, 1997).

Aster linosyris (L.) Bernh.

Huesca, Alberca de Loreto, 30TYM1066, 470 m, zonas inundadas temporalmente, *leg.* J. Ascaso, 24-10-2000, DAHU 8371. Huesca, Ayerbe, Castillo Mondot, 30TXM9278, 540 m, JACA 248798. Huesca, Santa Eulalia, 30TXM88, JACA 783169. Huesca, carretera de Ayerbe a Santa Eulalia, 30TXM88, JACA 784369. Huesca, Loscorrales, barranco Turuñana, 30TXM9379, JACA119798.

Planta presente, aunque no muy común, en los sistemas montañosos que circundan el valle del Ebro y que aparece dispersa en algunas localidades de la zona central.

Carex cuprina (I. Sándor ex Heuff.) Nendtv. ex A. Kern

Huesca, Alberca de Loreto, 30TYM1066, 470 m, zonas inundadas temporalmente, *leg.* J. Ascaso, 30-5-2000, DAHU 8254. Huesca, Monzón, 31TBG6641, JACA 551995. Huesca, Torrente de Cinca, 31TBF9872, JACA 514795. Huesca, Chalamera, balsa ermita, 31TBG6118, JACA 374196.

Cárice poco frecuente en la provincia. Al sur de las Sierras Exteriores se conocía de Zaidín-Fraga (BOLÒS *et al.*, 1998) y Sariñena (GÓMEZ y MONTSERRAT, 1986).

Lythrum tribracteatum Spreng.

Huesca, Alberca de Loreto, 30TYM1066, 470 m, zonas inundadas temporalmente, *leg.* J. Ascaso, 16-8-2000, DAHU 8346.

Teníamos referencias de esta planta en la provincia de Huesca del Basal de Ballobar, Arguís y Benabarre (FABREGAT *et al.*, 1995; FERRÁNDEZ, 1996; BOLÒS *et al.*, 1997; VILLAR *et al.*, 1997).

Ornithogalum umbellatum L.

Huesca, Alerre, 30TYM0871, 500 m, proximidades de acequia, *leg.* J. Ascaso, 14-4-92, DAHU 1573. Huesca, San Juan, 30TYM1473, 540 m, herbazal húmedo junto a un barranco, *leg.* J. Ascaso, 18-4-94, DAHU 2469. Huesca, Chalamera, camino de la Huer-

ta Abajo, 31TBG6315, 150 m, camino herboso cerca del río, *leg.* J. Ascaso, 9-4-98, DAHU 7099.

Planta de la que se conocen algunas localidades pirenaicas y prepirenaicas (CARRERAS *et al.*, 1993; MONTSERRAT, 1996; SESÉ, 1991; VILLAR, 1980) y que aparece también por la zona central del valle del Ebro.

Salvia aethiopsis L.

Huesca, Ontiñena, cerro barranco Faisner, 31TBG6017, 230 m, campos de cultivo abandonados sobre plataforma estructural caliza, *leg.* J. Ascaso, 25-5-98, DAHU 7286.

Aportamos una nueva localidad de este taxón submediterráneo-sarmático que se distribuye de forma dispersa por la Península Ibérica (ROSÚA y BLANCA, 1988) y es poco común en el valle del Ebro. En la provincia de Huesca existen algunos testimonios (FERRÁNDEZ, 1997; MOLERO *et al.*, 1998).

Schismus barbatus (L.) Thell.

Huesca, Chalamera, camino de la Huerta Abajo, 31TBG6316, 170 m, campo salino, *leg.* J. Ascaso, 9-4-98, DAHU 7074.

Planta citada en varias localidades de la provincia de Huesca (BUBANI, 1901; MONTSERRAT y VILLAR, 1976; GÓMEZ, 1986; FERRÁNDEZ *et al.*, 1988) y que resulta rara en la zona meridional (Barbastro: RIVAS GODAY *et al.*, 1957; Sariñena: GÓMEZ y MONTSERRAT, 1986).

Sparganium erectum L. subsp. **neglectum** (Beeby) K. Richter

Huesca, Alberca de Loreto, 30TYM1066, 470 m, acequia de tierra, *leg.* J. Ascaso, 13-7-2000, DAHU 8308.

En la provincia existen algunas referencias a la especie (BÔLOS *et al.*, 1998; FERRÁNDEZ, 1997; MONTSERRAT, 1987). Respecto a la subespecie, además de la localidad que aportamos, hemos visto los pliegos JACA 572786 (Saqués) y JACA 313583 (Urdués).

Urospermum picroides (L.) Scop. ex F. W. Schmidt

Huesca, Sena, carretera de Sena a Villanueva de Sigena, 30TYM4622, 210 m, borde de camino, *leg.* J. Ascaso, 9-5-2001, DAHU 8567.

Planta mediterránea citada en la provincia de Huesca del Prepirineo oriental (FERRÁNDEZ *et al.*, 1988; FABREGAT *et al.*, 1995; FERRÁNDEZ, 1998) y que encontramos también de la zona central del valle del Ebro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLÒS, O.; FONT, X.; PONS, X., y VIGO, J. (1997). *Atlas corològic de la flora vascular dels Països Catalans, VII*. ORCA: Atlas corològic, 7. Institut d'Estudis Catalans. Arxius Secció de Ciències.
- BOLÒS, O.; FONT, X., y PONS, X. (1998). *Atlas corològic de la flora vascular dels Països Catalans. Primera compilació general. Part I: Abies-Lagoecia*. ORCA: volum extraordinari. Institut d'Estudis Catalans. Arxius Secció de Ciències.
- BOLÒS, O.; FONT, X., y PONS, X. (1998). *Atlas corològic de la flora vascular dels Països Catalans. Primera compilació general. Part II: Lagurus-Zygophyllum*. ORCA: volum extraordinari. Institut d'Estudis Catalans. Arxius Secció de Ciències.
- BUBANI, P. (1897-1901). *Flora pyrenaea per Ordines Naturales gradatim digesta*. Ulricus Hoepli. Milán.
- CARRERAS, J.; CARRILLO, E.; MASALLES, R. M.; NINOT, J., y VIGO, J. (1993). El poblament vegetal de les valls de Barravés i de Castanesa. I- Flora i vegetació. *Acta Bot. Barc.*, 42: 1-392.
- FABREGAT, C.; FERRÁNDEZ, J. V.; LÓPEZ UDÍAS, S.; MATEO, G.; MOLERO, J.; SÁEZ, L.; SESÉ, J. A., y VILLAR, L. (1995). Nuevas aportaciones a la flora de Aragón. *Lucas Mallada*, 7: 165-192.
- FERRÁNDEZ, J. V. (1996). Peculiaridades florísticas de algunas sierras orientales de la provincia de Huesca. *Cuadernos de CEHIMO*, 23: 183-194.
- FERRÁNDEZ, J. V. (1997). 55 plantas destacadas del Cinca Medio. *Cuadernos de CEHIMO*, 24: 273-300.
- FERRÁNDEZ, J. V. (1998). Flora de interés en Valcheladas y el Pueyo de Barbastro (provincia de Huesca). *Lucas Mallada*, 10: 207-210.
- FERRÁNDEZ, J. V.; MONTSERRAT, G., y SESÉ, J. A. (1988). Notas sobre la flora del Prepireneo central. *Monogr. Inst. Pir. Ecol.*, 4: 187-197.
- GÓMEZ GARCÍA, D. (1986). *Flora y vegetación de Peña Montañesa, Sierra Ferrera y valle de La Fueva (Alto Sobrarbe, Huesca)*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
- GÓMEZ GARCÍA, D., y MONTSERRAT, G. (1986). *Observaciones sobre flora y vegetación en la cuenca de La Laguna de Sariñena*. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Colección de Estudios Altoaragoneses, 6: 79-100. Huesca.
- MOLERO, J.; SÁEZ, L., y VILLAR, L. (1998). Interés florístico y geobotánico de la sierra de Alcubierre (Monegros, Aragón). *Acta Bot. Barc.*, 45: 363-390.
- MONTSERRAT, G. (1987). *Catálogo florístico del macizo de Cotiella y sierra de Chía (Pirineo aragonés)*. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Colección de Estudios Altoaragoneses, 19. Huesca. 390 pp.
- MONTSERRAT, J. M. (1986). *Flora y vegetación de la sierra de Guara (Prepireneo aragonés)*. Naturaleza en Aragón, 1. Zaragoza.

