

EROSION HIDRICA SUPERFICIAL EN CAMPOS ABANCALADOS DEL SISTEMA IBERICO RIOJANO (VALLES DEL LEZA-JUBERA)

José ARNAEZ VADILLO, Luis M^a ORTIGOSA IZQUIERDO

Area de Geografía Física. Universidad de La Rioja, Logroño

Marco OSERIN ELORZA

Dpto. de Geografía. Instituto de Estudios Riojanos, Logroño

Resumen: En el presente artículo se estudian los procesos de erosión causados por el impacto de las escorrentías superficiales en bancales del Sistema Ibérico riojano (valles del Leza y Jubera). Analizadas 53 parcelas, se comprueba que en un grupo (56 % de los casos) predomina la erosión nula; por el contrario, en otro (43 % de los casos) actúa el arroyamiento difuso débil y severo. La cubierta vegetal parece ser el control más importante de la erosión. Su densidad y crecimiento discriminan la erosión en los distintos tipos y sectores de la ladera.

Palabras clave: Erosión, arroyamiento difuso, bancales, Sistema Ibérico.

Abstract: In this paper the authors study the erosion processes due to surface water impact in abandoned agricultural terraces ("bancales") of Leza and Jubera valleys (Iberian System). After analysing a sample of 53 plots, two well differentiated groups can be distinguished. The first group (56 % of the cases) does not show the effects of overland flow (null erosion); the second group (43 % of the cases) has suffered either mild or severe sheetwash erosion. The vegetal cover is the most important control. Its density and its growth discriminate the erosion in the different types and sectors of slope.

Key words: Erosion, sheetwash erosion, abandoned agricultural terraces, Iberian System.

El aprovechamiento de la montaña mediterránea por parte del hombre ha sido tradicionalmente intenso (Lasanta, 1990). Dedicado a actividades agrícolas y ganaderas, articuló sociedades cerradas y autárquicas muy sensibles a las transformaciones de cualquier factor natural o social del sistema. No es de extrañar, pues, que el incremento de los contingentes de población implicase ciertos cambios que se plasmaban en el paisaje. El más espectacular era el aumento de la superficie cultivada aprovechando los escasos espacios que dejaban unas difíciles condiciones topográficas y climáticas.

El desmoronamiento en nuestro entorno de la agricultura tradicional de montaña, como consecuencia de intensos procesos de emigración, ha supuesto el abandono de los campos cultivados, activándose una nueva dinámica medioambiental todavía difícil de evaluar.

El abandono de las parcelas permite, por un lado, la entrada de nuevo de la vegetación natural, pero en determinadas condiciones también pueden instalarse distintos procesos de erosión, que ocasionan pérdidas de suelo. Diversos estudios diferencian los procesos de erosión que se detectan en los campos en pendiente y los que se desarrollan en parcelas aterrazadas (bancales). Así mientras en los primeros son las escorrentías superficiales las encargadas de evacuar los materiales (Ruiz Flaño, et al., 1990; García Ruiz, et al., 1991; Ruiz Flaño, et al., 1992), en los segundos, las condiciones microtopográficas (existencia de un salto entre parcelas) y los suelos profundos, que favorecen la infiltración, son los responsables de desencadenar pequeños movimientos en masa (García Ruiz et al., 1988; Arnáez Vadillo et al., 1992). No obstante, distintas publicaciones (Rodríguez Aizpeolea et al., 1991; Arnáez Vadillo et al., 1992) apuntan que en los bancales, y en circunstancias concretas, se activa la escorrentía superficial. Conocer qué microprocesos desencadena, dónde actúa con más intensidad y qué relación tiene con distintos factores ambientales y topográficos son los objetivos que se plantean en este trabajo.

AREA DE ESTUDIO

Características ambientales.- El trabajo se ha llevado a cabo en el alto valle del Leza y su afluente el Jubera (Fig. 1). Ambas cuencas discurren por la vertiente norte del Sistema Ibérico riojano, en el sector conocido como Cameros Viejo. Se trata de una área de estudio de aproximadamente 45000 Ha, incluida prácticamente en su totalidad en la denominada facies wealdica camerana. Cuarzoarenitas, arcillas arenosas, margas y calizas son las rocas más abundantes. Geomorfológicamente predominan las formas estructurales, con una monótona sucesión de relieves en cuesta (García Ruiz y Arnáez Vadillo, 1991).

