

ZUBIA	6	99-114	Logroño	1988
-------	---	--------	---------	------

## PROBLEMAS DE EVOLUCION GEOMORFOLOGICA EN CAMPOS ABANDONADOS: EL VALLE DEL JUBERA (SISTEMA IBERICO)<sup>1</sup>

José M. García Ruiz\*  
Teodoro Lasanta Martínez\*  
Ignacio Sobrón García\*\*

### RESUMEN

*Los autores estudian la nueva dinámica geomorfológica que domina en las laderas cultivadas después de ser abandonados por el hombre. La mayor o menor importancia de la infiltración y de la escorrentía superficial está relacionada sobre todo con los modelos de campos; así, en los bancales con suelo potente y fácil infiltración dominan los movimientos en masa, mientras los campos pendientes aparecen controlados por arroyamiento difuso. La pendiente general de la ladera se muestra en ambos casos como un factor de aceleración de la dinámica hidromorfológica de las parcelas.*

---

*Problems of geomorphological evolution in abandoned fields: the Jubera river valley (Iberian System). The authors study the new geomorphologic dynamics in abandoned fields. The more or less important infiltration and surface runoff is overall related to the fields patterns in this way, mass movements are dominant in*

\* Instituto Pirenaico de Ecología. Apartado 64, Jaca (HUESCA).

\*\* Investigador Agregado, Instituto Estudios Riojanos, Calvo Sotelo, 15. LOGROÑO. Entregado el 22-II-1989. Aprobado el 23-II-1989.

1. Para la elaboración de este trabajo los autores contaron con una ayuda de la Consejería de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de La Rioja. En el análisis de las muestras de suelos resultó fundamental la colaboración del Laboratorio de Análisis de la citada Comunidad Autónoma.

*easy-percolable soils of terraces, while sloping fields are controlled by rill-wash processes. The steepness of the slope is in both cases an hydromorphological acceleration factor.*

*Palabras clave:* Geomorfología, campos abandonados, valle del Jubera, Sistema Ibérico.

*Key works:* Geomorphology, abandoned fields, Jubera Valley, Iberian System.

## INTRODUCCION

La evolución reciente de la agricultura de montaña se caracteriza en nuestro país por una notable contracción del espacio cultivado. La pérdida demográfica —que afecta más intensamente a las montañas de la mitad norte de España y, más aún, a las de carácter submediterráneo— junto a un uso más intensivo de los espacios más aptos para el cultivo han forzado a un abandono casi general de las llamadas tierras marginales (GARCIA-RUIZ, 1988; GARCIA-RUIZ, LASANTA, 1989). Extensas laderas ocupadas por parcelas en condiciones precarias se han dejado de utilizar y entran en una nueva dinámica en la que los procesos de colonización vegetal y de evolución de vertientes pasan a ser dominantes. La vegetación se instala en esas laderas abandonadas siguiendo una estrategia compleja que se halla en relación con los condicionantes físicos básicos y con la utilización histórica y actual de la parcela (GARCIA-RUIZ, LASANTA y SOBRON, 1985); esa colonización tiene lugar en etapas seriales, algunas de las cuales pueden ser muy prolongadas en el tiempo si el suelo se encuentra relativamente alterado. La bibliografía existente sobre este tema es muy amplia, pero pueden señalarse los trabajos de PEREZ-CHACON y VABRE (1987 y 1988) y VABRE (1986) para los Pirineos franceses y los de LLORENTE y LUENGO (1986) y PUERTO (1986) para los relieves del occidente castellano-leonés. En esos ambientes, la evolución de laderas se inscribe dentro de un nuevo modelo de funcionamiento hidrológico como consecuencia de la desaparición del control antrópico sobre la escorrentía, de la inexistencia de laboreo en el suelo y del papel que desempeña la vegetación en sus fases iniciales de colonización.

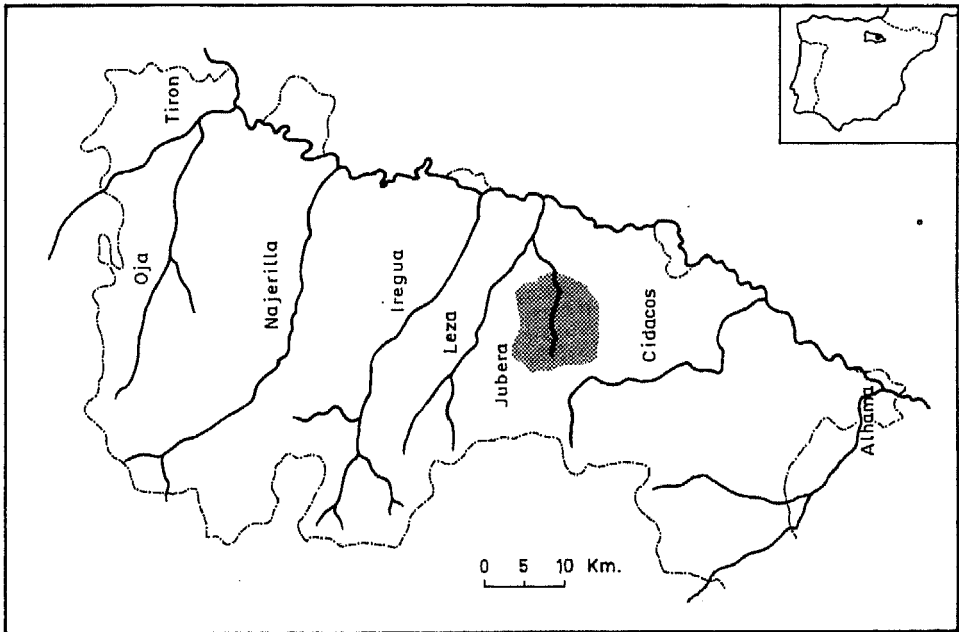
Una vez más es muy importante tener en cuenta la heterogeneidad de las regiones montañosas y la discriminación con la que el hombre transforma el espacio. La consecuencia es la construcción de un mosaico en el que el potencial productivo del territorio y las diferentes fases de presión demográfica explican gran parte de la complejidad con que se nos muestra el paisaje. En el caso que nos ocupa hallamos distintos modelos de campos, la mayor parte ya abandonados, con características morfológicas e históricas muy diferentes. Algunos cuentan con suelo profundo y sistemas de drenaje para la evacuación de las escorrentías superficiales y subsuperficiales; pero otros tienen un suelo esquelético, convertido en un auténtico pedregal, y no poseen sistemas de protección. En consecuencia, la evolución geomorfológica de estos campos presenta una gran diversidad, pues en sus fases iniciales y de detalle los procesos se hallan muy relacionados con los rasgos físico-químicos del suelo y con otra serie de hechos derivados de los usos del suelo. Se trata, pues, de interpretar —siquiera sea de forma parcial— la evolución geomorfológica de vertientes muy alteradas por la acción del hombre. Conocidos los usos que han sufrido unas laderas determinadas, veamos qué sucede en ellas cuando pierden su utilización agrícola y cambia el modelo de explotación.

