

EL PAPEL DE LA ESCORRENTIA EN LA ORGANIZACION TEXTURAL DE SUELOS CULTIVADOS EN PENDIENTE: MODELOS EN VIÑEDOS DE LA RIOJA

Teodoro Lasanta Martínez
Luis M. Ortigosa Izquierdo

RESUMEN

Se estudian los cambios granulométricos en viñas cultivadas en pendiente. Diversas muestras se han tomado de la parte alta y baja de diferentes viñas. Los resultados se hallan en relación con el tipo de gestión agrícola y con una serie de variables físicas que condicionan la escorrentía superficial.

SUMMARY

We study the changes of granulometry in vineyards cultivated on slopes. Samples have been taken from the top and bottom sides of different vineyards. The results are show in relation to the management and with a series of physical variables that condition the overland flow.

El suelo es una entidad dinámica que evoluciona, con mayor o menor rapidez, bajo la influencia de distintos factores climáticos, biológicos y litológicos, fundamentalmente. En suelos localizados en pendientes intervienen también todos aquellos fenómenos relacionados con el arranque, transporte y sedimentación de partículas edáficas, por cuanto condicionan su potencia y composición granulométrica. En campos cultivados en pendiente, el suelo experimenta un desplazamiento desde la parte alta a la parte baja de la ladera, con la particularidad de que no se trata de una migración masiva, sino de un transporte selectivo, pues afecta preferentemente a un tipo concreto de partículas edáficas. Ello no es sorprendente si consideramos que el flujo de escorrentía generado en campos cultivados posee escasa competencia de arrastre, en relación con unas precipitaciones bajas, desniveles escasos y una infiltración considerable ligada a la remoción del suelo. De ahí, que se forme

o bien un flujo superficial laminar y difuso o bien un arroyamiento concentrado débil y zigzagueante que generalmente tan sólo puede arrastrar partículas sueltas.

En el presente trabajo pretendemos aportar información al funcionamiento hidromorfológico de laderas cultivadas, centrándonos en este caso en los siguientes objetivos:

1) Analizar los cambios de textura que experimenta el suelo entre la parte alta y baja de una ladera cultivada y, por lo tanto, determinar el tamaño de las partículas que son transportadas con mayor facilidad.

2) Explicar las diferencias de composición granulométrica en función del tipo de laboreo que realiza el agricultor y en función de todo un conjunto de factores ambientales de diversa significación (pendiente, pedregosidad, longitud de la ladera, cubierta vegetal).

Dado que llevar a cabo este trabajo sobre el total de cultivos extensivos existentes en el área de estudio sería extremadamente complejo, debido a la diversidad de prácticas utilizadas por el agricultor, hemos preferido limitar nuestra comunicación al viñedo, que reúne una serie de condiciones favorables. Se trata, por una parte, de un cultivo localizado casi exclusivamente en laderas pendientes, lo que nos permite estudiar parcelas con diferentes características físicas, y, por otra parte, el agricultor utiliza distintos sistemas de laboreo, con lo que podemos valorar el papel de la gestión antrópica.

El estudio contribuye a conocer mejor, tanto cualitativa como cuantitativamente, el comportamiento hidromorfológico de laderas cultivadas. Asimismo, en relación con otros estudios, se puede llegar a determinar qué prácticas de laboreo son geomorfológicamente más conservadoras del capital suelo a la vez que no disminuyen la rentabilidad económica.

Los estudios sobre erosión en campos cultivados aparecen poco tratados en la bibliografía geográfica española, ocupando un espacio más amplio en la anglosajana, aunque muy inferior al reservado a las áreas de montaña, como manifiestan BERNABE y CALVO (1982) y ARNAEZ VADILLO (1982). Sobre dinámica de laderas en viñas cabe citar el trabajo de RICHTER (1980) y dentro de nuestra área de estudio, los llevados a cabo por LASANTA y ORTIGOSA (1983) y LASANTA (1984 y 1985).