Las dos cuencas cuentan con un clima que podemos calificar de montaña mediterránea. Las precipitaciones totales anuales registradas en la estación meteorológica de Soto de Cameros (878 m) alcanzan los 606 mm, aunque es de esperar que se incrementen a medida que ascendemos hacia las líneas de cumbres (1400-1500 m). El 38 % de las lluvias se concentran en primavera y un 22.7 % en invierno. Los meses con un mayor número de días con precipitaciones iguales o superiores a los 20 l/m² son junio, mayo y diciembre.

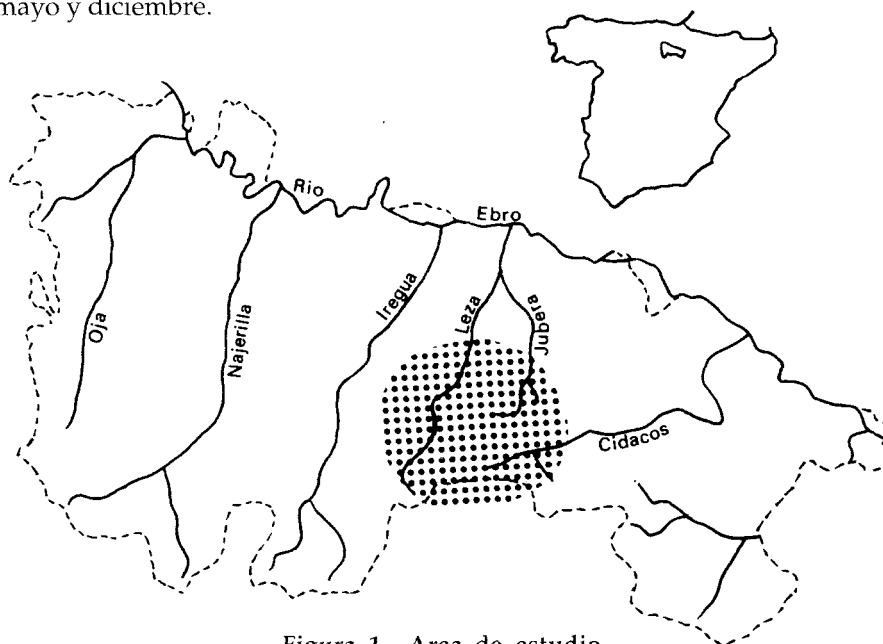


Figura 1.- Area de estudio.

La estación de Soto de Cameros se encuentra entre las isotermas medias de 10-12°, alcanzándose las temperaturas más altas en julio y agosto y las mínimas en enero.

Los usos del suelo.- En las altas cuencas del Leza y Jubera se localiza un conjunto de aldeas que a principios de siglo llegaron a sumar 6.871 habitantes. No resulta extraño, pues, que el espacio agrario alcanzase una extensión relativamente importante si consideramos las condiciones abruptas del terreno en el que nos encontramos. La fotografía aérea de 1956 permite comprobar como el 36.5 % del valle del Leza y el 35 % del Jubera estaban cultivados (Lasanta et al., 1989). Probablemente estos porcentajes llegaron a ser superiores en épocas anteriores.

Los modelos de campos más habituales en el Sistema Ibérico riojano coinciden con los de otras áreas montañosas de la Península. Las laderas se cultivaron por medio de terrazas y campos en pendiente. La mayor o menor importancia de estas dos modalidades de campos habría que relacionarla con la pendiente y la distancia a los núcleos de población. Los bancales, que en los valles estudiados suponían el 32 % del espacio agrario, se construían en las pendientes más pronunciadas (el 71 % en laderas con más del 20 % de inclinación) y en las zonas más próximas a los pueblos. Tan sólo el 7.9 % de las parcelas aterrazadas aparecen a más de 3 km de la aldea. Ello es lógico si pensamos que este tipo de campo exigía ciertos trabajos de mantenimiento que la distancia hacía muy dificultosos (acarreo de tierra y piedras, reparación anual de muros, etc.). Los campos en pendiente, mucho más abundantes, se situaban en laderas más suaves (62 % por debajo del 20 % de pendiente) mientras que el alejamiento era un factor más secundario. De hecho allí donde las condiciones topográficas eran idóneas se diseñaba un campo en pendiente.