El estudio se ha centrado en una cuenca del Sistema Ibérico riojano, como modelo de montaña muy poblada antiguamente y hoy casi abandonada, con notable variedad de situaciones en cuanto a campos de cultivo y, por tanto, con elevadas posibilidades de ofrecer una amplia gama de situaciones geomorfológicas. Creemos que muchos de los procesos dominantes en esta cuenca son extrapolables a otras regiones, tanto por la bibliografía consultada como por observaciones directas realizadas en el Pirineo central o en otros puntos del Sistema Ibérico.

## 1. EL AREA DE ESTUDIO

El río Jubera drena una cuenca de 183 km.<sup>2</sup>, de los que 110 corresponden al tramo montañoso dentro del Sistema Ibérico Riojano, y el resto a la Depresión del Ebro (ver mapa de localización); es el primero al que nos referiremos en el presente trabajo. Es afluente del río Leza, que discurre inmediatamente al Oeste y juntos forman el espacio conocido como Cameros Viejo (CALVO PALACIOS, 1977). Culmina a 1.485 m. de altitud, en la divisoria meridional de la cuenca, con predominio de las clases altitudinales situadas entre 800 y 1.200 m. y escasa representación del relieve por encima de 1.300 m. y por debajo de 800 m.

Fig. 1 : AREA DE ESTUDIO



El tramo montañoso se instala básicamente en la facies Weald de tipo continental (TISCHER, 1966). Predomina la alternancia de estratos de areniscas y de arcilla de potencia y resistencia muy variables. Hacia el norte aparece una estrecha banda de materiales jurásicos y triásicos (calizas y areniscas) de facies marina. Al nordeste de la cuenca, una parte del Weald se halla recubierto por los conglomerados de Cabimonteros, correspondientes a sedimentos terciarios del borde de la Depresión del Ebro (RIBA, 1964; GONZALO, 1981). El relieve aparece dominado por un amplio sinclinal con dirección WNW-ESE que ha derivado en un relieve en cuesta muy elemental, a veces con grandes frentes de cuesta y chevrans asociados a los reversos. La red fluvial afluente del Jubera aprovecha los afloramientos de arcillas para instalarse de forma subsecuente.

Por su situación y características altitudinales, la cuenca del Jubera posee un clima de montaña submediterránea, al abrigo de influencias oceánicas y con ciertos rasgos de continentalidad. La estación próxima de Soto de Cameros, en el valle del Leza recoge 622 mm. de precipitación al año, con máxima concentración en primavera y otoño. La mayoría

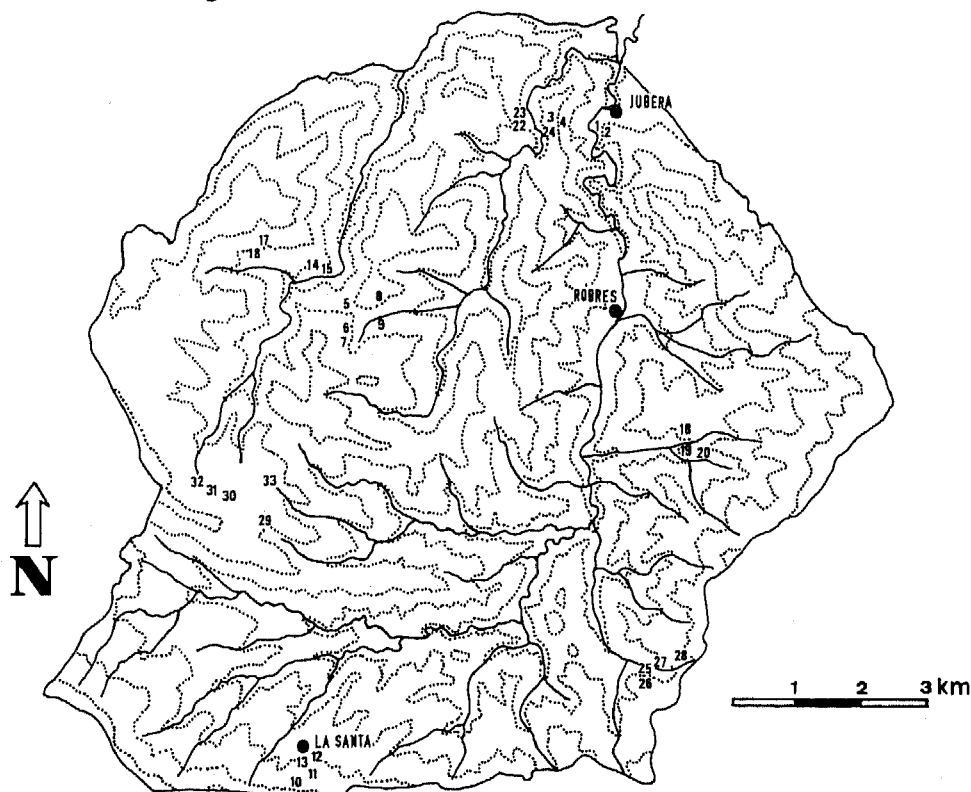
de las laderas estuvieron cubiertas por bosques del *Quercion pyrenaicae*, de los que quedan escasos restos dispersos, con pequeños hayedos (*Luzulo-Fagion*) en cabeceras de barrancos elevados. Hacia la parte baja el rebollo se vería sustituido por formaciones de *Quercus rotundifolia* y *Q. faginea*, sin apenas representación actual.

Dentro del tramo montañoso de la cuenca del Jubera existieron 17 núcleos de población, que en 1900 sumaban 1.574 habitantes; en 1981 la población de los 8 núcleos aún poblados alcanzaba la cifra de 118 habitantes. Tradicionalmente la explotación del territorio se ha basado en un sistema mixto agropecuario que en su momento de máxima actividad llegó a sostener a más de 40.000 ovejas y 14.400 cabras. Por esta razón las laderas se han visto sometidas a un intenso proceso de deforestación y, en parte, han sido transformadas en áreas de cultivo. La disminución demográfica obliga, por un lado, al abandono generalizado de las prácticas agrícolas y a una acusada sustitución del ganado menor por el vacuno, explotado éste en un régimen muy extensivo. Se trata, pues, de un espacio que ha pasado de estar muy intensa y variadamente explotado, a otro en el que la presión antrópica se ha relajado sensiblemente y se dirige sólo a la obtención de carne.