- MONTSERRAT, P. y VILLAR, L. (1976). Novedades florísticas pirenaicas. *Collect. Bot.*, 10: 345-350.
- RIVAS GODAY, S.; BORJA, J.; MONASTERIO, E.; FERNÁNDEZ GALIANO, E.; RIGUAL, A., y RIVAS MARTÍNEZ, S. (1957). Aportaciones a la fitosociología hispánica (proyectos de comunidades hispánicas). Nota II (Comunidades gypsófilas fruticosas del centro y sudeste de España). *Anales Inst. Bot. Cavanilles*, 14: 433-500.
- ROSÚA, J. L., y BLANCA, C. (1988). Revisión del género *Salvia* L. sect. *Aethiopsis Benth.* (Lamiaceae) en el Mediterráneo occidental. *Collect. Bot.*, 17 (2): 205-236.
- SESÉ, J. A. (1991). Notas florísticas del Pirineo occidental aragonés (provincias de Zaragoza y Huesca). *Lucas Mallada*, 3: 107-128.
- VILLAR, L. (1980). *Catálogo florístico del Pirineo occidental español*. P. Cent. pir. Biol. exp., 11. Jaca. 422 pp.
- VILLAR, L.; SESÉ, J. A., y FERRÁNDEZ, J. V. (1997). *Atlas de la flora del Pirineo aragonés, I*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón / Instituto de Estudios Altoaragoneses. Zaragoza/Huesca.

CITA DE MARMOTA ALPINA (*MARMOTA MARMOTA*) EN LA CUMBRE DE LA GRAN FACHA (3.005 m), PIRINEO DE HUESCA

Sergio COUTO¹
Ahimsa CAMPOS²

Esta cita aporta un dato ocasional sobre el rango altitudinal y el uso del hábitat de la marmota alpina en el Pirineo.

El 17 de agosto del 2000 realizábamos una ascensión a la Gran Facha, cuando nos hallábamos a unos veinte metros de alcanzar la cumbre (3.005 m), observamos un adulto de marmota alpina que se hallaba tumbado en las piedras superiores de la cumbre propiamente dicha. Eran aproximadamente las 16:30.

La marmota estaba tumbada en una piedra y en actitud relajada. Tardó unos diez segundos en percatarse de nuestra presencia, tras lo cual se bajó de la piedra por el lado opuesto de la cumbre desde la que la observábamos perdiéndola de vista. Aunque la buscamos no conseguimos volver a verla.

El pico Gran Facha está situado en el valle de Tena, al SSW del pico Balaitús. La cumbre y sus proximidades presentan fuertes pendientes de algo más de 45°, estando formadas por grandes bloques rocosos con numerosos intersticios, siendo la vegetación casi inexistente.

¹ Instituto Pirenaico de Ecología. Apdo. 64. E-22700 JACA (Huesca). sergiocouto@yahoo.es

² #1-C 2-34-12 Higashi-cho, Kichijoji, Musashino-city, TOKYO, 180-0002, Japón. ahimsa@camposarceiz.com

La máxima altura de las marmotas en la vertiente española es de 2.800 m y en la francesa de 2.700 m, aunque solo el 1,5% de las madrigueras de marmota se sitúan por encima de los 2.600 m, y sin superar los 2.800 m (HERRERO *et al.*, 1994). El límite superior de asentamiento de las madrigueras viene limitado por la disponibilidad de alimento y la excavabilidad del sustrato (BIBIKOV, 1968; HUBER, 1978).

Aunque es improbable que la marmota observada tuviese la madriguera cerca del lugar donde fue observada, resulta interesante este posible desplazamiento, ya que algunos autores consideran probable que las marmotas puedan ocupar altitudes superiores solo durante un breve periodo de tiempo de la estación favorable (HUBER, 1978). Aun así la migración estacional de la marmota alpina no ha sido demostrada (HERRERO *et al.*, 1994).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIBIKOV, D. I. (1968). *Die Murmeltiere*. Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen-Verlag. Stuttgart. 168 pp.
- HERRERO, J.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., y GARCÍA-SERRANO, A. (1994). Altitudinal distribution of alpine marmot (*Marmota marmota*) in the Pyrenees. *Artic and Alpine Research*, 26: 328-331.
- HUBER, W. (1978). *La Marmotte des Alpes*. Office Nationale de la Chasse. París. 32 pp.

NOTA FLORÍSTICA DE MONZÓN Y SUS ALREDEDORES

José Vicente FERRÁNDEZ PALACIO¹

En esta nota citamos, ordenadas por ambientes, algunas plantas raras o en límite de área que hemos hallado en torno a la capital mediocinqueña. En otros artículos (véanse FERRÁNDEZ *et al.*, 1988; FERRÁNDEZ y SESÉ, 1989; FABREGAT *et al.*, 1995; FERRÁNDEZ, 1997; SANZ, 1998) ya se comentaron diversas especies destacadas que habitan esta parte de la tierra llana oscense.

SASOS Y MUELAS

Salobrás (31TBG6843, 300 m)

Ranunculus paludosus Poir. [Resulta muy raro en la provincia: Berdún, San Juan de la Peña y Orilla (VILLAR *et al.*, 1997: 181). Vive en suelo poco permeable que se encharca temporalmente, en un carrascal aclarado junto al camino del Torricón. Latemediterránea.]

En las inmediaciones encontramos algunos pies de *Thymelaea tinctoria* (Pourret) Endl. subsp. *tinctoria* («bufaralda»), mata frecuente en la depresión del Ebro que huye, sin embargo, de las zonas con inversión térmica invernal; por ello escasea en los alrededores de Monzón, aunque puede abundar localmente en enclaves cercanos, como ocurre en los yesos de La Almunia de San Juan (31TBG6949, 440 m) o el cerro del Pino de Binaced (31TBG6633, 340 m), donde convive con otra planta termófila, *Centaurea linifolia* L., que alcanza en este punto y en Monesma (31TBG5242, 480 m) su límite N de distribución en nuestra provincia.

¹ Segura, 73. E-22400 MONZÓN (Huesca).

Tozal de la Planzona (31TBG7044, 320 m)

Arenaria modesta Léon Dufour subsp. **modesta**. [Crece en suelo arenoso seco. No es rara en las sierras prepirenaicas más meridionales: Castillonroy, Estopiñán, Estadilla, Pueyo de Barbastro, Naval y Riglos (in JACA). También la hemos encontrado en la glera del Cinca (31TBG6543, 255 m), su localidad altoaragonesa más meridional. Orófito de España y el S de Francia.]

Astragalus alopecuroides L. subsp. **alopecuroides**. [Leguminosa de floración espectacular que vive junto con *Hedysarum confertum* Desf. en un romeral que mira al río Sosa. También lo encontramos en las Loberas (31TBG6642). Salpica el sur de la provincia (Velilla de Cinca, Lanaja, Alcolea, etc.), y llega por el N hasta Barbastro. Mediterráneo W.]