I. *El área de estudio*

El estudio se localiza en el tramo riojano de la Depresión del Ebro –vid. mapa 1–. El relieve se resuelve fundamentalmente en distintos niveles de acumulaciones detríticas, ligadas a cursos fluviales (terrazas) y arroyadas (glacis) (GONZALO MORENO, 1981; PEREZ LORENTE, 1979 y 1983), que bien en su estado original o en su evolución han dado lugar a formas suavemente inclinadas. Asimismo en el contacto entre los distintos niveles apa-

SUELOS CULTIVADOS EN PENDIENTE

recen pendientes con gradientes sensiblemente mayores. Además, hay que tener presente el carácter somontano de nuestra región, al que contribuyen la cercanía de la Ibérica al eje del Ebro y la existencia de plataformas estructurales (GONZALO MORENO, 1981).

El clima del área de estudio se incluye, según la clasificación de Köppen, dentro del clima mediterráneo (CS) con tendencia a la continentalización, más acusada en La Rioja Baja que en La Rioja Alta, donde la influencia oceánica se deja sentir más. Las precipitaciones medias anuales alcanzan 460 l/m² en Haro, por 452 l/m² en Logroño y 396 l/m² en Calahorra. La distribución anual registra máximos equinociales con lluvias más intensas en otoño, ligadas a frentes del Mediterráneo. De todas formas, son intensidades mediocres, como lo demuestra el periodo 1950-80, donde los máximos registros diarios apenas superan los 60 l/m². Asimismo, durante la primavera y ocasionalmente en invierno pueden registrarse precipitaciones considerables, ligadas a temporales durante varios días seguidos (LASANTA, 1984). Así pues, el clima de La Rioja posee una capacidad erosiva no desdeñable, con precipitaciones suficientemente importantes como para provocar escorrentía y transporte de finos. Además, las mayores intensidades coinciden con una cubierta vegetal nula o muy limitada, como tendremos ocasión de ver posteriormente, u ocurren durante la estación seca o inmediatamente después, aumentando la erosividad de las precipitaciones; POUQUET (1967) indica que la máxima erosión del suelo se consigue en condiciones climáticas en que una estación con lluvias considerables sigue a otra seca, a lo que HUDSON (1975) añade que una distribución regular a lo largo de todo el año provoca menor erosión.

II. Método

Con el fin de conocer la variabilidad granulométrica en viñas se han seleccionado 35 parcelas que reúnen una amplia gama de valores de aquellas características físicas, que a priori, presentan mayor incidencia en la génesis o control de la erosión. Disponemos también de muestras de suelo de las partes alta y baja de las laderas, que han sido analizadas en el laboratorio para determinar su composición textural. Todos los datos han recibido un trato estadístico con el fin de homogeneizar las series, hacerlas comparables entre sí y poder determinar la influencia de cada factor estudiado. La tabla I refleja las características de las parcelas estudiadas.

La pendiente influye por su ángulo de desnivel y por la longitud existente de la parte alta a la baja de la ladera. Ambos datos han sido tomados sobre el terreno, dando valores que oscilan entre 1 y 23° de desnivel y entre 20 y 210 m. de longitud.

La cobertura vegetal hay que considerarla en viñedos a nivel subaéreo —parra de la cepa— y a nivel superficial, formada por las hierbas parásitas que

aparecen diseminadas a cubriendo la totalidad del suelo. En el primer caso presenta un ciclo anual, con un cubrimiento en torno al 80% durante el verano y un suelo prácticamente desnudo durante el otoño e invierno; en la primavera evoluciona de un 20% en abril a un 65% en junio (LASANTA, 1984). En el segundo caso la aparición de una cubierta vegetal más o menos densa tiene mucho que ver con la efectividad de los sistemas de laboreo para eliminar las malas hierbas; mientras que en unas parcelas el suelo permanece desnudo durante todo el año, en otras cubre toda la superficie mediante gramináceas principalmente de *Cynodon dactylon*, *Convolvulus arvensis* (co-rehuela) y *Sorghum halepense* (cañota).

TABLA 1: Características físicas y edáficas de las parcelas seleccionadas; granulometría de la parte superior e inferior de las fincas.