## 2. METODOS

A partir de la fotografía aérea y con apoyo en trabajo de campo se elaboró la cartografía de los modelos de campos a escala 1:50.000 y se valoró la superficie ocupada por cada uno

Fig. 2 LOCALIZACION DE LAS UNIDADES MUESTREADAS



de ellos. Posteriormente se seleccionaron 33 áreas de cultivos abandonados, de manera que estuvieran bien representados los modelos de campos diferenciados (ver Fig. 2). En cada una de tales zonas se anotaron características tales como la pendiente de la ladera y de la parcela, la altura del bancale, el porcentaje de pedregosidad superficial y el porcentaje de cubrimiento vegetal; se tomó una muestra de suelo en cada área estudiada y se analizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Comunidad Autónoma de La Rioja (granulometrías, pH, capacidad de cambio, relación C/N...). Con los datos disponibles se elaboró una matriz de correlación para fijar la relación existente entre las distintas variables seleccionadas y posteriormente una correlación lineal múltiple paso a paso para determinar aquellos factores que varían de forma paralela respecto a dos variables independientes significativas de la evolución de vertientes. Asimismo, se estableció un sistema sencillo para evaluar la densidad de caídas en los saltos de los banales: en una distancia de salto de 100 m. se midieron los segmentos afectados por desprendimientos. Finalmente, con las diferentes variables de cada área seleccionada (incluyendo los análisis fisicoquímicos del suelo), se efectuó un Análisis de Componentes Principales (PCA).

### 3. LA DIVERSIDAD DE CAMPOS ABANDONADOS

En la cuenca del Jubera la distribución, tamaño y evolución de los campos se hallan muy relacionados con la topografía y la geomorfología. En cambio, a diferencia de otras montañas, la altitud no se comporta como factor especialmente limitante pues los cultivos de cereales podían desarrollarse, aunque con dificultades, en áreas situadas a más de 1.400 m.s.n.m. En un principio se pusieron en cultivo las zonas más favorables, con topografía de suave pendiente (divisorias, rellanos colgados, fondos de valle, valles en cuna), pero a medida que la presión demográfica aumentaba se hizo necesario ampliar más el espacio cultivado; así, se fueron ocupando laderas cada vez más pendientes y con peores condiciones edáficas (pequeñas concavidades, cabeceras de barrancos no funcionales, laderas rectas). Conviene consultar a este respecto el estudio de LASANTA (1988) para el Pirineo aragonés.

La caracterización de los campos de cultivo permite distinguir, de forma esquemática, tres modelos siguiendo criterios de calidad y profundidad del suelo, pendiente de la parcela e intensidad de cuidados aportados por el agricultor. Tales modelos —con influencia en la evolución posterior de las laderas cultivadas— son los siguientes (ver también GARCIA-RUIZ, LASANTA y SOBRON, 1985, y GARCIA-RUIZ, 1988):

- a) Bancales con salto de piedra y rellano prácticamente plano. Suelen situarse en las proximidades de los núcleos de población, aunque en ocasiones pueden aparecer alejados si existen pequeños rellanos aptos para un cultivo permanente. En otras regiones se ha comprobado que la frecuencia de las áreas abancaladas decrece con la distancia desde el pueblo y así a partir de una distancia sólo se aterrazan áreas particularmente favorables (ver RON, 1966 y LASANTA, 1988). Sus dimensiones son muy variadas aunque sólo excepcionalmente las parcelas se aproximan a una hectárea. Este modelo de campos es el más cuidado; el salto del bancale está protegido generalmente por un muro de piedras que reduce las pérdidas de suelo y éste se halla enriquecido por una tradicional adición de abono orgánico. La altura del muro puede llegar a superar los 2 m., con una muy importante acumulación artificial de suelo, traído desde las laderas y cauces próximos, como ha señalado FENELON (1956). Pueden aparecer sobre laderas muy pendientes, en cuyo caso sus dimensiones superficiales son muy reducidas, aunque los mejores ejemplos se hallan en suaves valles con suelo profundo (Santa Marina). Habitualmente después del abandono han soportado un pastoreo intensivo con ganado vacuno, lo que ha frenado la invasión del matorral y ha favorecido su cubrimiento con una densa cubierta herbácea.

TABLA 1. CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES DE CULTIVO MUESTREADAS

UNIDAD N°	Orientación	Pendiente General	Pendiente parcela	Altura banca	Distancia entre bancalés	Pedregosidad %*	Cubierta vegetal %	Matorral %	Herbáceo %	Densidad de desprend. %
1 (RIO JUBERA)	240	19	10,0	2,4 m.	18,0 m.	80	70	60	10	15
2 (RIO JUBERA)	240	22	19,0	1,25 m.	13,0 m.	95	70	50	20	30
3 (CAB. BARRAN)	80	30	15,0	4,5 m.	5,0 m.	90	60	25	35	80
4 (CAB. BARRAN)	80	17	3,5	2,5 m.	6,0 m.	40	80	50	30	22
5 (COLLADO)	12	12	12,0	2,5 m.	35,0 m.	15	90	85	60	19
6 (COLLADO)	90	1	7,0	2,0 m.	12,0 m.	5	95	5	90	12
7 (COLLADO)	80	2	15,0	1,5 m.	21,0 m.	15	90	15	75	25
8 (COLLADO)	165	28,5	3,0	4,5 m.	4,0 m.	5	85	10	80	20
9 (COLLADO)	35	17	13,0	4,5 m.	12,0 m.	10	95	90	20	5
10 (LASANTA)	20	23	12,0	1,2 m.	4,5 m.	20	80	10	70	15
11 (LASANTA)	10	16	2,5	2,0 m.	6,0 m.	5	100	25	75	24
12 (LASANTA)	65	6	0,0	0,9 m.	10,0 m.	0	100	10	95	5
13 (LASANTA)	90	15	10,0	1,3 m.	7,5 m.	30	10	10	70	6
14 (BUCESTA)	150	21	1,0	2,0 m.	6,0 m.	10	90	15	90	16
15 (BUCESTA)	23	9	8,0	1,6 m.	17,0 m.	5	95	3	92	26
16 (BUCESTA)	110	8	6,0	1,6 m.	20,0 m.	0	100	5	95	14
17 (BUCESTA)	170	15	2,0	3,5 m.	12,0 m.	10	90	65	30	32
18 (VALTRUIJAL)	130	18	9,0	2,2 m.	7,5 m.	10	95	20	90	24
19 (VALTRUIJAL)	130	7	1,0	0,6 m.	9,0 m.	5	100	0	100	50
20 (VALTRUIJAL)	190	12	2,5	1,65 m.	10,5 m.	5	95	0	95	26
21 (S. MARTIN)	0	34	33,0	1,2 m.	13,0 m.	80	50	30	30	100
22 (S. MARTIN)	60	28	1,5	4,0 m.	6,0 m.	10	95	20	75	15
23 (S. MARTIN)	70	13	9,0	3,0 m.	17,0 m.	5	95	20	80	15
24 (S. MARTIN)	240	21	18,0	2,0 m.	16,0 m.	95	60	50	20	25
25 (C. ARNED)	20	14	5,0	2,0 m.	9,0 m.	15	80	30	65	0
26 (C. ARNED)	20	11	9,0	1,7 m.	17,0 m.	0	90	5	90	10
27 (C. ARNED)	270	11	8,0	1,2 m.	43,0 m.	65	80	80	50	0
28 (C. ARNED)	280	6	4,0	1,9 m.	22,5 m.	10	95	30	90	30
29 (Sta. MARINA)	185	9	6,0	1,5 m.	21,0 m.	5	95	0	95	0
30 (Sta. MARINA)	310	5	1,0	1,3 m.	21,0 m.	5	95	5	90	9
31 (Sta. MARINA)	60	10	8,0	1,6 m.	30,0 m.	20	90	80	60	1
32 (Sta. MARINA)	130	13	2,0	2,5 m.	11,0 m.	5	90	3	90	16

