

NOTA SOBRE LA GEOMORFOLOGÍA DE AMBIENTES DEGRADADOS DEL PIRINEO ARAGONÉS

José M.^º GARCÍA-RUIZ¹

Luis ORTIGOSA IZQUIERDO²

Ricardo MARTÍNEZ CASTROVIEJO¹

RESUMEN.—Se estudia la diversidad de los procesos geomorfológicos en los ambientes más degradados del Pirineo aragonés. En el piso inferior de cultivos, las prácticas agrícolas y ganaderas han favorecido el predominio de los procesos relacionados con el arroyamiento superficial, con pérdida de capacidad de infiltración y aumento de la pedregosidad.

SUMMARY.—The diversity of geomorphological processes is studied in the most degraded environments of the aragonese Pyrenees. In the lowest altitudinal level, livestock and nomadic agriculture have favoured the predominance of processes related with overland flow, with a loss in the infiltration capacity and increase of the stoniness.

La presión humana sobre el paisaje se traduce en una transformación más o menos profunda de la cubierta vegetal y del funcionamiento hidromorfológico de laderas y cauces. En general, puede hablarse de una diversificación de los procesos erosivos, que se manifiestan en el incremento de las tasas de exportación de sedimentos (KIRKBY, 1980). Históricamente es bien conocida la relación existente entre las grandes fases de roturaciones forestales —vinculadas a aumentos demográficos o, en ocasiones, a las llamadas crisis de subsistencias— y la aceleración de los procesos de erosión. Es más, se sabe que algunos depósitos sedimentarios (terrazas bajas, conos de deyección, deltas), atribuidos a veces a cambios climáticos, se han producido en momentos de fuerte presión humana, las más de las veces por simple deforestación, seguida de actividades pastoriles intensas o del cultivo de laderas pendientes.

Las montañas de nuestras latitudes ofrecen muestras notables y variadas de los efectos de la presión humana sobre el paisaje. La importancia de la ganadería y, sobre todo, la necesidad de abastecer en alimentos a una elevada población explican la desa-

¹ Instituto Pirenaico de Ecología. Aptdo. 64. JACA (Huesca). España.

² Departamento de Geografía. Colegio Universitario de La Rioja. LOGROÑO. España.

parición de muchos bosques, la gran extensión de determinadas comunidades de matorral y la superficie ocupada por los cultivos, factores todos ellos relacionados con el aumento de las tasas de erosión y con un cambio en el funcionamiento hidromorfológico de laderas.

En el Pirineo aragonés se dispone ya de notable información sobre la organización espacial de los procesos erosivos y sobre el papel del hombre en su intensificación y frecuencia. A continuación, presentamos un esquema global sobre la evolución actual de vertientes en las áreas más afectadas por la intervención antrópica, a la luz de los estudios más recientes.

LA ORGANIZACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO

En las regiones de montaña, los usos del suelo se organizan de manera escalonada, siguiendo a grandes rasgos un gradiente altitudinal en función de las características termoplumiométricas.

Una descripción y explicación resumida de esa organización ha sido abordada recientemente por GARCÍA-RUIZ (en prensa) y GARCÍA-RUIZ y LASANTA (en prensa), para la montaña española y para los Pirineos respectivamente. El nivel superior está ocupado por los pastos supraforestales, que tienden a aparecer por encima de 1.600 ó 1.800 m de altitud, con aprovechamiento estival. Por debajo se sitúa el nivel del bosque, no siempre bien conservado, más extenso en umbrías que en solanas, a veces con grandes claros correspondientes a antiguos cultivos.

El contacto entre los pastos de verano y el bosque casi nunca responde a factores naturales; lo normal es que el límite superior del bosque haya descendido varios cientos de metros para ampliar la superficie de pastos y permitir así la expansión de la ganadería trashumante. La sustitución del bosque por el pasto ha tenido grandes consecuencias geomorfológicas, ya señaladas por GARCÍA-RUIZ y PUIGDEFÁBREGAS (1982) y GARCÍA-RUIZ *et al.* (en prensa); el descenso altitudinal de los procesos periglaciares (HÖLLERMANN, 1985; VILLAR, 1977) y el desmantelamiento parcial del suelo por movimientos en masa planares (PUIGDEFÁBREGAS y GARCÍA-RUIZ, 1984) y por densas redes de rigo-las, éstas últimas muy locales, se hallan entre los efectos más espectaculares.