Este esquema se va desmenbrando paulatinamente como consecuencia de dos hechos: el cambio en los sistemas de explotación y la transformación de la estructura demográfica (Lasanta, 1990). Con respecto al segundo punto, en el área de estudio el descenso de población a lo largo del siglo ha sido espectacular. Los 6871 habitantes de 1900 han pasado a ser 939. La densidad demográfica ha descendido de 18 habitantes/Km² a 2.4. En 1956 se había dejado de cultivar el 30 % del espacio histórico. Desde esa fecha hasta los años 90 el abandono ha continuado de forma más rotunda. De modo que en la actualidad los cultivos prácticamente han desaparecido de Cameros Viejo a excepción de pequeños campos y huertas en los fondos de los cursos fluviales principales. Los campos abandonados, pues, se han convertido en lo más representativo del paisaje camerano.

Con el abandono comienzan a activarse los procesos de recolonización vegetal, con distinta intensidad y características. Sobrón y Ortiz (1989) distinguen un sucesión vegetal diferenciada sobre bancales con suelos poco desarrollados y bancales bien cuidados. En los primeros, dada las precarias condiciones de los suelos, se alcanzan etapas de matorral (bojedales y romerales, en suelos calizos, y jaras, cantuesares, tomillares y aliagares, en suelos silíceos). Los bancales de mejores características (más cerca de los núcleos urbanos, con mejores suelos y menor pendiente) han sido utilizados para el pastoreo del ganado. Por ello la etapa inicial de pastizal ha durado algo más. No obstante, la degradación del campo por sobrepastoreo finalmente permite la introducción del matorral. Simultáneamente a esta colonización, y relacionados con ella, se instalan distintos procesos de erosión que veremos seguidamente.

MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se han seleccionado 53 parcelas abancaladas en los valles del Leza y Jubera. Todas cuentan con un muro de piedras de 100-200 cm de altura, que protege el salto del banal, y en su mayor parte disponen de una superficie útil inferior a los 500 m² (81 % de los casos). La elección de las parcelas se efectuó a partir de una cartografía de detalle de campos abandonados (Arnáez Vadillo et al., 1990), la fotografía aérea, y diversas salidas al campo. De esta forma se pudieron identificar los 53 banales, respondiendo a distintas condiciones topográficas: altitudes, pendientes, exposición y posición topográfica que ocupan en las laderas. En cada uno se tomaron datos de los procesos geomorfológicos más sobresalientes. En concreto, nuestra atención se centró en la evaluación y medición de los movimientos en masa que aparecen en los saltos del banal y en la definición y cuantificación de los microprocesos de erosión que se detectan en la superficie del campo abandonado como consecuencia de la acción de las escorrentías superficiales. Estos últimos fueron agrupados en cinco ambientes geomorfológicos: erosión nula, arroyamiento difuso débil, arroyamiento difuso severo, canales e incisiones, y acumulaciones. Una definición detallada de cada uno de estos ambientes puede encontrarse en Ruiz Flaño, et al., (1990) y Ruiz Flaño (1993). El sencillo método de cuantificación consistió en extender, transversalmente a la pendiente, una cinta métrica en el sector superior, medio e inferior de la parcela y recoger la longitud ocupada por los distintos ambientes geomorfológicos que se situaban debajo de la misma. Esta técnica, a pesar de ser poco sofisticada, aporta información de gran interés sobre la importancia espacial que alcanzan procesos de erosión de pequeñas dimensiones. Los datos fueron sometidos a diversas pruebas estadísticas para encontrar las posibles relaciones entre las variables. Concretamente, se aplicó un cluster por medio del cual pudimos agrupar los campos abancalados en una serie de modelos caracterizados por el tipo de procesos y su importancia espacial. También se utilizó la prueba T-Student para encontrar diferencias entre los distintos modelos según un número determinado de variables.

RESULTADOS

La importancia relativa de los microprocesos de erosión superficial detectados en las parcelas estudiadas aparecen reflejados en la Tabla 1. En ella queda de manifiesto que la erosión nula es la categoría geomorfológica más sobresaliente, afectando a un 55.7 % de la superficie muestreada.