- b) Bancales inclinados. Tienden a situarse algo más lejos del pueblo que los anteriores, con pendientes mayores y su conservación entrañaba más aporte de trabajo. El rellano puede no existir o presentarse sólo en la parte inferior de cada parcela. El salto puede ser simplemente de tierra o parcialmente de piedras; raras veces está bien construido en su totalidad con piedras. Recibían menos abono orgánico y hoy soportan un pastoreo ocasional. Se hallan generalmente colonizados por matorral, a veces de forma muy densa.
- c) Campos de cultivo esporádico, de los que apenas quedan hoy huellas de sus límites. Su puesta en cultivo coincide con los momentos de máxima presión demográfica, en los que el hombre se vió obligado a ocupar laderas marginales, con suelos esqueléticos, muy pedregosos y con fuertes pendientes. Son de pequeñas dimensiones y sólo en raras ocasiones cuentan con un leve salto que trata de retener el suelo; la pendiente de la parcela es casi la misma que la general de la vertiente. A simple vista dan la impresión de mayor provisionalidad; no constituyen estructuras concebidas por el hombre como algo permanente. Se hallan colonizados parcialmente por el matorral, unas veces por las dificultades que presenta la propia parcela (pedregosidad, erosión) y otras por incendios provocados.

Los campos pertenecientes al primer y segundo modelo tienden a aparecer en áreas cóncavas, donde es posible una mayor acumulación de suelo y donde se da una notable concentración hídrica; es el caso de los valles rellenos al pie de los frentes de cuesta (microdepresiones subsecuentes), rellanos colgados y pequeñas líneas de drenaje en los frentes. El tercer modelo suele instalarse en reversos de cuesta y en cabeceras muy pendientes de barrancos.

La tabla nº 2 demuestra la importancia relativa de cada modelo de campos. En total y añadiendo las parcelas que son hoy potencialmente cultivables, puede considerarse que al menos un 34% de la cuenca del Jubera ha sido cultivada en algún momento. Asimismo, se comprueba que los campos peores se localizan en una altitud media superior a la de los campos abancalados de mejor calidad.

**TABLA 2.**

	Bancales llanos	Bancales inclinados	Campos en pendiente
% respecto a la superficie total	5.1	11.7	13.8
Altitud media (m)	1.026	1.076	1.097

#### 4. LA EVOLUCION GEOMORFOLOGICA DE LOS CAMPOS ABANDONADOS

En la actualidad se conocen bien los mecanismos generales de la circulación hídrica en las vertientes y de sus efectos geomorfológicos, aunque todavía existe información limitada sobre algunos problemas concretos. Todo parece indicar que antes de la alteración del paisaje llevada a cabo por el hombre, en la cuenca del Jubera no había importantes problemas erosivos. Los frentes de cuesta que hoy aparecen prácticamente al desnudo debían estar recubiertos por un rebollar (*Quercus pyrenaica*), con evacuación lenta de materiales. El paisaje actual de esos frentes da idea de haber soportado una erosión muy reciente, de origen antrópico: los entrantes provocados por los barrancos no son muy numerosos ni profundos; incluso las áreas arcillosas localizadas al sur de Robres del Castillo presentan una topografía

de evolución subactual. En la mayor parte del territorio lo que falta es suelo pero no hay un proceso de abarrancamiento profundo, que aluda a procesos preantrópicos; esa pérdida de suelo, que apenas profundiza en el sustrado y que ha consistido en un fenómeno de rigolización, acarcavamiento y lavado superficial de finos, sólo puede vincularse a la actividad del hombre.

La deforestación, las prácticas agrícolas y el pastoreo son evidentemente responsables de la actual situación de deterioro del paisaje. Sin embargo, algunos de los efectos más negativos de la eliminación de la cubierta forestal quedan aparentemente amortiguados en los mejores campos de cultivo, por las siguientes razones:

- a) La construcción de bancales interrumpe la continuidad de la pendiente en las laderas, creando una serie de terrazas que favorecen la infiltración del agua en el rellano y disminuyen la velocidad de la escorrentía superficial, cuando existe. Así, aunque la cubierta forestal haya sido eliminada, se crean sistemas que tratan de sustituir a los mecanismos naturales. Por supuesto, los problemas se acentúan conforme las estructuras que protegen a los bancales son más débiles o conforme la pendiente general de la ladera o de las propias parcelas se acentúa.
- b) Las parcelas cultivadas soportan diversas labores a lo largo del año, en parte tendentes a facilitar la infiltración.
- c) Con el fin de evitar los peligros de la escorrentía superficial, el agricultor creaba sistemas artificiales de drenaje. A pesar del laboreo y a pesar de la existencia de bancales, en periodos de precipitación intensa era difícil evitar la concentración de la escorrentía, sobre todo teniendo en cuenta la preferencia de los campos por áreas cóncavas, concentradoras de la humedad. Lo normal era construir pequeñas zanjas oblicuas o transversales, dirigidas hacia un canal longitudinal; más excepcionalmente se trazaban canales subcorticales que eran rellenos de piedras para facilitar el drenaje en profundidad y evitar así la aparición de áreas saturadas en superficie.

Mediante estos sistemas, algunos campos han llegado hasta nosotros en condiciones óptimas a pesar de estar situados en laderas. En otros casos, sin embargo, la pérdida de suelo ha sido evidente, especialmente en los campos peor cultivados y más alejados, manifestando hoy una reacia tendencia a progresar hacia estadios complejos de colonización vegetal. Ha sido en las áreas de colonización más intensa donde el hombre se ha comportado como un factor controlador, de manera que ha habido una marcada discriminación entre los sectores más productivos y los de aprovechamiento ocasional, con una progresiva transición entre ambos extremos.

El abandono de muchas áreas antiguamente cultivadas supone un nuevo cambio en la dinámica de vertientes. En términos generales, las laderas abandonadas recuperan en parte su funcionamiento hidrológico original, pero con unas condiciones de partida radicalmente distintas. Los campos dejan de labrarse y la escorrentía fluye libremente conforme los antiguos sistemas de drenaje se deterioran progresivamente. Conviene tener presente que:

- a) La vegetación natural vuelve a instalarse en los campos abandonados en forma lenta, a veces sin proteger todo el suelo.
- b) En buena parte de los casos el suelo ha degenerado su estructura y carece de un horizonte húmico protector. Salvo en el caso de los campos abancalados, son suelos poco desarrollados, con predominio de la fracción arenosa (entre 50 y 80% del total). Poseen un complejo de cambio prácticamente desaturado, generando ambientes oligotróficos, y son muy pobres en materia orgánica. En su perfil muestran un desarrollo del tipo Ap-Bs-C, constituyendo Xerochrepts cálcicos o Typic Xerochrepts en los ámbitos cálcicos y Xerochrepts ácidos o Entic Xerothents en los silíceos.