Avellinia michelii (Savi) Parl. [Gramínea anual que ya se había encontrado en Sariñena (in JACA). Asimismo, la hemos hallado en la glera del Cinca (Los Sotos, 31TBG6543, 250 m) y junto al Alcanadre en Peralta de Alcofea (30TYM3942, 300 m). Mediterránea.]

Castillo y Santa Quiteria (31TBG6743)

Alyssum granatense Boiss. et Reut. [Similar al más frecuente *A. simplex*, del que se distingue por sus silículas cubiertas de pelos simples largos y patentes, además de otros estrellados. Vive con otros terófitos sobre suelo arenoso muy seco, a 340 m. En este enclave alcanza su límite N en nuestra provincia, donde también se ha encontrado en Fraga y Candasnos (in JACA). Mediterráneo W.]

Bromus intermedius Guss. [Hallado en un ribazo arcilloso cerca de la fuente del Saso (31TBG6742, 300 m). En el Alto Aragón se había constatado su presencia en Almodívar y Olvena (in JACA). Mediterráneo.]

Launaea fragilis (Asso) Pau [Vive en lo alto del cerro de Santa Quiteria, a 365 m, en suelo pedregoso con *Andryala ragusina* y *Jasonia glutinosa*. En Huesca escasea (Alcolea de Cinca, Alfántega y Sariñena, in JACA) y no la conocemos al N de Monzón. Mediterráneo W.]

Linaria arvensis (L.) Desf. [Se halla sobre suelo arenoso en ambos cerros (300-350 m), siempre muy localizada y con pocos ejemplares. Se trata de una especie anual acidófila, bastante escasa en Huesca: Castillonroy, Baldellou, Estopiñán, Benabarre, Graus y Bonansa (in JACA). Plurirregional.]

Taraxacum megalorrhizon (Forsk.) Hand.-Mazz. [Se distingue por su raíz engrosada y brácteas internas corniculadas, mientras las externas tienen amplio margen escarioso; además, es de floración otoñal. Vive con otras nitrófilas (como *Bassia prostrata*) en el Morrerón, a 365 m. No conocemos otras referencias en el Alto Aragón. Mediterránea.]

Otros taxones interesantes de estos cerros son:

Aizoon hispanicum L. En arcillas salobres del cerro del Castillo, entre 310 y 350 m; frecuente en el Bajo Cinca, en la provincia no lo hemos encontrado al N de este enclave y de Conchel (Pialfor, 31TBG6041).

Asplenium petrarchae (Guérin) DC. Helechito termófilo muy raro en grietas sombrías de conglomerado cerca de la fuente del Saso, con *Ceterach officinarum*. No lejos de esta localidad lo hemos hallado en Monesma (Forcallo, BG5140, 460 m), donde señala su límite meridional en este sector de nuestra provincia (por el E llega un poco más al S en Castillonroy, 31TBG9938, in JACA).

Paronychia kapela (Hacq.) A. Kerner subsp. *serpyllifolia* (Chaix) Graebner. Frecuente en el Alto Aragón, probablemente alcance su límite S en nuestra provincia en los conglomerados de este cerro y en la glera del Cinca (31TBG6340, 250 m).

Rosa pouzinii Tratt. «Galabardera» rara en la tierra baja oscense, hallada en la vaguada de la Fuente del Saso (310 m), donde convive con *R. agrestis* Savi, que resulta más frecuente. En el Morrerón vive además *R. micrantha* Borrer ex Sm.

Las Loberas (31TBG6641, 320 m)

Achillea odorata L. subsp. **odorata**. [Escasea en pastos de *Brachypodium retusum* sobre suelo arcilloso. En este mismo enclave encontramos *Veronica tenuifolia* Asso, endemismo ibérico, *Nepeta nepetella* L. subsp. *amethystina* (Poiret) Briq. y *Rumex intermedius* DC. Submediterránea.]

El Adamil (31TBG6741, 320 m)

Lamarckia aurea (L.) Moench [Ruderal. Encontrada en la cuneta de un camino recorrido por el ganado. Apenas penetra en la provincia de Huesca, donde también se conoce de Monegros (PEDROCCHI, 1998: 380). En Cataluña no se aparta demasiado de las comarcas costeras. Mediterránea-turania.]

Muela de Terreu (31TBG5338)

Trinia glauca (L.) Dumort. [Vive en los pastos secos de la umbría, sobre suelo arcilloso, a 370 m. Probablemente se trata de la subsp. *dufourii* (DC.) G. Mateo y M. B. Crespo, endémica del valle del Ebro.]

Además, merece la pena destacar:

Myosotis discolor Pers. Vive con otras anuales (entre las que destacamos *Saxifraga tri-dactylites* L.) sobre suelos alterados recorridos por el ganado, bajo el reborde de la cara N, a 475 m. También lo encontramos en Santa Quiteria (31TBG6743, 350 m).

SUELOS ARCILLOSOS SALOBRES

Inula crithmoides L. [Los «fenolletes» salpican la depresión del Ebro (Zaidín, Ontiñena, Sariñena, etc.), sin que se hayan encontrado de momento en el Alto Aragón más al N de Monzón (valle Tamarite: 31TBG7042, 310 m; camino de la Balsa, 31TBG6743, 300 m). Mediterránea-Atlántica.]

Juncus subulatus Forsskal. [Vive en suelos húmedos de la ribera del Cinca (31TBG6441, 240 m), en los llanos de Conchel (Pialfor, 31TBG6041, 270 m) y en La Almunia de San Juan (Ariéstolas, 31TBG6649, 280 m), donde alcanza su límite septentrional en el Alto Aragón. Hallado además en Lalueza, Sariñena y Ballobar (in JACA). Mediterránea.]

Salicornia patula Duval-Jouve. [Hallada en los llanos de Selgua-Conchel: El Velado, 31TBG5946, 280 m; pr. Pialfor, 31TBG6042, 270 m. Ambas localidades marcan su límite septentrional en nuestra provincia, donde solo tenemos constancia de su presencia, además, en Sariñena (in JACA). Mediterránea.]

Spergularia salina J. y C. Presl. [Vive en algún punto de la ribera del río Sosa, cerca de su desembocadura (31TBG6644, 265 m). Es rara en Huesca, pues solo se había encontrado en Aguinaliu y Altoricón (in JACA). Subcosmopolita.]

RIBERA DEL CINCA

Apium graveolens L. subsp. **graveolens**. [El apio silvestre se encuentra en riberas fluviales y acequias. En nuestra provincia lo hemos hallado en pocos enclaves: Calasanz, Peralta de la Sal y Alfántega (31TBG6234, 230 m, acompañando a *Euphorbia hirsuta* y *Sparganium erectum*). Subcosmopolita.]

Iris foetidissima L. [Lirio de hojas hediondas que salpica lugares frescos y húmedos de la tierra baja. Lo hemos encontrado cerca del Molino de Abajo: 31TBG6544, 260 m, en una alameda de *Populus alba* y *Fraxinus angustifolia*, en compañía de *Viola alba*. Plurirregional.]

Linaria glauca (L.) Chaz. subsp. **bubanii** (Font Quer) B. Valdés. [Endemismo de las sierras prepirenaicas orientales oscenses y algunas leridanas. Vive habitualmente en rellanos de roquedos calizos, pedrizas y, en ocasiones, cascaderas fluviales, como la del Cinca en Monzón: 31TBG6441, 250 m.]

Quercus faginea Lam. subsp. **faginea**. [En la tierra baja, el quejigo de hoja pequeña prefiere los taludes de las riberas fluviales, donde le acompañan especies mediterráneas como *Arbutus unedo*, *Daphne gnidium*, *Ligustrum vulgare*, *Osyris alba*, *Phillyrea angustifolia* o *Emerus major*. Lo hemos encontrado en Monzón (río Cinca: 31TBG6541, 250 m; río Sosa: 31TBG7044, 260 m), Barbastro (Las Baldorrias: 31TBG6256, 340 m) y Ballerías (río Alcanadre: 30TYM3942, 320 m). Endémico de la Península Ibérica.]