Tabla 1.- Microprocesos de erosión hídrica en bancales abandonados.

Erosión nula	55.74 %
Arroyamiento difuso débil (ADD)	36.56 %
Arroyamiento difuso severo (ADS)	5.13 %
Incisiones y canales	0.55 %
Acumulaciones	2.00 %

Los sectores erosionados presentan un gradación en intensidad que va desde lo que podríamos considerar como erosión débil, es decir aquellas áreas en las que se detecta una actuación poco intensa del arroyamiento difuso, y que vienen a representar el 36.5 % de la superficie muestreada, a erosión severa que está vinculada a un arroyamiento superficial intenso y se manifiesta por medio de suelos sin vegetación, con un alto porcentaje de pedregosidad, aparición de microcanales trenzados por donde discurre parcialmente la escorrentía y descalzamientos al pie del matorral. El arroyamiento difuso severo supone el 5.1 % de la superficie muestreada. Muy por detrás quedan las acumulaciones, normalmente al pie de los muros de piedras del bancal, y las incisiones.

El cálculo de un *cluster (k-means)* ha permitido incluir los 53 casos estudiados (bancales) en dos grupos: aquellas parcelas que se encuentran en perfecto estado de conservación desde un punto de vista de la erosión hídrica superficial, y aquellas que manifiestan problemas de desmantelamiento del suelo con distinta intensidad.

Tabla 2.- Microprocesos de erosión hídrica en modelos de campos abancalados.

	Modelo I	Modelo II
Erosión nula	79.7 %	24.4 %
Arroyamiento difuso débil	15.5 %	63.9 %
Arroyamiento difuso severo	1.7 %	9.5 %
Incisiones y canales	0.1 %	1.1 %
Acumulaciones	2.8 %	0.8 %

El grupo primero, que engloba el 56.6 % de los casos, se caracteriza por la importancia que alcanza la erosión nula que ocupa el 79.7 % de la superficie muestreada, mientras que las áreas afectadas por arroyamiento difuso débil y severo sólo suponen un 17 %.

Por el contrario, en el segundo grupo, con el 43.4 % de los casos, el arroyamiento difuso débil y severo son los procesos más representativos, con un 73.4 % de las superficie muestreada. La erosión nula sólo representa el 24.4 %.

En la Tabla 3 se han reflejado, a través de las medias aritméticas, algunas de las características de ambos modelos con relación a algunas variables topográficas y ambientales. Asimismo por medio de la prueba T-Student se ha intentado comprobar qué variables logran un nivel de significación (p) inferior al fijado (0.05), lo que sería indicativo de que existe una alta probabilidad de que las muestras consideradas en el modelo I y II representan a poblaciones diferentes. En otras palabras, el factor considerado puede entonces tener importancia en la diferenciación de los modelos.

Tabla 3.- Algunas características de los modelos de campos abancalados.

Factor	Modelo I	Modelo II	t-Student	p
Altitud (m)	951	905	1.387	0.171
Pendiente de la ladera (°)	19.06	19.17	0.066	0.947
Distancia a la divisoria (m)	111	100.8	0.483	0.630
Longitud de la parcela (m)	64.13	66.04	0.179	0.858
Anchura de la parcela (m)	10.79	9.14	0.572	0.570
Vegetación matorral (%)	41.8	40.8	0.162	0.872
Vegetación herbácea (%)	83.6	73.4	2.661	0.010 (*)
Cantos en el suelo (%)	12.3	18.3	1.534	0.130
Altura del salto del bancale (cm)	305.5	318.6	0.301	0.764
Porcentaje de muro intacto	60.3	42.15	2.434	0.018(*)
Porcentaje de caídas de piedras	15.7	36.84	3.323	0.000(*)
Porcentaje de desprendimientos	23.9	20.9	0.254	0.400
Pendiente del campo (%)	12.1	9.4	1.167	0.248
Porcentaje de suelo desnudo	12.3	24.1	4.103	0.000(*)