Es evidente, pues, que no se produce de forma inmediata un regreso a condiciones naturales semejantes a las originales. Existe una dicotomía entre procesos destructores y procesos conservadores que se manifiesta en erosión y colonización vegetal respectivamente,



y cuyo resultado depende de las características topográficas y edáficas, así como del uso que el hombre ha hecho del espacio. Tales características se hallan implícitas en los diferentes modelos de campos, que a su vez pueden discriminarse esquemáticamente en función de la pendiente de la parcela.

#### 4.1. Problemas de evolución hidromorfológica en campos abancalados

En todas las unidades de campos abandonados estudiadas en la cuenca del Jubera son patentes las consecuencias positivas del aterrazamiento: en las zonas con bancales bien estructurados la ausencia de rigolas –y más aún de cárcavas– es general; ni siquiera ha sido capaz de instalarse una red incipiente de drenaje. Y es que no en vano este modelo de campos está concebido para favorecer la infiltración en áreas de precipitaciones escasas y/o torrenciales, que constituyen un factor limitante para la productividad o un factor desencadenante de intensivos procesos erosivos. De ahí su adaptación a las laderas de la zona mediterránea más que a las de otros tipos de climas.

Ahora bien, si es verdad que se evita con los bancales el arrastre superficial del suelo, no es menos cierto que favorece el desarrollo de otros procesos de gran importancia y, a veces, de notable espectacularidad. La infiltración del agua de lluvia, sobre todo durante periodos prolongados de precipitaciones, transforma algunas propiedades físicas del suelo y, por lo tanto, su comportamiento mecánico. A medida que avanza la precipitación, penetra más agua en el suelo, rellenando los espacios vacíos y eliminando la atracción entre las partículas; el suelo pierde coherencia y aumenta de peso, creando condiciones favorables al desencadenamiento de diversos tipos de movimientos en masa. Pequeños paquetes de suelo se desploman siguiendo planos rotacionales y desmantelando la antigua estructura de bancales. En perfil longitudinal presentan la forma típica de deslizamientos rotacionales, con fuerte pendiente en el tramo superior y manifiesta concavidad. Vistos de frente muestran un aspecto de embudo, más ancho en su parte superior. Las dimensiones son muy variadas, pudiendo penetrar hasta un metro en el interior del bancal, con una anchura de hasta 3 ó 4 m.; no obstante, en un estadio inicial, el modelo típico no suele rebasar 1 m. de anchura. Al pie se forma un lóbulo, a veces bastante deformado por la acción de las aguas de escorrentía sobre un material muy poco consolidado tras el desprendimiento (ver también ARNAEZ y PEREZ CHACON, 1986). Tres factores contribuyen a incentivar este proceso:

- Entre los bancales existe un salto más o menos importante, con caída vertical de uno a otro. Esta topografía genera una cierta inestabilidad inicial, ligada, por un lado, al efecto gravitatorio del propio salto y, por otro, al gradiente hidráulico que se genera en los momentos de precipitación.
- Los bancales acumulan un gran espesor de suelo, especialmente en su borde externo. Esta potencia edáfica favorece la retención de un volumen de agua superior al que soportarían laderas sin abancalar, lo que acentúa la tendencia al desplome masivo.
- Finalmente, muchos bancales aparecen ocupando concavidades alargadas, donde se concentra y retiene el agua de forma natural. De esta manera el suelo cuenta ya antes de la precipitación con un contenido en agua superior al esperable; de ahí que puedan alcanzarse pronto las condiciones de saturación que preceden o acompañan a los movimientos en masa.

Este problema ha existido desde que el hombre alteró la forma inicial de la vertiente y, con ella, el funcionamiento hidrológico de la misma. No es, por lo tanto, un proceso que pueda atribuirse al abandono de los antiguos campos cultivados. Sin embargo, las consecuencias y evolución actuales de esos mecanismos sí deben explicarse por la reciente regresión demográfica. Mientras los campos abancalados eran cultivados, la saturación del suelo se trataba de evitar mediante los ya aludidos sistemas de drenaje superficial y subcortical,

gracias a los cuales el agua que circula en el interior del suelo se concentra en unos canales artificiales por los que es evacuada.

Por otra parte, los bancales estaban sometidos a un gran cuidado por parte del hombre. Cuando se producía un desprendimiento, se procedía a su rápida recuperación; la tierra caída en la parcela inferior era de nuevo incorporada a la cicatriz de arranque y se tapaba con piedras. En ocasiones, cuando el arrastre de suelo adquiría proporciones considerables, pudiendo llegar a dificultar el posterior cultivo de la parcela, se traía tierra de laderas próximas para borrar las cicatrices originadas por las aguas de escorrentía. En los bancales más alejados, los cuidados y reparaciones eran esporádicos, menos inmediatos y, en todo caso, con un menor aporte de trabajo. Un fenómeno similar ha sido señalado en la Cabrera leonesa por CABERO (1979).

**TABLA 3. MATRIZ DE CORRELACION ENTRE LAS DISTINTAS VARIABLES CUANTIFICADAS EN CAMPOS ABANDONADOS (r)**

	1	2	3	4	5	6	7
Pendiente General (1)	—	.515*	.486*	.850*	-.737*	.131	.806*
Pendiente Parcela (2)		—	.024	.542*	-.656*	.242	.635*
Altura Bancal (3)			—	.370	-.134	.283	.233
Pedregosidad (4)				—	-.857*	.291	.645*
% Cubierta Vegetal (5)					—	.244	-.682*
% Matorral (6)						—	-.070
Densidad de Caídas (7)							—

\* Nivel de significación 0.01

Una vez evaluada la densidad de desprendimientos (ver apartado de Métodos) elaboramos una matriz de correlación que se incluye en la tabla 3. En ella puede apreciarse que la pendiente general de la ladera y la cubierta vegetal (ésta con signo negativo) son los factores más relacionados con la densidad de caídas. En el primer caso la vinculación parece evidente por la mayor inestabilidad que introduce la fuerza de gravedad; téngase en cuenta además que cuanto mayor es la pendiente, mayor es la altura del salto del bancal, con lo que también aumenta el volumen de suelo acumulado y su tendencia a la caída. La correlación obtenida entre vegetación y densidad de caídas puede inducir a pensar en el papel de freno de aquélla respecto a los movimientos en masa; creemos, sin embargo, que esa influencia es aparente y, en todo caso, indirecta, pues el mayor porcentaje de cubierta vegetal se da en los campos muy pastados de las proximidades de los antiguos núcleos de población, en las parcelas mejores y más cuidadas, incluso con muros de piedra, y, por lo tanto, más difíciles de desplomarse a corto plazo; más bien la vegetación es una indicadora de la calidad de la parcela, verdadero factor de control de la dinámica geomorfológica de los bancales tras su abandono.