El área de cultivos ocupa habitualmente zonas más bajas, en fondos de valle, pies de vertientes, conos de deyección, quizás también rellanos de obturación lateral (de origen glaciolacustre) y pequeños rellanos colgados a media ladera, restos de antiguos relieves seniles; en general, corresponden a sectores de pendiente escasa o moderada que ocupan superficies pequeñas, salvo excepciones muy locales. Alternando con este nivel de cultivos aparecen extensas laderas de matorral más o menos aclarado y de campos abandonados; corresponden a vertientes más inclinadas, normalmente en exposiciones soleadas, que, en unos casos, se han aprovechado para el pastoreo durante las estaciones intermedias por parte del ganado lanar o durante el invierno por el ganado vacuno, y en otros, han servido como áreas de expansión agrícola en los momentos de mayor presión demográfica.

Estas áreas han soportado una actividad humana muy intensa, con cultivos en duras condiciones topográficas, a veces mediante sistemas nómadas (BALCELLS, 1984; GARCÍA-RUIZ, 1976) o, en el mejor de los casos, por parcelas permanentes pero de difícil aprovechamiento y conservación. Se trataba de una agricultura cerealista dirigida a asegurar el autoabastecimiento alimentario de la población local; los prados se asentaban en los mejores lugares —conos de deyección y pies de vertiente— (KRUGER, 1939; FILLAT & PUIGDEFÁBREGAS, 1986), pero estaban muy poco extendidos debido a que el sistema agroganadero utilizaba recursos externos para alimentar al ganado en invierno (GARCÍA-RUIZ y LASANTA, en prensa).

Recientemente, la pérdida de efectivos demográficos y los cambios en la organización social y en las relaciones de mercado explican el abandono de muchas de estas laderas, según un proceso ya conocido también en otras montañas españolas (CABERO, 1979; VALENZUELA, 1977; ORTEGA, 1974). El resultado final es la existencia de numerosas vertientes de campos abandonados y de matorral, que han sufrido los efectos de una acción antrópica demasiado intensa para las posibilidades de recuperación del territorio.

La importancia de la superficie afectada varía mucho de unos valles a otros, pero ocupa en general una extensión elevada. Téngase en cuenta, por ejemplo, que las articas (campos de uso ocasional) representaban el 46,8% de la superficie cultivada del valle de Hecho y el 36,7% del de Aísa; o que los campos localizados en laderas de más del 20% de pendiente suponían el 73,7% en el valle de Broto, el 71% en el valle de Bestué, el 67,3% en el valle de Hecho y el 59,9% en el valle de Aragüés. De esta forma se explica el que las laderas rectas y convexas o las divisorias —condiciones inicialmente desfavorables para el cultivo— alcanzaran el 70,8% de la superficie cultivada en el valle de Broto, el 69% de la del valle de Hecho y el 63,3% de la del valle de Aísa (LASANTA, comunicación personal).

Es importante tener en cuenta además que, a pesar de las difíciles condiciones de cultivo, no siempre se creaban infraestructuras protectoras frente a la escorrentía superficial. En los valles centrales y orientales del Pirineo aragonés, el cultivo en bancales estaba generalizado, lo que permitía una mejor conservación del suelo; pero, en los valles occidentales, la construcción de terrazas era un hecho bastante aislado y se limitaba a sectores muy reducidos, en muchos casos banales dotados todavía de fuerte pendiente. Lo normal era el cultivo directo sobre la ladera, sin más precauciones que la construcción de drenajes hacia los laterales de las parcelas; en las peores situaciones, en articas de uso esporádico, ni siquiera se tomaban esas medidas, a lo que se sumaba el efecto de pisoteo del ganado, con las consiguientes dificultades de regeneración de la vegetación y el deterioro de la estructura superficial del suelo.

El resultado de la presión humana sobre el espacio es un funcionamiento hidromorfológico muy heterogéneo, que se halla en relación, tanto con las características ambientales originales, como, sobre todo, con el tipo de intensidad de uso que ha recibido. Así, laderas pedregosas y con matorral muy aclarado pueden convivir con áreas de suelo profundo susceptibles de ser fácilmente colonizadas a corto plazo por la vegetación. En todo caso, es este piso inferior de cultivo y de pastoreo invernal el que, al menos aparentemente, presenta un aspecto más deteriorado, con pérdida irreversible de muchas de sus posibilidades productivas. A este ambiente nos vamos a referir en el siguiente comentario.