AMBIENTES RUDERALIZADOS

Asperugo procumbens L. [Nitrófila que suele encontrarse al pie de cantiles secos y soleados de las sierras prepirenaicas, donde no pasa al S de la línea Riglos-Peraltilla-Gabasa. Hallada por excepción en el interior del recinto del castillo de Monzón (31TBG6743, 340 m) y en la ribera del Sosa (31TBG6744, 270 m). Eurosiberiana.]

Bidens bipinnata L. [Taxón originario de Sudamérica que encontramos en Pinzana, cerca de la estación de Selgua, al borde de un campo de alfalfa (31TBG6442, 280 m). Primera cita para la provincia de Huesca.]

Centaurea cyanus L. [Bella especie vegetal que escasea cada vez más de nuestros campos debido al uso continuado de herbicidas. Recogida cerca de Monzón en una sola ocasión (31TBG6845, 300 m). Lateurosiberiana.]

Chrysanthemum coronarium L. [Especie en expansión encontrada en las grietas del pavimento de una calle de Monzón (31TBG6744, 275 m). Segunda cita provincial, después de la de Baldellou (FERRÁNDEZ, 1998: 144). Mediterráneo S.]

Dittrichia graveolens (L.) W. Greuter. [Vive en baldíos con suelo arcilloso húmedo: Salobrás, 31TBG6944, 320 m; cerca de la estación de Selgua, 31TBG6142, 270 m. En el Alto Aragón solo había sido hallada en Albelda, Ballobar y Esquedas (in JACA). Mediterránea.]

Lepidium latifolium L. [Cultivado como medicinal (diurético), se asilvestra en ocasiones: valle Tamarite, 31TBG7042, 310 m. Eurosiberiana.]

Lippia filiformis Schrad. [Encontrada en la chopera del Cinca (31TBG6543, 250 m), a donde ha llegado posiblemente desde el embalse de Barasona, donde abunda. Neotropical.]

Scolymus hispanicus L. [Bonito cardo de capítulos amarillos, recogido en una sola ocasión en el cerro de Santa Quiteria (31TBG6743, 365 m). No parece encontrarse más al N en el Alto Aragón, donde es raro y únicamente lo recolectamos, además, en Lanaja. Mediterránea.]

Además, destacamos:

Cortaderia selloana (Schultes y Schultes fil.) Ascherson y Graebner. Gramínea espectacular y robusta que se ha naturalizado en los últimos años en la ribera del Cinca y en algunas cunetas cercanas. Originaria de Sudamérica.

Lavatera cretica L. Planta frecuente en la costa mediterránea pero rarísima en nuestro ámbito de clima continentalizado. Hallada una sola vez en el camino del Torricón (31TBG6943, 310 m).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FABREGAT, C.; FERRÁNDEZ, J. V.; LÓPEZ-UDIAS, S.; MATEO, G.; MOLERO, J.; SÁEZ, LI.; SESÉ, J. A., y VILLAR, L. (1995). Nuevas aportaciones a la flora de Aragón. *Lucas Mallada*, 7: 165-192. Huesca.
- FERRÁNDEZ, J. V. (1997). 55 plantas destacadas del Cinca Medio. *Cuadernos de CEHIMO*, 24: 273-300. Monzón.
- FERRÁNDEZ, J. V. (1998). Fragmenta chorologica occidentalia. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 56 (1): 144.
- FERRÁNDEZ, J. V.; MONTSERRAT MARTÍ, G., y SESÉ, J. A. (1988). Notas sobre la flora del Prepirineo central. En *Homenaje a Pedro Montserrat*: 187-197. IEA-IPE. Huesca-Jaca.
- FERRÁNDEZ, J. V., y SESÉ, J. A. (1989). Notas sobre la flora de La Ribagorza, La Litera y Cinca Medio (Alto Aragón oriental). *Lucas Mallada*, 1: 37-49. IEA. Huesca.
- PEDROCCHI, C. (coord.) (1998). *Ecología de los Monegros*. IEA / Centro de Desarrollo de Monegros. Huesca/Grañén.
- SANZ ELORZA, M. (1998). Aportaciones al conocimiento de la flora del Altoaragón. *Lucas Mallada*, 10: 189-204. Huesca.
- VILLAR, L.; SESÉ, J. A., y FERRÁNDEZ, J. V. (1997). *Atlas de la flora del Pirineo Aragonés*, vol. I. 648 pp. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón / IEA. Zaragoza/Huesca.

PRIMERA CITA DE *PULICARIA PALUDOSA* LINK PARA EL ALTO ARAGÓN

José Vicente FERRÁNDEZ PALACIO¹

Una buena población de esta especie se asienta en las orillas de la cola del embalse de La Sotonera.

Huesca: Lupiñén-Ortilla, Alberca de Alboré, praderas subsalinas entre bosquetes de *Tamarix canariensis*, acompañada de *Mentha pulegium*, 420 m, 30TXM9068.

Se trata de una Compuesta de distribución mediterránea suroccidental (España, Portugal, Marruecos) que salpica lugares húmedos con cierta salinidad en zonas de clima seco y luminoso, siendo rara en la depresión del Ebro (Zaragoza y Caspe in JACA).

Con la presencia de *Pulicaria paludosa* Link. (*P. arabica* [L.] Cass. subsp. *hispanica* [Boiss.] Murb.) se confirma la singularidad de la antigua Alberca de Alboré, situada en el límite N de las tierras monegrinas, de donde ya citamos otros taxones muy raros en este sector como son *Ranunculus trilobus* Desf. y *Myosurus minimus* L. (FABREGAT *et al.*, 1995, *Lucas Mallada*, 7: 171-173).

¹ Segura, 73. E-22400 MONZÓN (Huesca).

CORALLORHIZA TRIFIDA, NUEVA ESPECIE DE ORQUÍDEA PARA ARAGÓN

David GUZMÁN OTANO¹

Corallorhiza trifida Châtel. es una pequeña orquídea saprófita de distribución boreo-alpina (HULTÉN y FRIES, 1986). Aparece citada en España desde Willcomm y Lange en 1870 hasta *Flora Europaea* (TUTIN *et al.* 1960-1984), así como en la mayoría de guías modernas sobre orquídeas (BOURNÉRIAS, 1998; DELFORGE, 1995), entre otras. En nuestras latitudes su distribución llega hasta los Pirineos (HULTÉN y FRIES, 1986) (LANWEHR, 1982; 1983). Son varias las citas de la vertiente norte del macizo fronterizo: en Ariège (1 localidad) (GUERBY y HOLLIGER, 1998), Pirénées Orientales (15 localidades) (LEWIN, 1998) y Aude (1 localidad) (CASTEL, 1985) y algún departamento cercano como Aveyron (6 localidades) (MENOS, 1999). Sin embargo, en la vertiente meridional de la cadena ha sido citada en muy contadas ocasiones, hasta ahora todas ellas en Cataluña: Vall d'Aran, Vall de Ter y Boumort (SANZ y NUET, 1995).

En 1999, se encontró una nueva población de *C. trifida* durante la prospección de poblaciones de otra destacada orquídea, *Cypripedium calceolus*. Esta búsqueda se realizó en el marco de un proyecto LIFE para la conservación de cinco especies de flora amenazadas en el Pirineo aragonés.

¹ LARRE, S. C. Monasterio de Iguácel, 11, 3º B. E-22700 JACA (Huesca). david.larre@terra.es

Además de ser la primera cita en Huesca, y el conjunto de Aragón, esta localidad supone un nuevo límite sudoccidental para la especie en Europa. La población se localiza en el valle de Ordesa, en la cuadrícula UTM de 10 x 10 km 30T YN 42, a unos 1.400 m s. n. m. donde ocupa poco más de 100 m².