(*) nivel de significación al 95 %

Según estos criterios, y como se desprende de la Tabla 3, las variables que más claramente determinan a las parcelas bien conservadas de aquellas que se ven afectadas por la erosión (arroyamiento difuso débil, arroyamiento difuso severo e incisiones) son la existencia o no de cubierta vegetal (porcentaje de cubierta herbácea, porcentaje de suelo desnudo) y el estado en que se encuentra el muro del bancal (porcentaje de muro intacto y porcentaje de muro afectado por caída de piedras). El primer factor estaría directamente vinculado a la escorrentía superficial. Como es lógico, una mayor cubierta vegetal frena la acción erosiva de las aguas. En los campos donde predomina la erosión nula el porcentaje de cubrimiento vegetal es alto: un 83.6 % de vegetación herbácea y un 41.8 % de matorral. En los bancales afectados por la erosión estos porcentajes son inferiores: 73.4 % para la vegetación herbácea y 40.8 % para el matorral. El segundo factor -estado del muro del bancal- es indicativo del grado de conservación de las parcelas. Las correspondientes al grupo I -sin prácticamente erosión- los muros permanecen perfectamente conservados (60.3 % del muro intacto), mientras que las parcelas del grupo II -afectadas por la erosión- presentan unos muros muy deteriorados, con desplome de piedras. Aunque sin llegar al 95 % de significación el porcentaje de cantos en el suelo es también muy superior en los campos donde actúan las escorrentías (18.3 %).

Finalmente, se ha relacionado el porcentaje de arroyamiento difuso (débil y severo) de las parcelas con la posición que ocupan en la ladera (Fig. 2). Según los datos obtenidos, se puede afirmar que son las laderas rectas las que cuentan con los campos más afectados por la erosión hídrica superficial. Y dentro de las laderas rectas los sectores más elevados alcanzan porcentajes de erosión del 60 %. Las laderas cóncavas y convexas se encuentran a distancia, aunque tanto en unas como en otras se observa un incremento de los procesos erosivos superficiales a medida que nos trasladamos a los sectores inferiores, de modo que son las laderas bajas cóncavas las que detectan los segundos porcentajes de erosión más altos: 53 %.

DISCUSION

Diversos trabajos han puesto de manifiesto que, tras el abandono de campos cultivados en áreas de montaña, se instalan procesos de erosión de distinta tipología e intensidad (García Ruiz, et al., 1988; Ruiz Flaño, 1993).

En los campos abancalados son los desprendimientos en el salto de bancal los procesos más significativos (Arnáez Vadillo et al., 1992). No obstante, como ha quedado reflejado en el presente artículo, también hay que considerar otros procesos relacionados con el arroyamiento superficial.

En el Sistema Ibérico riojano (valles del Leza y Jubera) se distinguen bancales muy bien conservados, donde predomina la erosión nula, el porcentaje de cubierta vegetal es alto, y los muros de piedras se encuentran bien conservados (modelo I). Junto a estos aparecen otros campos mucho más deteriorados, con actividad de la escorrentía superficial y desmoronamiento de muros (modelo II). En cualquier caso, la mayor parte de las áreas afectadas por escorrentía superficial en laderas abancaladas deben incluirse en la categoría de arroyamiento difuso débil, es decir, pequeños sectores desnudos, sin signos aparentes de incisión, que sirven de área fuente de sedimentos.

El arroyamiento difuso débil y, en menor medida, el severo aparecen localizados en los bancales de los sectores más elevados de las laderas rectas (60 % de la superficie de las parcelas muestreadas) y en los más bajos de las laderas cóncavas (53 %). En estas últimas, como se observa en la Fig. 2, se cuantifica un incremento de la erosión a medida que descendemos en la ladera (29.6 % en las laderas altas frente al 53 % de las laderas bajas). Parecida evolución se detecta en las laderas convexas, mientras que en las rectas los problemas de desmantelamiento de campos parecen reducirse al pie de las vertientes. A nuestro entender, y como ya han manifestado otros autores (García Ruiz et al., 1991; Rodríguez et al., 1991), todo ello estaría relacionado con el grado de cubrimiento vegetal.