LA DIVERSIDAD DE LOS PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS EN EL NIVEL INFERIOR DE USOS DEL SUELO

En 1982, GARCÍA-RUIZ y PUIGDEFÁBREGAS publicaron un estudio sobre la organización espacial de los procesos erosivos en el *flysch* del Pirineo Central español. Este ambiente tiene la particularidad de extenderse en un amplio rango altitudinal, de manera que incorpora extensas áreas cultivadas ya abandonadas, muchos de los más importantes bosques pirenaicos y magníficos ejemplos de pastos supraforestales. En ese estudio pudo comprobarse, pues, el diferente comportamiento de cada uno de esos espacios en relación con los procesos geomorfológicos dominantes. Así, hasta 1.200 m las vertientes aparecen dominadas por arroyamiento difuso y rigolas de montaña media. A partir de 1.100-1.200 m, comienzan a aumentar las vertientes con erosión moderada y movimientos en masa de escasa entidad, y, hasta 1.500 m, aparecen frecuentes desprendimientos. Entre 1.300 y 1.800 m, se conservan excelentes y extensos ejemplos de vertientes regularizadas; y, finalmente, por encima de 1.600-1.700 m, las laderas evolucionan por solifluxión —donde el suelo es profundo—, rigolas de alta montaña y cuencas de recepción activas (GARCÍA-RUIZ y PUIGDEFÁBREGAS, 1982, p. 104).

Tabla 1. *Influencia de la altitud en los procesos de erosión. Porcentaje de los procesos de erosión sobre la superficie ocupada por cada categoría de altitud (en m). La asociación es significativa al 99,5% (*: valor inferior al 1%). Fuente: GARCÍA-RUIZ y PUIGDEFABREGAS, 1982.*

Altitud (m)	600/700	700/800	800/900	900/1.000	1.000/1.100	1.100/1.200	1.200/1.300	1.300/1.400
Arroyamiento difuso	29,2	42,3	41,4	39,3	44,3	37,1	27,2	16,8
Rills montaña media	3,3	1,4	*	2,8	2,1	2,2	1,0	*
Erosión moderada	5,6	11,3	15,7	24,7	29,1	36,9	43,4	49,6
Desprendimientos	0	1,2	*	1,3	1,5	3,1	5,6	6,7
Cabeceeras activas	0	*	*	1,5	1,9	2,3	2,3	4,0
Rills alta montaña	0	0	0	0	0	0	0	0
Soliflucción y deslizamientos	0	0	0	0	*	0	*	0

Altitud (m)	1.400/1.500	1.500/1.600	1.600/1.700	1.700/1.800	1.800/1.900	1.900/2.000	2.000/2.100	2.100/2.200	2.200/2.300
Arroyamiento difuso	14,3	9,7	3,8	3,7	3,5	2,1	2,1	2,8	0
Rills montaña media	*	0	0	0	0	0	0	0	0
Erosión moderada	53,5	58,8	48,1	42,0	36,0	25,8	34,0	22,8	4,0
Desprendimientos	3,0	2,0	1,1	*	*	0	0	0	0
Cabeceeras activas	6,4	7,8	11,7	20,7	29,1	29,8	35,5	25,7	4,0
Rills alta montaña	0	2,0	4,6	4,7	4,2	9,9	5,0	1,0	0
Soliflucción y deslizamientos	*	1,2	7,0	5,3	6,7	11,3	3,6	2,8	0

Tabla II. *Influencia de los usos del suelo en los procesos de erosión. Porcentaje de los procesos de erosión sobre la superficie ocupada por cada categoría de uso del suelo. La asociación es significativa al 99,5% (*: valor inferior al 1%). Fuente: GARCÍA-RUIZ y PUIGDEFABREGAS, 1982.*

	Bosque cerrado	Bosque claro y matorral	Pasto hidrófito	Pasto mesófito	Pasto xerófito	Cultivos actuales	Cultivos abandonados	Replantaciones
Arroyamiento difuso	1,2	4,3	0	4,1	2,4	8,3	58,8	37,7
Rills montaña media	*	1,9	0	0	*	*	1,4	3,7
Erosión moderada	61,0	25,4	56,3	48,3	24,6	15,6	16,0	26,3
Desprendimientos	1,4	3,7	0	*	*	*	1,4	9,3
Cabeceiras activas	3,3	5,4	1,0	13,4	30,9	*	1,6	4,4
Rills alta montaña	*	*	4,5	2,4	9,6	0	0	0
Solifluxión y deslizamientos	*	*	2,7	14,8	2,8	0	0	*