HERBICIDA

Características físicas

Granulometría

Rasgos geomorfológicos

G.D.	L.P.	%C.	%G.V.	A.G.	A.F.	L.	A.	
				1.1	20,07	48,32	30,46	
13	80	40	30	1,7	42,66	38,25	17,35	Rig.
				10	51,2	20,5	18,3	
3	50	30	100	20,6	53,4	11,5	14,5	
				17,3	44,2	23,4	15,1	
7	100	40	50	11,3	32,8	33,7	22,2	Acum.
				8,6	46,1	18,8	26,5	
7	20	70	30	12,9	49,9	18,1	19,1	
				25,6	48,7	11,6	14,1	
9	60	40	90	26,3	48,4	12,2	13,1	
				5	59,6	14,7	20,7	
1	80	40	50	4,3	62,5	14,6	18,6	Acum.
				9,3	56,9	23,3	10,5	
11	90	40	40	4,3	49,8	25,1	20,8	Rig. y acum.
				3	53,13	27,92	15,92	
23	40	80	10	4,09	55,1	29,38	11,39	Rig. y acum.
				2,84	29,03	59,8	7,78	
17	55	50	20	.45	31,07	58,36	10,08	Rig.
				.99	27,55	55,3	16,12	
17	65	50	20	.52	33,9	52,13	13,14	Rig.
				.04	12,36	68,9	18,7	
14	80	30	10	2,7	39,1	40,4	17,8	Rig. y acum.
				28,5	44,3	13	14,2	
13	50	70	30	36,3	41,5	15,2	7	
				3,8	67,3	15,3	13,6	
13	60	70	30	5,3	51,1	26,3	17,3	Acum.
				4,05	48,55	31,8	15,6	
3	120	20	10	5,4	47,1	27,5	20	Rig. y acum.

SUELOS CULTIVADOS EN PENDIENTE

PERPENDICULAR CURVAS DE NIVEL

HERBICIDA

Características físicas

Granulometría

Rasgos geomorfológicos

G.D.	L.P.	%C.	%G.V.	A.G.	A.F.	L.	A.
				4,8	61,2	16	18
5	210	10	10	15,1	55,8	11,9	17,2
				11	57	13,3	18,7
4	115	10	40	7,7	61	13,3	18
				13,1	49,3	16,5	21,1
5	156	20	20	7,6	58,2	17,3	16,9
				3,5	40,4	28,6	27,5
7	50	5	10	2,4	43,6	25	29
				12,6	39,8	23,5	24,1
3	110	40	10	14,5	58,9	12,1	14,5
				.8	19,6	46,2	33,14
13	20	10	10	7,9	39,3	30,5	22,3
				.2	6,5	50,8	42,5
3	55	10	10	11,2	63,1	13,7	12
				3,3	73,8	15,3	7,6
1	210	10	10	1,8	75,9	10,1	12,2
				37,2	40,6	10,8	11,4
9	60	40	10	27,2	49,6	12,1	11,1
				10,6	51,5	17,2	20,7
5,5	183	30	20	6,4	67	11,2	15,4
				4,6	57,4	15,7	22,3
2	70	15	40	7,6	56,5	14,8	21,1
				3,4	21,2	41	34,4
3	65	10	10	9,8	37,3	27,4	25,5
				1	29,3	37,4	32,3
14	35	10	10	2,3	22,5	41	34,2
				49,8	28,2	10,2	11,8
12	70	80	10	26,1	43,3	19,3	11,3

TEODORO LASANTA MARTINEZ, LUIS ORTIGOSA IZQUIERDO

SIGUIENDO CURVAS DE NIVEL

HERBICIDA

Características físicas

Granulometría

Rasgos
geomorfológicos

G.D.	L.P.	%C.	%G.V.	A.G.	A.F.	L.	A.
				6,29	58,45	26,73	8,49
12	80	80	10	2,28	67,77	22,21	7,70
				1,01	25,85	48,39	24,69
4	30	10	10	.88	38,02	38,61	22,45
				5,12	37,18	29,33	29,37
6	22	70	20	4,35	45,66	26,24	23,75
				1,41	46,47	41,57	10,52
13	60	20	10	.93	62,62	28,16	8,26
				1,11	53,24	33,71	11,9
13	40	20	10	.21	63,13	27,41	9,21
				7,1	73,72	16,44	2,7
20	30	80	10	7,82	72,1	15,51	4,54
				3,94	38,20	33,26	15,31
23	40	80	10	1,6	49,51	34,77	11,59