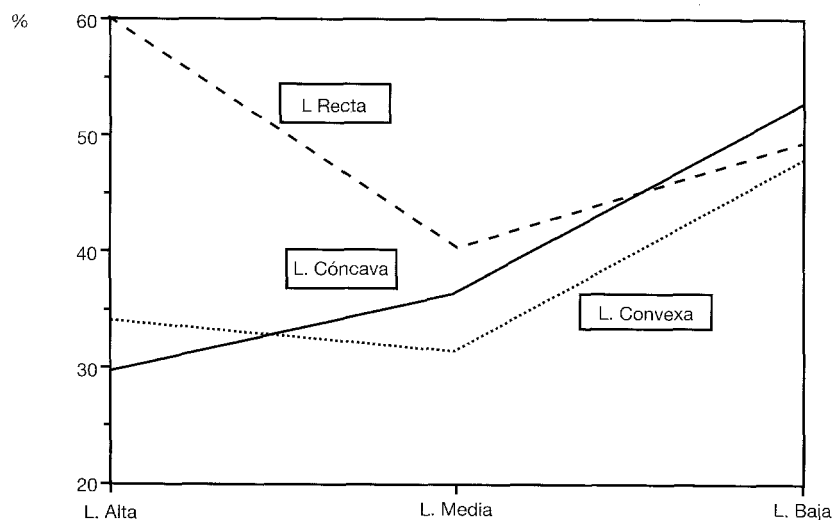


Figura 2.- Erosión (ADS y ADD) en campos abancalados según su posición en la ladera.

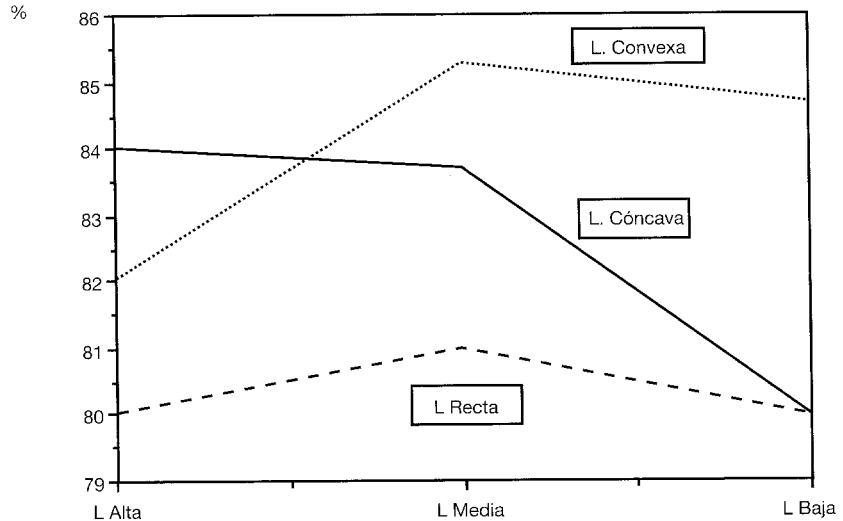


Figura 3.- Evolución del cubrimiento vegetal a lo largo de la ladera.

La Figura 3 explica como en las laderas cóncavas el porcentaje de cubierta vegetal se reduce a medida que descendemos en la ladera. En la Figura 4 se refleja, por el contrario, un incremento de los cantos, indicativo de la actuación del arroyamiento superficial. Estos datos son esperados si consideramos que los bancales situados en las laderas cóncavas bajas, muy fértiles al recibir y concentrar agua y nutrientes, han sido los últimos en ser abandonados. Todavía no ha transcurrido, pues, el tiempo suficiente para una eficaz recolonización, principalmente por parte del matorral. Pero, además, estos sectores, próximos a las aldeas, actualmente son utilizados, y en algunos casos sobreexplotados, por la ganadería. El pisado permanente del ganado, dejando pequeños rodales dispuestos para ser erosionados por el impacto de las gotas de lluvia y la escorrentía superficial, y las dificultades de un crecimiento vegetal homogéneo a causa del pastoreo selectivo explicarían los porcentajes de erosión mencionados más arriba.

Las laderas rectas, a pesar de manifestar también tasas de erosión elevadas, muestran un comportamiento diferente. Como ya se ha indicado, los porcentajes de erosión son altos en los sectores más elevados (59 %) y se reducen en los sectores intermedios y bajos de la ladera. El funcionamiento de las escorrentías superficiales en el primer sector habría que vincularlo a la existencia de unas fuertes pendientes que favorecen la velocidad de las aguas y al desarrollo de unos suelos pobres y pedregosos que han dificultado, a pesar del temprano abandono de estos campos (antes de 1956), el crecimiento de la cubierta vegetal.