La tabla n.º 4 incluye los coeficientes de correlación lineal múltiple paso a paso. Se observa claramente que dos factores juntos (la pendiente de la ladera y de la parcela) influyen paralelamente, explicando ambos el 77% de la variabilidad de las caídas. En este caso se añade la pendiente de la parcela, lo que demuestra el papel determinante de la tipología y calidad de los bancales. Las parcelas que a pesar del abancalamiento muestran una ligera pendiente pertenecen, sin duda, a una categoría más mediocre y por ello cuentan con estructuras más inestables (muros de tierra, por ejemplo), que inducen a un mayor número de caídas.

**TABLA 4. COEFICIENTES DE CORRELACION LINEAL MULTIPLE PASO A PASO**

(La operación se ha realizado con todas las variables de la tabla 3).

Variable dependiente	Predictores	Varianza explicada (r <sup>2</sup> )
Densidad de caídas	Pendiente general de la ladera**	.772
	Pendiente de la parcela*	
Pedregosidad	Pendiente general de la ladera**	.840
	Cubierta vegetal**	

\* Nivel de significación 0.05

\*\* Nivel de significación 0.01

Otros fenómenos tienen lugar también en los bancales, aunque son menos espectaculares y representan una menor pérdida neta de suelo. Entre ellos cabe citar la presencia de movimientos en masa lentos en el salto, en forma de reptación, con tendencia a regularizar el cambio brusco de pendiente entre bancales. Se forman en bancales cuyo salto es inferior a 1.30 m., pues de lo contrario tienden a originarse desprendimientos con cicatriz. Se localizan preferentemente en la parte central de concavidades topográficas, nunca en los laterales debido a la presencia necesaria de humedad. Muy localmente pueden hallarse fenómenos de piping, favorecidos por el salto del bancal (gradiente hidráulico) que permite la salida del agua al exterior; es probable, aunque no lo hemos podido confirmar, que este proceso se vea animado por la presencia de un plano de contacto entre un horizonte cultural Ap en superficie y un Bs infrayacente más compacto y menos permeable, como se ha constatado en otros ambientes próximos (LASANTA, 1985; GARCIA-RUIZ, *et al.*, 1986). La influencia del abandono de cultivos en este tipo de proceso ha sido también puesta de relieve por LOPEZ BERMUDEZ y TORCAL (1986).

De todas formas, aunque no se manifieste al exterior, la escorrentía subcortical tiene importancia en casi todas las unidades estudiadas. El flujo hídrico que escurre —una vez infiltrado— por entre la pared pedregosa del salto del bancal arrastra pequeñas cantidades de materiales finos que se acumulan al pie del muro. Se forman así minúsculos taludes que pueden adquirir forma parecida a conos de deyección.

#### 4.2. La erosión en campos abandonados en pendiente.

A diferencia de lo que sucede en los bancales, la infiltración es en estos campos mucho menor y varios factores favorecen el desarrollo de la escorrentía superficial y el arrastre de partículas, entre ellos la pendiente y el hecho de que una parte del suelo se ha erosionado por las propias condiciones de la explotación. De todas formas conviene precisar dos cuestiones:

- Sólo en los lugares muy deteriorados y cultivados en pésimas condiciones la colonización vegetal se mantiene en una fase muy incipiente, con un matorral abierto heliófilo poco protector. En esa situación se encuentran también las laderas no cultivadas pero sometidas a pastoreo frecuente o que han sido utilizadas como fuente de suelo para la construcción de banales estables. En muchas otras laderas, sin embargo, las parcelas aparecen bien recubiertas por jarales de la alianza *Cistion laurifolii* que frenan el impacto de las gotas de lluvia y el arrastre superficial de partículas, a la vez que dispersan los hilillos de agua y evitan la incisión lineal. Esto no quiere decir que no haya pérdidas de suelo; las hay pero aparentemente no revisten caracteres espectaculares.
- Los suelos, decapitados, muestran sin embargo una elevada proporción de arenas, lo que permite el mantenimiento de ciertas condiciones favorables de infiltración, fundamentalmente limitadas por su escaso espesor. Por otra parte, dicha composición textural facilita su desmantelamiento por el impacto de las gotas de lluvia y el arroyamiento difuso; son, pues, suelos poco dados a favorecer la incisión y propensos al arrastre de partículas individuales (LASANTA y ORTIGOSA, 1984).

Capacidad de recolonización vegetal y carácter franco-arenoso de los suelos justifican la ausencia de huellas de grandes abarrancamientos en zonas intervenidas por el hombre. Las laderas han perdido una parte o la totalidad de la capa edáfica pero lo han hecho de forma casi homogénea, sin grandes incisiones. En lugar de haber dominado, históricamente y en la actualidad, los mecanismos de concentración de la escorrentía superficial y la incisión de líneas de drenaje en las laderas, han cobrado mayor importancia los procesos de arroyamiento difuso. Este último es, como se sabe, un mecanismo de erosión y transporte muy selectivo, pues sólo es capaz de arrancar las partículas más finas del suelo; además es selectivo porque requiere una cierta pendiente para que aumente la velocidad de los hilillos de agua. Por eso en los campos sometidos a este proceso las partes más altas, más pendientes, y los sectores convexos se comportan como áreas exportadoras de materiales, mientras las partes más bajas, generalmente algo cóncavas, reciben aporte de la parte superior.

La consecuencia del arroyamiento difuso es un notable aumento de la pedregosidad superficial. En situaciones extremas se forma todo un enlosado de piedras de tamaño heterométrico, por el que se pierden los hilillos de agua. Ese aumento de pedregosidad disipa la energía de los flujos y tiende a desorganizar más aún el drenaje, bloqueando la concentración hídrica superficial mediante un proceso que se autocontrola.

En la importancia de la pedregosidad ejerce una gran influencia la pendiente de la ladera, como lo demuestra la elevada correlación obtenida entre ambas variables en las unidades muestreadas ( $r=.850$ ). Una correlación algo inferior pero también significativa (ver tabla 3) se obtuvo con la pendiente de la parcela ( $r=.542$ ) y, por supuesto, muy alta y negativa con la densidad de la cubierta vegetal ( $r=-.857$ ). Dos de estas tres variables son las que precisamente aportan una varianza explicada elevada respecto a la pedregosidad en la correlación múltiple paso a paso (tabla 4). Estos resultados indican la intensidad del lavado de finos por arroyamiento difuso cuanto mayor es la pendiente y menor es la cubierta vegetal, factores ambos que asociados aportan una mayor energía en la escorrentía superficial. Es evidente que estos problemas estaban ya en plena vigencia en los momentos de actividad agrícola, de manera que la situación actual de pedregosidad y escasez de suelo es una prolongación de aquélla. Debe tenerse en cuenta además que los procesos de recolonización vegetal, que tanto influyen en la actividad geomorfológica de la parcela, se hallan directamente relacionados con el estado en que quedó esta última en el momento del abandono.