LEYENDA

G.D. Grado de desnivel

L.P. Longitud de pendiente

% C. Porcentaje de cantos superficiales

% C.V. Porcentaje de cubierta vegetal

A.G. Arena gruesa

A.F. Arena fina

L. Limo

A. Arcilla

RASGOS GEOMORFOLOGICOS

Rig. Rigolización

Acum. Acumulación

SUELOS CULTIVADOS EN PENDIENTE

Los cantos existentes en el suelo y la granulometría juegan un importante papel en la génesis de escorrentía y arrastre de finos. En las parcelas estudiadas el porcentaje de cantos abarca del 5 al 80%, mientras la composición textural muestra un predominio de arenas, aunque en algunas parcelas la arcilla llega a superar el 30%.

Sin necesidad de insistir demasiado en los distintos sistemas de laboreo utilizados por el agricultor, que pueden consultarse con más detalle en LASANTA (1984), exponemos aquellas prácticas que condicionan la escorrentía y el arrastre de finos.

— En primer lugar interesa la remoción o apelmazamiento del suelo, lo que depende del número de veces que se volteen los horizontes agropédicos. Para este trabajo reducimos las prácticas agrarias a *laboreo mediante herbicida*, donde el suelo está apelmazado durante todo el año, y a *laboreo con suelo removido*, disponible para ser transportado (LASANTA y ORTI-GOSA, 1983).

— En aquellos sistemas en que se remueve el suelo interesa también la forma de realizarlo, bien siguiendo la pendiente o transversal a ella, pudiendo así distinguir entre laboreo perpendicular (P.C.N.) y paralelo a las curvas de nivel (S.C.N.).

— Por último, conviene considerar la efectividad para eliminar las malas hierbas entre los distintos sistemas. Paradójicamente en el laboreo con herbicida suele desarrollarse la cubierta vegetal más densa, formada por gramináceas entre las que destaca el *Cynodon dactylon*.

III. Resultados

Presentamos en este apartado los primeros resultados acerca del cambio de textura entre la parte superior e inferior de las viñas estudiadas. Previamente queremos señalar que dichos resultados se refieren única y exclusivamente a las parcelas consideradas, que son, por otro lado, una muestra muy representativa del área de estudio. Ahora bien, hay que tener presente que variaciones significativas en una o en varias de las condiciones físicas o en las prácticas de laboreo pueden ocasionar conclusiones muy diferentes.

Para conocer la cuantía de los cambios granulométricos entre la parte alta y baja de las parcelas hemos calculado la desviación estandar y la media aritmética. Los resultados aparecen detallados en la tabla 2.

TABLA II

*Desviación típica (D.T.) y media aritmética (M.A.) del cambio de texturas entre la parte superior e inferior de las viñas**

Sistema laboreo	Herbicida		P.C.N.		S.C.N.	
	D.T.	M.A.	D.T.	M.A.	D.T.	M.A.
Arena gruesa	4,6	1,6	8,89	-0,86	2,76	-1,03
Arena fina	11,36	3,26	15,10	11,28	5,83	8,48
Limo	9,35	-2,35	10,38	-5,96	5,3	-5,22
Arcilla	6,37	-2,37	8,83	-4,45	3,22	-2,22

* Los valores analizados resultan de la diferencia entre los porcentajes de textura de la parte alta y baja; el signo representa el incremento o disminución de dicha textura en el suelo de la parte inferior de la viña.

De la observación de la tabla II se deduce que el incremento o disminución de cada una de las texturas es moderado. En los tres sistemas de laboreo es la partícula de tamaño arena fina la que mayor cambio experimenta, seguida por las de limo, arcilla y arena gruesa, respectivamente.