Las plantas crecen dentro de un hayedo, en una zona donde se acumula mucha hojarasca. Este es uno de los medios que se citan como más frecuentes para esta orquídea (DELFORGE, 1995), pero también aparece citada en suelos encharcados, turberas, suelos de tundra y dunas cenagosas. En la población oscense, acompañando a *Fagus sylvatica*, aparecen varias especies de árboles: *Abies alba*, *Acer opalus*, *A. platanoides*, *Betula pendula*, *Sorbus aria*, *S. aucuparia*, *Pinus sylvestris*, y arbustos como *Salix eleagnus* subsp. *angustifolia* y *Buxus sempervirens*. Se encuentran varias plantas frecuentes de zonas con mucho mantillo: *Moneses uniflora*, *Pyrola chloranta* o *Neottia nidus-avis*. También junto a *C. trifida* medra una minúscula población de *Cypripedium calceolus*.

En nuestra primera visita, el 2 de junio de 1999, todos los ejemplares se encontraban en flor. Unos días más tarde, 14 del mismo mes, nuestros colegas J. M. Tabuenca y J. L. Benito observaron parte en flor y parte ya en fruto. Ese mismo día recolectaron un pliego que se halla depositado en el herbario JACA del Instituto Pirenaico de Ecología. Finalmente, el 21 de junio todos los ejemplares se encontraban fructificados.

Ese último día se encontraron 17 ejemplares, todos ellos con algún fruto. El número medio de frutos por pie es de 5,8 con una desviación típica de 3,5 y un rango de 1 a 12. Esta especie frecuentemente se autopoliniza, pero también puede ser polinizada por himenópteros y pequeños dípteros (*Scatophaga*) (DELFORGE, 1995).

En 1999 se encontraron 32 ejemplares y en junio del 2000 se contaron 31, todos ellos reproductores. Es posible que solo los que producen una inflorescencia —reproductores—, sean visibles. Además, aquellos que no han tenido éxito reproductivo, es decir que no hayan fructificado, probablemente desaparezcan descompuestos, pues la parte aérea ya no tiene ninguna función que realizar, ni asimiladora ni reproductiva.

Corallorhiza es un género con especies que presentan una fuerte dependencia de la micotrofia, aunque producen algo de clorofila, donde incluso

la germinación de sus semillas necesita la infección por el hongo apropiado (RASMUSSEN y WHIGHAM, 1993).

Este factor hace que el reclutamiento de nuevos ejemplares resulte más limitado y sus poblaciones más sensibles. A ello se añade la rareza de esta planta en el Estado español. Por todo ello *C. trifida* aparece en la reciente *Lista Roja de la flora vascular española* como «En peligro» por los criterios B, una extensión de presencia menor de 5.000 km², y 1, severamente fragmentado o que se sabe solo existe en no más de cinco localidades, más 3d, fluctuaciones extremas que parece tener en el número de individuos maduros (VV AA, 2000). A pesar de crecer dentro de un parque nacional, la población aragonesa es minúscula y está en el límite de su distribución. Si a ello sumamos que se localiza al final de un cono de deyección (BENITO *et al.*, 2000), esta localidad está muy expuesta a sufrir efectos catastróficos. Por último, para su conservación, sería útil disponer de algún dato más sobre las tendencias, tanto de las poblaciones catalanas como de la aquí descrita.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENITO, J. L.; GUZMÁN, D., y GOÑI, D. (2000). *Estudio y medidas de gestión de la flora amenazada del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Informe inédito*. Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. 69 pp.
- BOURNÉRIAS, M. (1998). *Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg*. Biotope-Collection Parthénope. París.
- CASTEL, H. (1985). Cartographie des Orchidées de l'Aude. *L'Orchidophile*, 67 (supl.): 1-22.
- DELFORGE, P. (1995). *Orchids of Britain and Europe*. Harper Collins Publishers. Londres. 480 pp.
- GUERBY, L., y HOLLIGER, B. (1998). *Atlas des Orchidées d'Ariège*. La Bastide de Sérou, Association des Naturalistes d'Ariège.
- HULTÉN, E., y FRIES, M. (1986). *Atlas of North European Vascular Plants (North of the Tropic of Cancer)*. Koeltz Scientific Books. Königstein.
- LANWEHR, J. (1982-1983). *Les Orchidées Sauvages de France et d'Europe*. Éditions Plantanida. Lausanne.
- LEWIN, J.-M. (1998). Atlas préliminaire des orchidées des Pyrénées-Orientales 1993-1997. *Naturalia Ruscínonensia*, 8: 1-109.

- MENOS, J.-L. (1999). Cartographie des Orchidées de l'Aveyron. *L'Orchidophile*, 135 (supl.): 1-48.
- RASMUSSEN, H. N., y WHIGHAM, D. F. (1993). Seed ecology of dust seeds *in situ*, a new study technique and its application in terrestrial orchids. *American Journal of Botany*, 80 (12): 1374-1378.
- SANZ, H., y NUET, J. (1995). *Guia de camp de les Orquídiés de Catalunya*. Montblanc-Martín. Barcelona.
- TUTIN, T. G.; HEYWOOD, V. H.; BURGESS, N. A.; MOORE, D. M.; VALENTINE, D. H.; WALTERS, S. M., y WEBB, D. A. (eds.) (1960-1984). *Flora Europaea*. Cambridge University Press.
- VV AA (2000). Lista Roja de Flora Vasculare Española (valoración según categorías UICN). *Conservación Vegetal*, 6 (extra): 11-38.

DOS EJEMPLARES DE CORNICABRA, *PISTACIA TEREBINTHUS*, SINGULARES POR SU TAMAÑO, EN LA PROVINCIA DE HUESCA

José Damián MORENO RODRÍGUEZ¹

La cornicabra *Pistacia terebinthus* es una especie que se distribuye por toda la cuenca mediterránea y Portugal, siendo frecuente en terrenos calizos, aunque rehuyendo de las heladas intensas. Aparece en los claros y bordes de bosques sin llegar a formar masas continuas extensas. En España se encuentra dispersa por toda la geografía excepto en las zonas de clima atlántico. En la provincia de Huesca aparece abundantemente salpicando los montes de la mitad norte, generalmente acompañando a la encina, aunque encontrándolo igualmente entre *Pinus halepensis* y otras especies arbóreas, márgenes de cultivos o anclada en gran parte de los roquedos calizos.

Se trata de una especie que suele aparecer siempre con porte arbustivo y una altura máxima que pocas veces supera los cinco metros. La madera es dura y oscura, muy apreciada en ebanistería y marquetería, formando parte de la taracea de muchas de las obras antiguas. Todo ello, junto con otros intereses económicos, obras de infraestructuras, etc. han provocado que apenas queden ejemplares de gran tamaño.

En la comarca de La Litera se han localizado dos ejemplares con porte arbóreo y de un tamaño fuera de lo común. Consultando la bibliografía, no

¹ Segura, 69. E-22400 MONZÓN (Huesca). damian.m@terra.es



Cornicabra de Torre de Salgar.

se cita en Aragón ningún ejemplar de características similares a los encontrados en La Litera, por lo que constituyen los mayores ejemplares conocidos en la Comunidad Autónoma.

El ejemplar de mayor tamaño se encuentra situado junto a una antigua construcción abandonada y una era. Se encuentra rodeado de una amplia zona de *Pinus halepensis* procedente de repoblaciones efectuadas por la Confederación Hidrográfica del Ebro, a mediados del siglo pasado, con objeto de reducir la erosión de las vertientes más próximas al embalse de Santa Ana. Presenta un tronco único y recto que se ramifica a casi un metro y medio, dando lugar a una copa amplia y aparasolada. Su estado sanitario no es excesivamente malo, pero presenta varias ramas secas y algunas zonas del tronco dañadas.