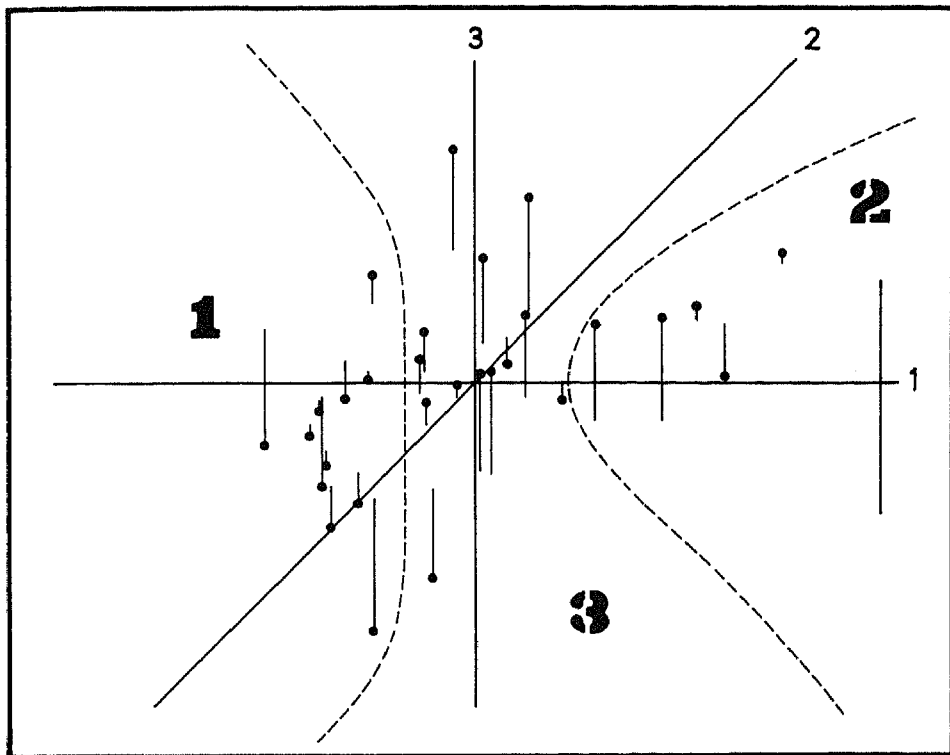


Fig. 3 : Localización de las unidades muestreadas según los tres primeros ejes del PCA.

## 5. DISCUSION

Por medio de un P.C.A. (Análisis factorial de componentes principales), que comprende las variables físicas de cada parcela y los resultados de los análisis físico-químicos de los suelos (19 variables en total) se pone de manifiesto la existencia de una primera componente, responsable del 35% de la varianza, que explica la dicotomía entre procesos típicos en bancales bien conservados y en campos inclinados. Este primer eje se define por un peso positivo de las variables con respecto a los procesos de escorrentía superficial, pendiente de la parcela, porcentaje de pedregosidad, porcentaje de arenas, presencia de matorrales; en el lado negativo se sitúan las variables consideradas como características de los campos abandonados, más estables y mejor conservados: densa cubierta herbácea y elevados porcentajes de limos y arcillas.

A partir de la figura 3 pueden separarse diferentes modelos de campos:

1. Aquéllos que muestran una gran estabilidad (grupo 1), apenas con procesos destructivos en los bordes de las terrazas mejor conservadas, con escasa pendiente, bien pastados y colonizados por un prado denso.
2. Aquellos campos con predominio de la escorrentía superficial y arrastre difuso de materiales finos sobre parcelas pendientes y con una colonización vegetal menos avanzada (grupo 2).
3. Por último, aquellas otras parcelas en las que, con independencia de la cubierta vegetal, se encuentran en posición inestable en función de la pendiente general de la ladera (grupo 3), lo que origina una propensión a la formación de desprendimientos. Suelen coincidir con bancales pequeños, con salto importante, generalmente con buena cubierta herbácea, pero con numerosos desprendimientos que originan una notable degradación paisajística y productiva. En cierto modo se pueden considerar como un grupo poco definido entre el 1 y el 2.

Los ejes  $P_c2$  y  $P_c3$  (que explican respectivamente el 18% y el 13% de la varianza) están menos ligados a la evolución geomorfológica de las parcelas, aunque justifican características tales como la oposición entre suelos arenosos y limoarcillosos y entre las parcelas cubiertas de matorrales y los suelos ricos en materia orgánica, mejor estructurados.

Las páginas precedentes confirman que el abandono demográfico de la montaña y la consiguiente contracción del espacio cultivado dan lugar a una nueva dinámica de vertientes en la que se reanudan algunas de las funciones originales en un espacio intensamente alterado. El abandono de los sistemas de drenaje y de cuidado de los campos, así como la desaparición del laboreo, crean condiciones favorables al arrastre y desplome de suelos, contrarrestado por las sucesivas fases de colonización vegetal. Allí donde se ha conservado parcialmente el suelo, sobre todo en vertientes abancaladas, encontramos un estrato herbáceo o un matorral muy denso que frenan la escorrentía superficial y favorecen la infiltración, ya de por sí incentivada por el sistema de terrazas. Donde dominan los litosuelos muy pedregosos, especialmente en laderas cultivadas sin estructuras abancaladas, la infiltración se encuentra muy bloqueada y un matorral muy aclarado es incapaz de regular los excedentes de la ladera y de frenar el efecto de la escorrentía superficial.

Por eso mismo distinguimos dos tipos de procesos dominantes en los campos abandonados, los movimientos en masa que afectan a los bancales más o menos planos, y el arroyamiento difuso en los campos en pendiente. Los primeros contribuyen a desestabilizar las vertientes por medio de desplomes masivos en un intento de regularización natural de las rupturas de pendiente. Los segundos provocan una pérdida progresiva de materiales finos, por arrastre superficial, y un aumento de pedregosidad. Es cierto, sin embargo, que no todos los bancales se ven afectados por un proceso tan traumático; en muchos casos el salto del bancal evoluciona lentamente mediante mecanismos de reptación y de microsiflucción. Por otra parte, la intensidad de los desprendimientos y la talla de las cicatrices de arranque está en relación con la pendiente general de la ladera, lo que significa que se ven más afectados los bancales situados en condiciones más inestables. Conviene tener en cuenta además el factor tiempo: el comportamiento hidromorfológico de las laderas abandonadas cambia a corto plazo a medida que se transforman las características de la cubierta vegetal y la estructura de la capa más superficial del suelo. En un estudio reciente, FRANCIS (1986) demostró que en campos abandonados de la región de Murcia las tasas de infiltración aumentaban y las de producción de sedimentos disminuían con el paso del tiempo, en parte debido al efecto de la vegetación y en parte también por agotamiento de las fuentes de finos. En nuestro caso este factor tiempo no ha sido tenido en cuenta, pero las evidencias demuestran que un fenómeno similar ha podido tener lugar en la cuenca del Juberá.