Ahora bien, estos cambios de textura presentan unas tendencias predominantes, como podemos observar en la tabla III. La arena fina experimenta el mayor incremento (77%), seguida de la arena gruesa (49%), el limo (28%) y la arcilla (25%). Considerando los diferentes sistemas de gestión antrópica, el laboreo P.C.N. es el más propicio al movimiento de textura, siendo el que mayores cambios presenta y donde las tendencias antes señaladas quedan más marcadas. Por el contrario, la remoción del suelo en el laboreo S.C.N. ha mostrado los menores cambios texturales.

TABLA III

Tendencia de los cambios de textura en viñas con diferentes sistemas de laboreo

Sistema de laboreo	Herbicida 14 parcelas		P.C.N. 14 parcelas		S.C.N. 7 parcelas		Total parcelas (%)	
	+	-	+	-	+	-	+	-
Incremento o disminución								
Arena gruesa	9	5	7	7	1	6	49	51
Arena fina	10	4	11	3	6	1	77	23
Limo	5	9	4	10	1	6	29	71
Arcilla	4	10	4	10	1	6	26	74

SUELOS CULTIVADOS EN PENDIENTE

No obstante, a pesar de estos resultados iniciales, el cambio textural presenta una gran diversidad, excepciones y singularidades, que sólo pueden ser interpretadas por la influencia de un conjunto de variables físicas que dirigen, en buena medida, dicho cambio. Al sistema de laboreo hay que añadir otros factores: la pendiente, la longitud de la finca, el porcentaje de cantos superficiales y la densidad de la cobertura vegetal. Considerando conjuntamente estos cuatro parámetros físicos enunciados y agrupadas las parcelas por sistemas de laboreo hemos calculado los coeficientes de correlación múltiple para la variación de cada tamaño de textura (Tabla IV).

TABLA IV
Coefficientes de correlación múltiple lineal entre las variables físicas y los cambios de textura

N.º de parcelas Sistema de laboreo	14 Herbicida	14 P.C.N.	7 S.C.N.
Arena gruesa	0,722	0,85	0,94
Arena fina	0,90	0,62	0,918
Limo	0,80	0,74	0,925
Arcilla	0,69	0,55	0,853

Tras la observación de la tabla precedente, puede afirmarse que, tomadas simultáneamente todas las variables estudiadas, explican en buena medida el cambio textural, aunque no completamente, lo que nos indica que también pueden intervenir otras variables (exposición...), o que en las consideradas influyen otros matices difíciles de constatar estadísticamente: microrelieve y microtopografía del laboreo, peculiaridades de la cobertura vegetal, etc. Además, hay que añadir unas relaciones no completamente lineales entre las variables físicas y las texturas, implicando resultados menos significativos. Sin embargo, creemos que las variables utilizadas son las más importantes para explicar el cambio granulométrico en una ladera.

Ahora bien, ¿qué grado de influencia tiene cada uno de los parámetros físicos considerados? para determinarlo hallamos los *coeficientes de correlación simple* entre cada factor físico y tamaño de textura, con resultados muy poco significativos en la mayor parte de los casos.

El siguiente paso fue obtener los *coeficientes de correlación parcial múltiple*, que indican la relación lineal entre cada variable física y cada textura, cuando el resto de las variables permanecen constantes. De este modo, podemos deducir el papel que ejerce cada factor físico en el cambio de textura (Tabla V).

TABLA V
Coefficientes de correlación parcial. Contribución de las variables físicas estudiadas

	Are. Gr.	Are F.	Limo	Arcil.
HERBICIDA				
Desnivel de pendiente	-0,282	0,06	0,14	0,29
Longitud	-0,66*	-0,7*	0,56*	0,64*
% Cantos	-0,421	-0,89*	0,80*	0,63*
% Cubierta vegetal	0,02	-0,73*	0,402	0,49
PERPENDICULAR CURVAS DE NIVEL				
Desnivel de pendiente	-0,345	-0,54*	0,62*	0,46
Longitud	-0,20	-0,52*	0,52*	0,47
% Cantos	-0,79*	0,28	0,37	0,032
% Cubierta vegetal	-0,37	-0,41	0,57*	0,33
SIGUIENDO CURVAS DE NIVEL				
Desnivel de pendiente	0,687	-0,796	0,48	0,758
Longitud	-0,921*	0,74	-0,55	-0,01
% Cantos	-0,6	-0,73	0,81	0,12
% Cubierta vegetal	-0,81	-1*	0,8	-0,68

* Nivel de significación mínimo de 0,1

De la observación de la tabla V se desprenden algunas conclusiones acerca de la influencia de las distintas variables físicas en el cambio de textura:

— El incremento de la longitud, del porcentaje de cantos y la densidad de la cobertera vegetal favorecen el aumento de las texturas más finas, en detrimento de las arenas (correlación negativa).