Tabla III. *Influencia de la pendiente en los procesos de erosión. Porcentaje de los procesos de erosión sobre la superficie ocupada por cada categoría de pendiente (en %). La asociación es significativa al 99,5% (*: valor inferior al 1%). Fuente: GARCÍA-RUIZ y PUIGDEFABREGAS, 1982.*

	Llano	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90
Arroyamiento difuso	2,0	31,2	33,5	35,4	27,6	19,1	10,3	24,1	13,2
Rills montaña media	0	0	2,7	1,7	1,2	*	*	0	1,8
Erosión moderada	6,7	13,7	27,8	33,1	39,2	43,1	39,3	37,5	33,9
Desprendimientos	0	2,5	1,7	3,2	3,1	1,2	1,3	1,6	0
Cabeceiras activas	0	0	1,3	3,2	5,5	12,2	11,0	14,1	13,2
Rills alta montaña	0	0	*	*	1,1	1,3	3,2	2,5	1,8
Solifluxión y deslizamientos	0	1,2	*	1,3	1,2	1,3	*	0	0

Tabla IV. Características de los procesos geomorfológicos a partir de transectos (según GARCÍA-RUIZ y ORTIGOSA) en ambientes repoblados del Pirineo central.

	Erosión nula	Erosión difusa débil	Erosión difusa fuerte	Incisión en canales	Acumula- ciones	Nichos y desprendimientos	Descar- naduras	Media
% Frecuencia	13,2	23,8	11,2	15,3	18,4	6,6	11,5	—
Longitud media (cm)	618,7	509,1	211,9	51,2	158,4	180,8	161,5	293,9
% Vegetación	81,1	76,0	48,5	52,1	75,3	58,4	49,5	65,6
% Piedras	13,1	25,3	47,0	41,4	35,0	30,8	31,9	31,5

La tabla I muestra la distribución altitudinal de algunos de los procesos más importantes y permite discutir varios problemas. Destaca el hecho de que la erosión moderada aumenta en altitud hasta alcanzar su máximo entre 1.200 y 1.800 m y, más aún, entre 1.300 y 1.600 m; su representación es, por el contrario, muy pequeña por debajo de 900 m y disminuye también considerablemente a partir de 1.900 m. Tal distribución coincide a grandes rasgos con el nivel del bosque, que, como es evidente, ejerce un papel protector frente a los procesos de arroyamiento superficial y los movimientos en masa. Por su parte, el arroyamiento difuso alcanza sus mayores valores entre 700 y 1.200 m de altitud, con rápida disminución a partir de ese nivel, acompañados por rigolas en laderas pedregosas que han exportado ya gran parte del suelo; el aspecto general que ofrecen es el de vertientes con un matorral aclarado, sobre las que se ha instalado una red de canalillos efímeros, poco incididos, zigzagueantes y cubiertos de piedras, con frecuentes cambios de posición debido a pequeños movimientos en masa.

La tabla II confirma la estrecha asociación existente entre procesos geomorfológicos y uso del suelo. Así, el arroyamiento difuso es el proceso dominante en los campos abandonados y en las repoblaciones forestales —que, en realidad, ocupan muchas veces antiguas laderas cultivadas o de matorral—, y cuenta con escasa presencia en el resto de los ambientes; en cambio, la erosión moderada se encuentra mejor representada en el bosque cerrado y en el pasto húmedo, y alcanza sus cifras más bajas en los cultivos abandonados, en las repoblaciones y en los cultivos actuales.

Es importante considerar que el arroyamiento difuso y las rigolas de montaña media no son más abundantes en las laderas más pendientes. En la tabla III se comprueba que la erosión es más activa en pendientes inferiores al 40% y, sorprendentemente, la erosión moderada aumenta su proporción en los intervalos de pendiente más elevados. Esta contradicción se explica porque las laderas menos inclinadas son las que han estado sometidas de forma más intensa a cultivos permanentes y ocasionales; por el contrario, las laderas más pendientes, que han quedado al margen de una utilización agrícola, son las que soportan menos erosión por arroyamiento superficial.