El segundo de los ejemplares es de menor tamaño, aunque de medidas nada desdeñables. Se encuentra situado en una margen entre cultivos agrícolas, entre una de las parcelas y un camino. Sus ramas son cortadas periódicamente, aparentemente para la alimentación del ganado, presentando una copa reducida y con numerosos brotes jóvenes sobre un único tronco recto. Pese a ello, su estado actual es bueno y muy vigoroso.



Cornicabra de Tozal Vedat.

Los dos ejemplares se encuentran en el término municipal de Baldellou, muy próximos al embalse de Santa Ana y junto al límite provincial de Lérida.

Las medidas obtenidas y los datos de las localidades de ambos ejemplares son los reflejados en la tabla siguiente:

HUESCA
Baldellou
Torre de Salgar
31T0298344 4641991
395 m s. n. m.
*Fernando Colomo, Ignacio Garcés y
J. Damián Moreno*

Altura total: 6 metros
Altura hasta la cruz: 1,40 metros
Anchura de copa: 8,50 metros
Circunferencia a 1,30: 1,80 metros
Circunferencia en la base: 2,35 metros

HUESCA
Baldellou
Tozal Vedat
31T0297587 4642330
392 m s. n. m.
*Fernando Colomo, Ignacio Garcés y
J. Damián Moreno*

Altura total: 4 metros (podado)
Altura hasta la cruz: 1,50 metros
Anchura de copa: 4,50 metros (podado)
Circunferencia a 1,30: 1,04 metros
Circunferencia en la base: 1,15 metros

NOTAS SOBRE LA ALIMENTACIÓN DEL LOBO DE RÍO (*BARBATULA BARBATULA*) EN NAVARRA

J. OSCOZ¹
F. CAMPOS²
M^a C. ESCALA¹

INTRODUCCIÓN

El lobo de río o locha, *Barbatula barbatula* (Linnaeus, 1758), es una especie de hábitos bentónicos (ZWEIMÜLLER, 1995; MASTRORILLO *et al.*, 1996) a la que se considera relativamente sensible a la contaminación de las aguas (BERVOETS *et al.*, 2002). Se encuentra presente en la mayor parte de Europa, estando distribuida de forma natural en España en el área comprendida entre los ríos Bidasoa y Nervión, en la vertiente cantábrica, y en la cuenca del río Ebro, en la vertiente mediterránea (DOADRIO, 1986). Además, ha sido introducido artificialmente en el río Órbigo (cuenca del Duero) (DOADRIO, 2001).

Aunque en el *Libro Rojo de los Vertebrados de España* fue catalogada como especie no amenazada (BLANCO y GONZÁLEZ, 1992), la introducción de especies exóticas y el deterioro de su hábitat hacen que deba figurar como «vulnerable» en el *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas* (DOADRIO, 2001). En Navarra esta especie está catalogada de «interés especial». Una de

¹ Departamento de Zoología y Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra. Apdo. 177. E-31080 PAMPLONA. joscoz@alumni.unav.es

² Universidad Europea Miguel de Cervantes. Ctra. de Segovia, s/n. E-47012 VALLADOLID.

las herramientas para utilizar de cara a una gestión más eficaz de las poblaciones piscícolas son los estudios de sus hábitos alimenticios (NEVEU, 1979). El análisis de la dieta, además de indicar sus requerimientos tróficos, permite conocer indirectamente los hábitos de adquisición de alimento, las posibles interacciones con otras especies (competencia, depredación) e incluso los patrones de ocupación del espacio (GARCÍA DE JALÓN, 1985; GARCÍA DE JALÓN y BARCELÓ, 1987). En este sentido, el presente estudio quiere contribuir al conocimiento de los hábitos tróficos de esta especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 27 lobos de río procedentes de los ríos Erro (18 ejemplares) y Larraun (9 ejemplares) (norte de Navarra), cuyas longitudes variaron desde 20 mm hasta 97 mm. Su captura se hizo mediante pesca eléctrica, siempre por la mañana, ya que al ser la actividad depredadora de los lobos de río principalmente crepuscular y nocturna (BURDEYRON y BUISSON, 1982) a la mañana es cuando se encuentra el máximo de llenado estomacal (FRANKIEWICZ, 1994). Los lobos de río fueron trasladados en refrigeración al laboratorio, donde se congelaron para su estudio posterior. El estómago fue separado mediante disección, vaciándose y clasificándose su contenido en una lupa binocular (x7-45). Las presas halladas se separaron en dos grandes grupos: invertebrados acuáticos e invertebrados terrestres.

Para el conjunto de estómagos se determinó la abundancia (A) de cada tipo de presa (porcentaje respecto al número total de presas) y su frecuencia (F) (porcentaje de estómagos donde aparecía dicha presa). Asimismo, se calculó la diversidad trófica según el índice de Shannon ($H' = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$) y la uniformidad ($E = H' / H'_{Máx.}$), donde p_i es la frecuencia relativa de la presa i .

Para comprobar si existían diferencias en la dieta de los lobos de río por su tamaño, se establecieron dos grupos: individuos de longitud < 50 mm e individuos con longitud \geq 50 mm.

RESULTADOS

De los 27 estómagos analizados, dos pertenecientes al río Erro se encontraron vacíos, por lo que no se tuvieron en cuenta para análisis pos-

teriores. Los 25 estómagos restantes contuvieron 378 presas (Tabla I), siendo los quironómidos los más consumidos, seguidos de bétidos y gamáridos. La gran mayoría de las presas fueron de origen bentónico, encontrándose estas en la totalidad de los estómagos estudiados, mientras que solo un 16% de ellos contuvieron insectos terrestres o emergentes. El valor de la uniformidad no fue alto, lo que indica que no se trata de una especie con un espectro trófico restringido. La dieta fue similar en los ríos Erro y Larraun ($\chi^2 = 9,8$; 5 g. l.; $p > 0,05$), con un consumo mayoritario de dípteros (Fig. 1), si bien en el río Larraun los crustáceos fueron más consumidos que en el río Erro.

Tabla I. Composición de la dieta del lobo de río y valores calculados de diversidad (H') y uniformidad (E). (F, frecuencia; A, abundancia).

Presas	F (%)	A (%)
Invertebrados acuáticos		
Anomopoda	4,00	0,53
Gammaridae	24,00	5,29
Ostracoda	4,00	0,26
Chironomidae	80,00	73,29
Simuliidae	20,00	2,65
Baetidae	40,00	7,14
Caenidae	4,00	0,26
Ephemerellidae	12,00	1,06
Heptageniidae	20,00	1,85
Taeniopterygidae	4,00	0,26
Hydropsychidae	16,00	1,06
Philopotamidae	8,00	0,53
Psychomyidae	32,00	3,97
Rhyacophilidae	8,00	0,53
Total acuáticos	100,00	98,68
Invert. emergentes o terrestres		
Insecto emergente	8,00	0,53
Diptera adulto	8,00	0,79
Total terrestres/emergentes	16,00	1,32
H'		1,79
E		0,44