— El desnivel de pendiente apenas influye en el cambio de textura. En el laboreo mediante herbicida, el gradiente topográfico incluso no aumenta el coeficiente de correlación múltiple. No obstante, en la modalidad P.C.N. interviene significativamente, presentando la misma tendencia que el resto de las variables consideradas.

SUELOS CULTIVADOS EN PENDIENTE

IV. Interpretación de los resultados

Parece lógico que las granulometrías de tamaño arena aumenten en la base de la ladera, dado que son partículas sueltas que tan sólo necesitan ser transportadas, mientras que las arcillas y limos requieren un proceso previo de arranque. Ahora bien, hay que distinguir entre arena gruesa y fina, puesto que la primera, en relación con su mayor peso se desplaza menos, al necesitar un medio de transporte con mayor competencia de arrastre. La arena fina se desplaza en cualquier sistema de laboreo, mientras que la arena gruesa lo hace preferentemente en el laboreo mediante herbicida, especialmente si se desarrollan fenómenos de rigolización, y en el P.C.N., dado que la huella dejada por los aperos de labranza facilita la concentración de flujo superficial.

La arcilla se desplaza con mayores dificultades, puesto que es un material de fuerte poder cohesivo, dando lugar a suelos coherentes con agregados estables (EVANS, 1980). De ahí que sea necesario un proceso previo de arranque e individualización de las partículas de arcilla; posteriormente son transportadas en suspensión, aun con escorrentías débiles, a largas distancias (THOMPSON y TROEH, 1980). Encuentran un medio favorable en suelos desnudos, tanto de cubierta vegetal como de cantos, y apelmazados —generalmente parcelas con laboreo mediante herbicida—; es decir, allí donde el efecto de *splash* es más importante (SERRATE, 1977). Asimismo tienden a aumentar en la base de la ladera de aquellas parcelas en que los *rills* están bien desarrollados, pudiéndose utilizar parte de la capacidad erosiva de la escorrentía en arrancar partículas del suelo; algo que difícilmente se realiza con flujo laminar (THORNES, 1980).

El sistema S.C.N. ofrece mayores garantías en la conservación del suelo como lo demuestra el menor cambio de la granulometría desde la parte alta al pie de la ladera, y el hecho de que tan sólo la arena fina aumente en la parte baja. LASANTA y ORTIGOSA (1983), a partir de estudios en parcelas experimentales, señalan que la menor escorrentía se produce con laboreo paralelo a las curvas de nivel, puesto que los aperos de labranza dejan caballones que actúan como pequeñas presas que favorecen la infiltración.