Entre 1.100 y 1.500 m de altitud, los desprendimientos pueden presentarse con notable frecuencia. Son movimientos en masa de mediano tamaño (entre 5 y 50 m de anchura en la cicatriz), cuyo plano de deslizamiento afecta al sustrato, y que en ocasiones mantienen una lengua no muy bien definida aguas abajo (GARCÍA-RUIZ y PUIGDEFÁBREGAS, 1984). Son activos en momentos de lluvias excepcionales y parecen ligados a la tortuosa tectónica del *flysch*. Su vinculación con una actuación intensa por parte del hombre no está aún muy clara, porque su plano de deslizamiento suele ser profundo y, por lo tanto, casi independiente de los cambios que sufra la vegetación. Pero, a la vez, conviene señalar que los desprendimientos son muy poco frecuentes en el bosque cerrado y abundan más en matorral y, sobre todo, en repoblaciones forestales. Esto no significa que las propias repoblaciones impulsen el desencadenamiento de tales movimientos en masa; en realidad, se trata de laderas muy degradadas por una utilización histórica y en las que existe una inercia de funcionamiento geomorfológico marcada por el papel del hombre.

A partir del planteamiento precedente se demuestra el peculiar comportamiento hidromorfológico de las laderas submediterráneas. El arroyamiento difuso —a veces concentrado en cárcavas aisladas, capaces de evacuar grandes cantidades de sedimentos— alterna con rigolas poco profundas y con movimientos en masa puntuales. La escorrentía superficial domina en las laderas por pérdida de potencia del suelo, que a la vez ha visto deteriorada su estructura y capacidad de infiltración. El aumento de pedregosidad, que en ocasiones forma un enlosado general, es la consecuencia a medio plazo de ese proceso.

Cabe señalar, no obstante, la diferencia que se observa entre las áreas de divisoria y el resto de la ladera. En las primeras, al ser pequeña todavía la velocidad del agua, la formación de rigolas resulta muy inapreciable; sólo aguas abajo se produce una mayor

concentración hídrica, capaz de generar pequeñas incisiones que, en la base de la ladera, pueden convertirse en verdaderas cárcavas conectadas con la red de drenaje general. La existencia de pies de *Buxus sempervirens* y de *Echinopartum horridum* favorece la formación de microambientes sedimentarios, que tienden a bloquear el progreso de las incisiones. A la vez, muchos de tales pies se ven afectados por descalzamientos aguas abajo, creándose así un complejo mosaico de situaciones en las que los sedimentos gruesos y finos experimentan varias fases de transporte y de almacenamiento.

GARCÍA-VIÑAO *et al.* (1986), centrándose también en el *flysch* del Pirineo Central, demostraron la existencia de dos ambientes muy diferentes por su funcionamiento geomorfológico: un ambiente nival, por encima de 1.600 m, afectado sobre todo por deslizamientos planares, y uno submediterráneo —al que denominan pluvial—, entre 1.000 y 1.500 m de altitud. Éste último se caracteriza especialmente porque muestra evidentes señales de una intensa actividad humana y por el predominio de los matorrales más o menos degradados. Todas las observaciones realizadas en diferentes condiciones hidrológicas y climáticas indican que, en el ambiente nival, la descarga disuelta supera en 5 a 10 veces a la suspendida (ALVERA y PUIGDEFÁBREGAS, 1985); por el contrario, en las laderas submediterráneas, la descarga sólida es unas 40 veces más elevada que la disuelta (PUIGDEFÁBREGAS y ALVERA, 1986). Tales resultados demuestran el papel eficaz de la escorrentía superficial en los territorios afectados de forma más intensa por las actividades humanas y explican la importante pérdida de materiales finos.

Recientemente, y con el fin de estudiar los efectos geomorfológicos de las repoblaciones forestales, hemos podido obtener información de detalle sobre la importancia relativa de los grandes procesos de evolución de vertientes en ambientes submediterráneos. Nos limitamos aquí a presentar algunos de los resultados más destacados.

Se utilizó el método de los transectos geomorfológicos, mediante el cual se midió la longitud de todos los procesos geomorfológicos que eran cortados por una cinta métrica colocada sobre el suelo en sentido transversal a la pendiente. El muestreo se realizó en 117 parcelas, un 70% de las cuales se hallan por debajo de 1.100 m de altitud. Tras varios ensayos, se agruparon los procesos en siete categorías. La erosión difusa débil es la que cuenta con una mayor representación espacial (23,8% de la superficie), seguida por las acumulaciones (18,4%) —es decir, pequeñas sedimentaciones locales provocadas por arroyamiento superficial—, la incisión en canales (15,3%), la erosión nula (13,2%), las descarnaduras, un arroyamiento superficial en tránsito a la formación de riegolas (11,5%) y la erosión difusa fuerte (11,2%). Los movimientos en masa, representados por pequeños nichos y lóbulos, suponen sólo un 6,6%. Tales resultados confirman la gran importancia de los procesos ligados a la circulación hídrica superficial

En la tabla IV se incluyen las características elementales de los procesos y se comprueba la estrecha vinculación entre arroyamiento difuso y pedregosidad. Diversos análisis estadísticos han permitido averiguar que la erosión difusa fuerte predomina por debajo de 900 m, coincidiendo con los ambientes más afectados por la presión humana.