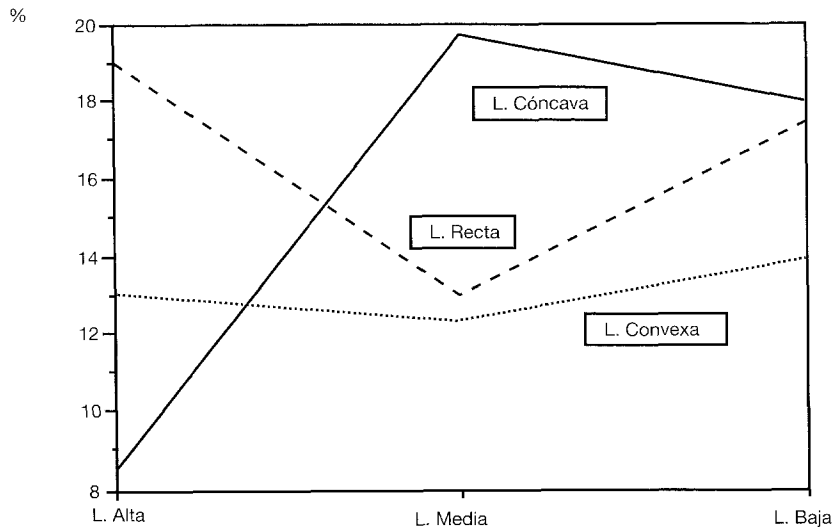


Figura 4.- Porcentaje de cantos en campos abancalados según su posición en la ladera.

Es interesante comprobar también como tanto en las laderas rectas como en las convexas las menores tasas de erosión se dan en los sectores intermedios. Es aquí donde aparecen los porcentajes de vegetación más elevados, al no estar sometidos ni a las condiciones geocológicas de los sectores altos ni al pastoreo intensivo de los pies de vertiente.

Por los resultados obtenidos en este trabajo podemos, finalmente, añadir que los procesos de arroyamiento superficial en bancales se relacionan escasamente con los desprendimientos de los muros de piedras en cuanto a los factores naturales que favorecen o reducen su actividad. Mientras, como hemos visto, la erosión superficial viene a vincularse al mayor o menor cubrimiento vegetal, los desprendimientos habría que ligarlos a la concentración de escorrentías subsuperficiales y saturación de suelos. Por ello, como manifiesta la Figura 5, son las parcelas situadas en los pies de las laderas cóncavas las que presentan un mayor volumen de suelo desprendido (Arnáez Vadillo, et al., 1992).

Parece evidente, pues, que en el área de estudio la utilización del espacio de forma discriminada está ocasionando algunos problemas desde el punto de vista de la erosión. El pastoreo de los campos abandonados en laderas cóncavas y pies de vertiente se ha convertido en un factor desestabilizador al reducir la capacidad de recolonización del matorral, incrementar la superficie de suelo desnudo y favorecer el

desmantelamiento de muros de piedras. De esta forma se está acelerando el empobrecimiento de unos espacios de gran importancia para el habitante de la montaña.