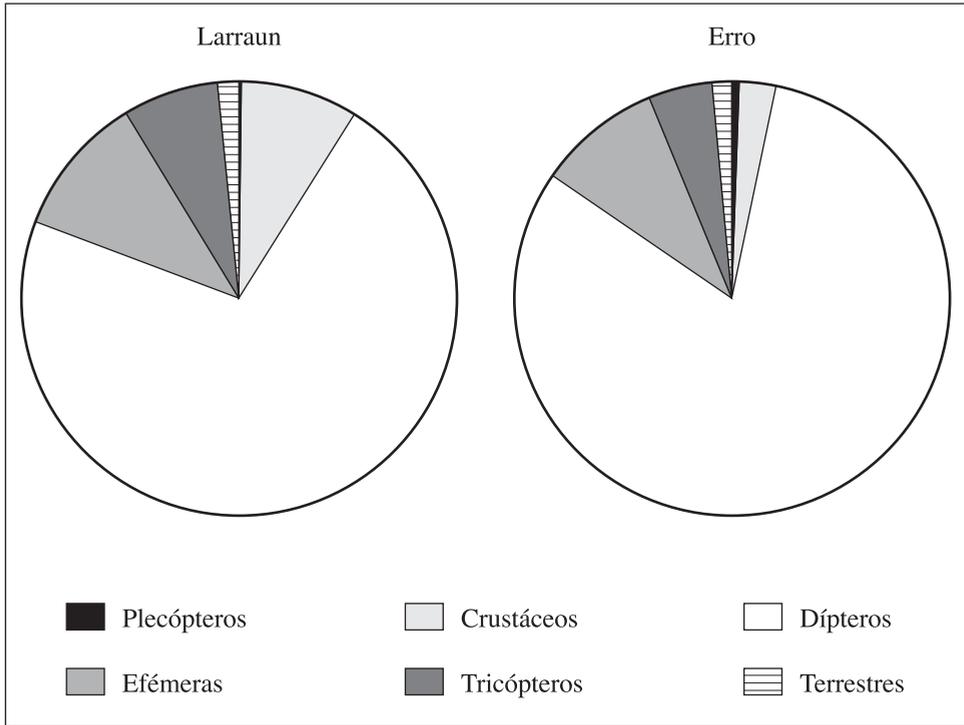


Fig. 1. Composición de las dietas de los lobos de río en los ríos Erro y Larraun.

Por otra parte, el análisis de la dieta según clases de longitud mostró que los lobos de río de mayor tamaño utilizaron una menor proporción de dípteros, incrementándose el consumo de efémeras y crustáceos (Fig. 2), aunque esta diferencia no resultó ser significativa ($\chi^2 = 7,8$; 5 g. l.; $p > 0,05$). Tanto la diversidad como la uniformidad tuvieron un valor mayor en los lobos de río de mayor tamaño ($H' = 1,86$; $E = 0,49$ en ejemplares ≥ 50 mm y $H' = 1,34$; $E = 0,36$ para los ejemplares < 50 mm). Asimismo, el número medio de presas por estómago fue superior para los lobos de río mayores (18,1 presas/estómago para los individuos de talla ≥ 50 mm y 10,6 presas/estómago para los de talla < 50 mm).

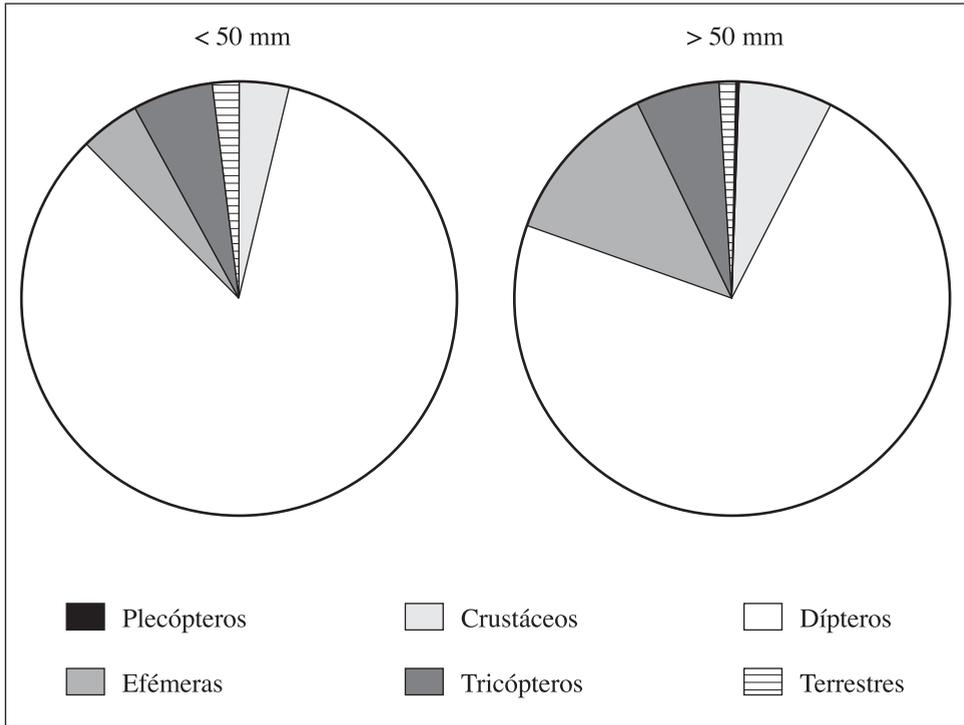


Fig. 2. Composición de la dieta del lobo de río según su talla.

DISCUSIÓN

La alimentación del lobo de río en los ríos Erro y Larraun se compuso principalmente de invertebrados acuáticos, lo que concuerda con lo señalado por otros autores (PERRIN, 1980; WELTON *et al.*, 1983; PENCZAK *et al.*, 1984; PRZYBYLSKI, 1988). Las presas más consumidas fueron los quironómidos, lo que coincide con los resultados obtenidos en estudios realizados en Finlandia (SAUVONSAARI, 1971), Francia (NEVEU, 1981) y Polonia (PRZYBYLSKI y BANBURA, 1989; FRANKIEWICZ, 1994). No se hallaron restos vegetales en ninguno de los ejemplares analizados, aunque algunos autores señalan que puede haber un consumo ocasional de este recurso (SAUVONSAARI, 1971; PRZYBYLSKI, 1988; PRZYBYLSKI y BANBURA, 1989). Esto puede estar relacionado con la baja tasa de absorción y el escaso contenido energético de la materia vegetal (LIEN, 1981).

Aunque es frecuente que la composición de la dieta de los peces varíe entre ríos o localidades diferentes, esto no ocurrió en los ríos Erro y Larraun. Tal vez el bajo número de ejemplares analizados pudiera estar en relación con este hecho. Sin embargo, también el pequeño tamaño de este pez, sus preferencias de hábitat y su sedentarismo pueden influir en que el espectro de presas potencialmente consumibles sea menor, además de poder existir preferencias por unas presas concretas, bien por la facilidad de su captura, por su alto contenido energético o por ambas cosas a la vez. Sería necesario un estudio más profundo en este sentido para aclarar estas cuestiones.

La variación de la dieta del lobo de río con su talla es una situación ya apuntada por WELTON *et al.* (1983), siendo algo habitual también para otras especies de peces (OSCOZ *et al.*, 2000; DOMÍNGUEZ y PENA, 2001). Nuevamente el bajo número de ejemplares analizados pudo hacer que no se hallaran diferencias significativas entre tallas, si bien sí se encontraron variaciones en la proporción consumida para algunos taxones. El estudio de un mayor número de ejemplares podría ayudar a aclarar esta cuestión.

Al aumentar la talla de los peces suele incrementarse el tamaño y el número de presas consumidas (NEVEAU y THIBAUT, 1977; FRANKIEWICZ, 1994), ya que su mayor tamaño de boca y estómago permitiría la captura y manejo de presas mayores (VIGNES, 1998; DOMÍNGUEZ y PENA, 2001), así como de un mayor número de presas. Esto llevaría a poseer un mayor rango de presas potencialmente consumibles, de forma que a los taxones que se consumían con una menor talla se suman otros taxones nuevos. Ello podría explicar que la diversidad trófica fuera más elevada en los lobos de mayor tamaño. Asimismo, una uniformidad más elevada podría reflejar una mayor facilidad para consumir taxones poco utilizados por ejemplares de menor longitud. Esta variación de la dieta con el aumento de la talla reduciría la competencia por el alimento (ELLIOTT, 1967), lo que además también se conseguiría por la distinta utilización del hábitat existente entre los lobos de río de diferentes tamaños (ZWEIMÜLLER, 1995).