A la vista de lo señalado hasta ahora parece como si la construcción de los bancales resultase negativa para la conservación del suelo. La realidad es bien distinta. Gracias a un

enorme esfuerzo de siglos se ha podido mantener una importante capa edáfica que de otra manera se hubiera casi perdido, como consecuencia de los sistemas de cultivo en un medio muy frágil por su topografía. La prueba está en que cuando se analiza la calidad y potencia de los suelos en la cuenca del Jubera, los mejores ejemplos aparecen allí donde el hombre construyó complejos sistemas de terrazas; en el resto del territorio son bien visibles los efectos de una acción antrópica poco cuidadosa. El problema actualmente no es que existan los bancales, sino que no se cuiden. Un sistema que frena la escorrentía y favorece la infiltración beneficia al régimen hídrico de las vertientes y reduce las posibilidades de arrastre de materiales. Pero a la vez exige una costosa inversión de trabajo para el mantenimiento de su estabilidad. Es con el abandono cuando se vuelven inestables, al desencadenarse mecanismos naturales que hasta entonces se hallaban controlados por el hombre. Y el problema es que, a diferencia de lo que sucede en otras laderas menos transformadas, la colonización vegetal no puede hacer gran cosa para evitar los movimientos masivos del suelo. Sólo el control de la escorrentía superficial y subcortical y la reparación de los nichos de desprendimiento aseguran la conservación del suelo en los bancales. Esto demuestra que las laderas se encuentran tanto más desequilibradas cuanto mayor ha sido la transformación que han experimentado por parte del hombre y que su conservación sólo es posible con una población estable encargada de compaginar esquemas productivistas con modelos de control de la erosión (ver a este respecto el trabajo de GARCIA-RUIZ y LASANTA, 1989).

En consecuencia, parece deducirse que la evolución geomorfológica de una parcela después de su abandono está ligada a la reinstalación de un ciclo hidrológico no controlado por el hombre, pero condicionado en última instancia por dos factores íntimamente relacionados: las características de la parcela y la utilización del suelo durante el período de explotación agrícola.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARNAEZ, J. y PEREZ-CHACON, E., 1986. Aproximación a la tipología y evolución geomorfológica de campos abandonados en Gran Canaria. *V Reunión Grupo Trabajo de la U.G.I., Síntesis del Paisaje*, 87-94, Banyoles.
- CABERO, 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.
- CALVO PALACIOS, J.L., 1977. *Los Cameros. De región homogénea a espacio-plan*. Instituto de Estudios Riojanos. (I.E.R.), 297 pp., Logroño.
- FENELON, M.P., 1956. Les rideaux de Picardie et de la Péninsule Ibérique. *Bull. Assoc. Géogr. Franc.*, 255-256: 2-9, París.
- FRANCIS, C., 1986. Soil erosion on fallow fields: An example from Murcia. *Papeles de Geografía Física*, 11: 21-28, Murcia.
- GARCIA-RUIZ, J.M., 1988. Evolución de la agricultura de montaña y sus efectos sobre la dinámica del paisaje. *Revista de Estudios Agrosociales*, 146:7-37, Madrid.
- GARCIA-RUIZ, J.M., LASANTA, T., y SOBRON, I., 1985. *Estudio comparado de la evolución geomorfológica de campos abandonados y áreas repobladas de la cuenca del Jubera*. Comunidad Autónoma de La Rioja, Informe, 345 pp., Logroño.

- GARCIA-RUIZ, J.M., LASANTA, T., ORTIGOSA, L. & ARNAEZ, J., 1986. Pipes in cultivated soils of La Rioja: origin and evolution. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Supp. Bd. 58: 93-100.
- GARCIA-RUIZ, J.M. y LASANTA, T., 1989. La ganadería extensiva en áreas montañosas marginales: algunos problemas teóricos y prácticos. *Anales del Instituto de Estudios Agropecuarios*, 11:77-94, Santander.
- GONZALO MORENO, A.N., 1981. *El relieve de La Rioja; análisis de geomorfología estructural*. I.E.R., 2 vols., Logroño.
- LASANTA, T., 1985. *Aportación al estudio de la erosión hídrica en campos cultivados de La Rioja*. Instituto de Estudios Riojanos, 152 pp., Logroño.
- LASANTA, T. & ORTIGOSA, L., 1984. El papel de la escorrentia en la organización textural de suelos cultivados en pendiente: modelos en viñedos de La Rioja. *Cuadernos de Investigación Geográfica*. 10: 92-112, Logroño.
- LASANTA, T., 1988. *La evolución del espacio agrario en áreas de montaña. Modelos en el Pirineo aragonés*. Tesis Doctoral, Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Zaragoza, 620 pp., más apéndices y mapas, Zaragoza.
- LOPEZ BERMUDEZ, F. y TORCAL, L., 1986. Procesos de erosión en túnel (*piping*) en cuencas sedimentarias de Murcia (España). Estudio preliminar mediante difracción de rayos X y microscopio electrónico de barrido. *Papeles de Geografía Física*, 11: 7-20, Murcia.
- LLORENTE, J.M. y LUENGO, M.A., 1986. El abandono de las tierras: significado y gestión de las etapas de sucesión secundaria. El ejemplo de los relieves paleozóicos del W castellano-leonés. *Actas V Reunión Grupo Trabajo de la U.G.I., Síntesis del Paisaje*. 105-114, Banyoles.
- PEREZ-CHACON, E., y VABRE, J., 1987. Cartographie de l'enfrichement: 1841-1985. L'exemple de la Soulane de Faup-Haut Couserans (Pyrénées françaises) *Pirineos. Revista de Ecología de Montaña*, 129: 59-78, Jaca.
- PEREZ-CHACON, E., y VABRE, J., 1988. Abandono agropastoril y recolonización vegetal: el papel de las especies leñosas como indicadoras del estadio de regeneración vegetal y de la edad de abandono (Haut Couserans-Pirineo Central francés) *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 14: 99-122, Logroño.
- PUERTO, A., 1986. La sucesión ecológica: una aplicación generalizada para la zona de dehesas de la provincia de Salamanca. *Rev. Prov. Est. Sal.* 18-19: 431-450, Salamanca.
- RIBA, O., 1964. Estructura sedimentaria del Terciario continental de la Depresión del Ebro en su parte riojana y navarra. *Aportación española al XX Congreso Internacional de Geografía*: 127-138, Zaragoza.
- RON, Z., 1966. Agricultural terraces in the Judean Mountains. *Israel Exploration Journal*, 16(1-2): 33-49.
- VABRE, J., 1986. Le brachypode dans l'enfrichement des soulanes de l'Ariège (Haut Couserans-Pyrénées Centrales). *Rev. Géogr. Pyr. S.O.*, 57 (3): 325-341, Toulouse.