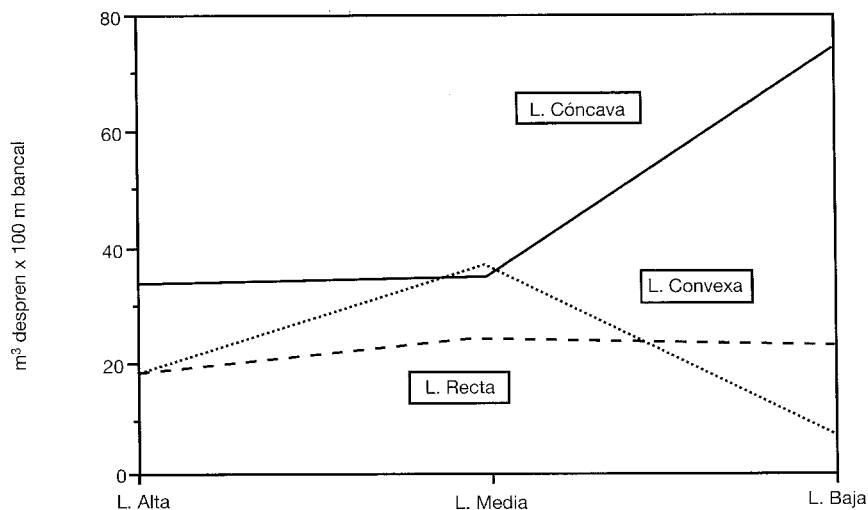


Figura 5.- Desprendimientos en campos abancalados según su posición en la ladera.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto de investigación "Erosión del suelo tras el abandono de explotaciones agrícolas en montaña media: interacciones con las estrategias de colonización vegetal, los usos del suelo y la disponibilidad de nutrientes" (AMB 93-0806), financiado por la CICYT.

BIBLIOGRAFIA

- ARNAEZ VADILLO, J.; LASANTA, T.; ORTIGOSA, L.M. y RUIZ FLAÑO, P. (1990): "L'abandon de l'espace agricole dans la montagne submediterranéenne en Espagne (Pyrénées Centrales et Systeme Iberique)", *R.G.P.S.O.*, 61 (2), 237-253.
- ARNAEZ VADILLO, J.; ORTIGOSA IZQUIERDO, L y OSERIN, M. (1992): "Descripción y cuantificación de procesos de erosión en bancales abandonados (Sistema Ibérico, La Rioja)", En, López Bermudez, F., Conesa García, C. y Romero Diaz, M.A. (Eds.): *Estudios de Geomorfología en España*, 193-201, Murcia.

- GARCIA RUIZ, J.M.; LASANTA MARTINEZ, T. y SOBRON GARCIA, I. (1988): "Problemas de evolución geomorfológica en campos abandonados: el valle del Jubera (Sistema Ibérico)", *Zubía*, 6, 99-114.
- GARCIA RUIZ, J.M. y ARNAEZ VADILLO, J. (1991): *Mapa Geomorfológico de Munilla*, Geoforma Ediciones, Logroño.
- GARCIA RUIZ, J.M.; RUIZ FLAÑO, P.; LASANTA, T.; MONTSERRAT, G.; MARTINEZ RICA, J.P. & PARDINI, G. (1991): "Erosion in abandoned fields. What is the problem?", In, Sala, M., Rubio, J.L. & García-Ruiz, J.M. (Eds.): *Soil erosion studies in Spain*, 97-108, Geoforma Ediciones, Logroño.
- LASANTA, T. (1990): "Diversidad de usos e integración espacial en la gestión tradicional del territorio en las montañas de Europa occidental", En, García Ruiz, J.M., (Ed.): *Geoecología de áreas de montaña*, Geoforma Ediciones, Logroño.
- LASANTA, T.; ARNAEZ VADILLO, J.; RUIZ FLAÑO, P. y ORTIGOSA, L. (1989): "Evolución superficial del espacio cultivado en Cameros Viejo (Sistema Ibérico) y su relación con algunos factores geoecológicos", *Estudios Geográficos*, 197, 553-572.
- RODRIGUEZ AIZPEOLEA, J.; PÉREZ BADIA, R. y CERDA BOLINCHES, A. (1991): "Colonización vegetal y producción de escorrentía en bancales abandonados: Vall Gallinera, Alacant", *Cuaternario y Geomorfología*, 5, 119-130.
- RUIZ FLAÑO, P. (1993): *Evolución geomorfológica de campos abandonados en áreas de montaña. El ejemplo del valle de Aisa, Pirineo aragonés*, Geoforma Ediciones, 199 p., Logroño.
- RUIZ FLAÑO, P.; MARTINEZ RICA, J.P. y GARCIA RUIZ, J.M. (1990): "Microambientes geomorfológicos en campos abandonados", *I Reunión Nacional de Geomorfología*, 641-651. Teruel.
- RUIZ FLAÑO, P.; GARCIA RUIZ, J.M. & ORTIGOSA IZQUIERDO, L. (1992): "Geomorphological evolution of abandoned fields. A case study in the Central Pyrenees", *Catena*, 19, 301-308.
- SOBRON GARCIA, I. y ORTIZ ALEJOS, F. (1989): "Aspectos de la recolonización vegetal en una área de montaña submediterránea: el valle del Jubera (Sistema Ibérico)", *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 15, 99-108.