A pesar de que el lobo de río consuma principalmente quironómidos, la existencia de una variada comunidad de macroinvertebrados ayudaría a que la competencia por el alimento fuera menor, de manera que pudiera existir una población de lobos de río más numerosa. Para ello se debería intentar

mantener una buena calidad del agua, así como unos caudales y hábitats óptimos tanto para los peces como para los macroinvertebrados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERVOETS, L.; LODTS, M.; VAN CAMPENHOUT, K., y BLUST, R. (2002). Heavy metals as a threat for restored fish populations in a lowland river. En COLLARES-PEREIRA, M. J.; COELHO, M. M., y COWX, I. G. (eds.), *Conservation of Freshwater Fishes: Options for the Future*: 250-261. Fishing News Books, Blackwell Science, Oxford.
- BLANCO, J. C., y GONZÁLEZ, J. L. (1992). *Libro Rojo de los Vertebrados de España*. Colección Técnica, ICONA.
- BURDEYRON, H., y BUISSON, B. (1982). Étude du rythme alimentaire circadien d'un poisson benthique dulciquicole carnivore, la loche (*Noemacheilus barbatulus*) dans son milieu naturel. *Annales de la Station Biologique Besse-en-Chandresse*, 16: 171-181.
- DOADRIO, I. (1986). Nuevas localidades de *Noemacheilus barbatulus* (L., 1758) (Ostariophysi, Homalopteridae) en España. *Miscelánea Zoológica*, 10: 391-392.
- DOADRIO, I. (2001). *Atlas y libro rojo de los peces continentales de España*. Museo Nacional de Ciencia Natural (CSIC), Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- DOMÍNGUEZ, J., y PENA, J. C. (2001). Alimentación del lucio *Esox lucius* en un área de reciente colonización (cuena del Esla, noroeste de España). Variaciones en función de la talla. *Ecología*, 15: 293-308.
- ELLIOTT, J. M. (1967). The food of trout (*Salmo trutta*) in a Dartmoor stream. *J. Appl. Ecol.*, 4: 60-71.
- FRANKIEWICZ, P. (1994). The daily feeding pattern of Stone loach, *Noemacheilus barbatulus* (L.), in the upland Lubrzanka river, Poland. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 41 (3): 269-278.
- GARCÍA DE JALÓN, D. (1985). Efectos de la regulación de caudales en las poblaciones de salmónidos fluviales. *I Simposio Internacional de Estudio, Conservación y Utilización Racional de Áreas de Pesca de Salmónidos*: 106-110. Pamplona.
- GARCÍA DE JALÓN, D., y BARCELÓ, E. (1987). Estudio sobre la alimentación de la trucha común en ríos pirenaicos. *Ecología*, 1: 263-269.
- LIEN, L. (1981). Biology of the minnow *Phoxinus phoxinus* and its interactions with brown trout *Salmo trutta* in Ovre Heindalsvatn, Norway. *Holarctic Ecology*, 4: 191-200.
- MASTRORILLO, S.; DAUBA, F., y BELAUD, A. (1996). Utilisation des microhabitats par le vairon, le goujon et la loche franche dans trois rivières du Sud-ouest de la France. *Annales de Limnologie*, 32: 185-195.
- NEVEAU, A., y THIBAUT, M. (1977). Comportement alimentaire d'une population sauvage de Truite fario (*Salmo trutta* L.) dans un ruisseau des Pyrénées atlantiques, Le Lis-suraga. *Ann. Hydrobiol.*, 8: 111-128.

- NEVEU, A. (1979). Les problèmes posés par l'étude de l'alimentation naturelle des populations sauvages de poissons. *Bull. Cent. Étud. Rech. sci., Biarritz*, 12 (3): 501-512.
- NEVEU, A. (1981). Rythme alimentaire et relations trophiques chez l'anguille (*Anguilla anguilla* L.), la loche franche (*Noemacheilus barbatulus* L.), le vairon (*Phoxinus phoxinus* L.) et le goujon (*Gobio gobio* L.) dans des conditions naturelles. *Bull. Cent. Étud. Rech. sci., Biarritz*, 13 (4): 431-444.
- OSCOZ, J.; ESCALA, M. C., y CAMPOS, F. (2000). La alimentación de la trucha común (*Salmo trutta* L., 1758) en un río de Navarra (N. España). *Limnetica*, 18: 29-35.
- PENCZAK, T.; KUSTO, E.; KRYZANOWSKA, D.; MOLINSKI, M., y SUSZYCKA, E. (1984). Food consumption and energy transformations by fish populations in two small lowland rivers in Poland. *Hydrobiologia*, 108: 135-144.
- PERRIN, J. F. (1980). Structure et fonctionnement des écosystèmes du Haut-Rhône français. 14. Étude des préférences alimentaires de la loche franche (*Noemacheilus barbatulus* L.) par une méthode des points modifiée. *Hydrobiologia*, 71: 217-224.
- PRZYBILSKI, M. (1988). Food of dace, bream, gudgeon and stone loach in the Widawka river. *Acta Univ. Lodz., Folia Limnol.*, 3: 101-115.
- PRZYBILSKI, M., y BANBURA, J. (1989). Feeding relations between the gudgeon (*Gobio gobio* L.) and the stone loach (*Noemacheilus barbatulus* L.). *Acta Hydrobiol.*, 31 (1/2): 109-119.
- SAUVONSAARI, J. (1971). Biology of the stone loach (*Noemacheilus barbatulus* L.) in the lakes Paijanne and Palkkanevesi, southern Finland. *Acta zool. Fenn.*, 8: 187-193.
- VIGNES, J. C. (1998). Relations entre la taille des juvéniles de saumon atlantique (*Salmo salar*) et certains caractéristiques de leurs proies. *Cybium*, 22 (1): 49-56.
- WELTON, J. S.; MILLER, C. A., y RICH, E. L. (1983). Food and habitat partitioning in two small benthic fishes, *Noemacheilus barbatula* (L.) and *Cottus gobio* L. *Arch. Hydrobiol.*, 97: 434-454.
- ZWEIMÜLLER, I. (1995). Microhabitat use by two small benthic fish in a 2nd order stream. *Hydrobiologia*, 303: 125-137.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Lucas Mallada publica artículos y notas de investigación inéditos encuadrados en las distintas ramas de la ciencia.

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. Todos los trabajos serán revisados por un mínimo de dos expertos. Dichos *referees* serán seleccionados entre científicos del ámbito del CSIC, de la Universidad o de otras instituciones o entre personas de reconocida valía en el estudio del tema. Cuando el resultado de dicha revisión lo exija, el original con las pertinentes anotaciones será devuelto al autor, que deberá tenerlas en consideración.
4. Los caracteres en cursiva se utilizarán para los nombres científicos de géneros y de especies y para los neologismos intraducibles; las citas textuales, independientemente de la lengua, se consignarán en letra redonda y entre comillas, y los nombres de autor que sigan a un taxón irán en redonda.

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.

5. Cada autor recibirá una prueba de imprenta de su trabajo para su corrección, que devolverá en el plazo de diez días.
6. 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 cometido; género y especie irán acompañados de los taxones 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.

7. *Tablas y figuras.* Los pies de tablas y figuras serán claros y concisos. En el caso de que la figura presente una leyenda, esta 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