Los diversos niveles altitudinales del Pirineo aragonés aparecen, pues, dominados por sistemas morfogenéticos diferentes, en función, no sólo del volumen y del ritmo de las precipitaciones o del régimen térmico, sino también de los usos del suelo. La actividad humana altera la vegetación y las condiciones de infiltración, lo que explica el predominio de unos u otros procesos. En los ambientes submediterráneos, muy afectados por el pastoreo y por la agricultura de montaña, la escorrentía superficial actúa con más intensidad que en ninguna otra parte del Pirineo, con arrastre de materiales finos, pérdida de estructura y de potencia edáfica y aumento de la pedregosidad. Los movimientos en masa no están ausentes y, a veces, juegan un destacado papel, pero es en el piso supraforestal donde tales procesos encuentran su mejor campo de acción.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVERA, B. y PUIGDEFÁBREGAS, J. (1985). Pulsación diaria de la carga suspendida y disuelta en la escorrentía de fusión nival. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 11: 5-20.
- BALCELLS, E. (1984). Estudio comparado de las cuencas altas del Subordán y del Veral y de las comunidades étnicas que utilizan sus recursos. *Pirineos*, 122: 5-152.
- CABERO DIÉGUEZ, V. (1979). *Espacio agrario y economía de subsistencia en las montañas Galaico-Leonesas: La Cabrera*. Ediciones de la Universidad de Salamanca. Institución "Fray Bernardino de Sahagún", Salamanca.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. (1976). *Modos de vida y niveles de renta en el Prepirineo del Alto Aragón occidental*. Instituto de Estudios Pirenaicos. Jaca.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. (en prensa). La evolución de la agricultura de montaña y sus efectos sobre la dinámica del paisaje. *Agricultura y Sociedad*. Madrid.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. y LASANTA, T. (en prensa). Land-use changes in the Spanish Pyrenees. *Mountain Research and Development*. Boulder.
- GARCÍA-RUIZ, J.M. y PUIGDEFÁBREGAS, J. (1982). Formas de erosión en el *flysch* eoceno surpirenaico. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 8: 85-128.
- GARCÍA-RUIZ, J.M.; ALVERA, B.; DEL BARRIO, G. y PUIGDEFÁBREGAS, J. (en prensa). Geomorphic processes above the timberline in the Spanish Pyrenees. *Mountain Research and Development*. Boulder.
- GARCÍA-VIÑAO, A.; ALVERA, B.; PUIGDEFÁBREGAS, J. y MONTSERRAT, P. (1986). Sistemas de erosión en pastos del *flysch* eoceno surpirenaico. *XXVI Reunión científica de la S.E.E.P.*, 2: 233-248. Oviedo.
- HÖLLERMANN, P. (1985). The periglacial belt of mid-latitude mountains from a geocological point of view. *Erkunde*, 39: 259-270.
- KIRKBY, M.J. (1980). *The question*. In KIRKBY, M.J. & MORGAN, R.P.C. (ed.). *Soil erosion*, John Wiley & sons: 15-33.
- KRUGER, F. (1939). *Die Hochpyrenäen*. C. Ländliche Arbeit. Band II. Mansischer Gildeverlag, Hansburg.
- PUIGDEFÁBREGAS, J. y ALVERA, B. (1986). Aspectos biogeoquímicos de los ambientes de montaña. *Jornadas sobre bases ecológicas per la gestió ambiental*: 79-84. Barcelona.
- PUIGDEFÁBREGAS, J. y FILLAT, F. (1986). Ecological adaptation of traditional land-uses in the Spanish Pyrenees. *Mountain Research and Development*, 6 (1): 63-72. Boulder.
- PUIGDEFÁBREGAS, J. y GARCÍA-RUIZ, J.M. (1984). Inestabilidad de laderas en el Pirineo Aragonés: tipos de movimientos y su distribución geográfica. *Inestabilidad de laderas en el Pirineo*: 141-152. Barcelona.
- VILLAR, L. (1977). Algunos aspectos sobre solifluxión, crioturbación, flora y vegetación. *Actas Gr. Trabajo Cuaternario*, 6: 299-308. Madrid.