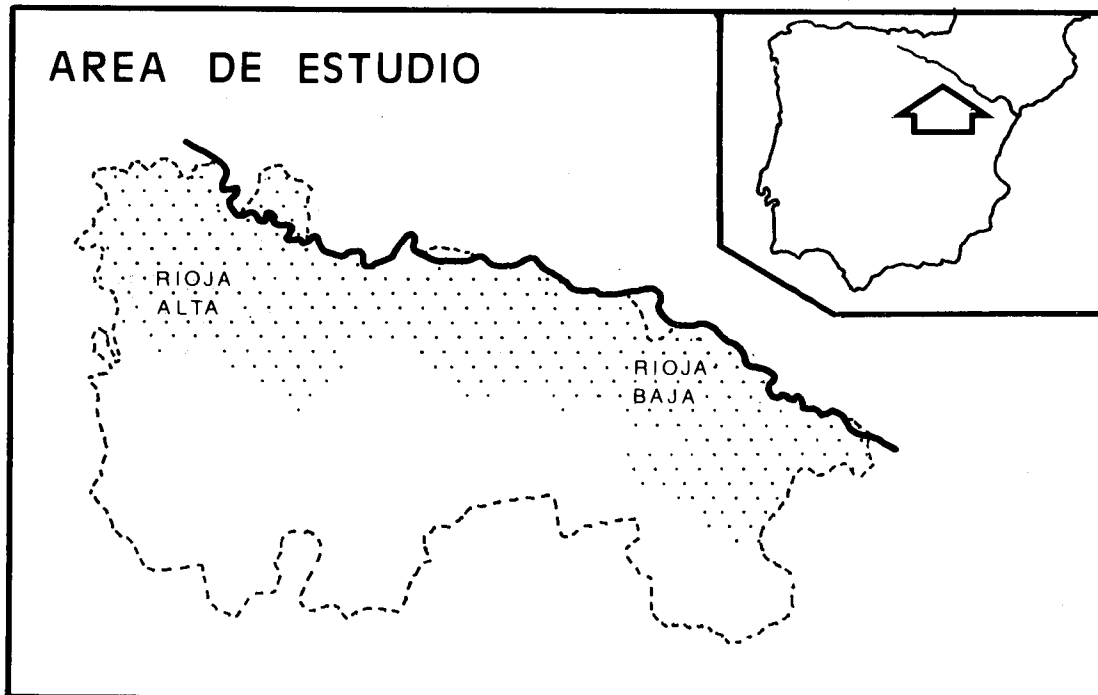
Cada factor físico contribuye en la selección textural para arrancar, transportar y depositar. Así puede establecerse una relación directa entre el aumento de los valores de la longitud de pendiente, del porcentaje de cantos y de la vegetación superficial y el incremento del limo y arcilla al pie de la ladera. Generalmente, a medida que aumenta la longitud de la parcela la pendiente adquiere en la parte inferior una forma cóncava. El flujo superficial al llegar a ella pierde competencia y deposita las granulometrías de mayor tamaño, alcanzando el límite de la finca tan sólo las más finas. Asimismo los suelos con abundantes cantos o vegetación obligan a un zigzagado de la escorrentía, disminuyendo de este modo su capacidad de transporte y

TEODORO LASANTA MARTINEZ, LUIS ORTIGOSA IZQUIERDO

generando un flujo selectivo para el transporte de partículas de distinto tamaño y peso. El gradiente de la ladera se muestra muy poco significativo. En el laboreo con herbicida su papel queda anulado por el abundante porcentaje de cantos y la densa cubierta vegetal de la mayoría de las parcelas. En la modalidad S.C.N. el desnivel no influye, al quedar la ladera articulada en pequeñas terrazas. Por el contrario, cobra su verdadero significado cuando el laboreo se realiza a favor de la pendiente, en cuyo caso hay una correspondencia entre aumento de desnivel y mayor proporción de limos y arcillas en la base de la parcela.

En definitiva, a partir de las parcelas estudiadas se puede concluir, que el cambio textural entre la parte alta y baja de la ladera es relativamente escaso, con una tendencia al incremento de la arena fina y a la disminución del resto de texturas, sobre todo limo y arcilla. Las variables físicas y el sistema de laboreo cumplen un papel fundamental cuantitativa y cualitativa en la variación textural.

MAPA I



BIBLIOGRAFIA CITADA

- ARNAEZ-VADILLO, J., 1982. Nota bibliográfica sobre procesos geomorfológicos en laderas. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, VIII (1 y 2), pp. 131-140. Logroño.
- BERNABE MAESTRE, J. M.^a y CALVO CASES, A., 1982. Geomorfología de las laderas en la bibliografía anglosajona. *Estudios Geográficos*, 167: 137-166, Madrid.
- EVANS, R., 1980. Mechanics of water erosion and their spatial and temporal controls: an empirical viewpoint. *Soil erosion*. (Ed. by M. J. KIRKBY and R.P.C. MORGAN), John. Wiley and Sons, pp. 109-128. London.
- GONZALO MORENO, A.N., 1981. *El relieve de La Rioja*. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño.
- HUDSON, N.W., 1975. *Soil conservation*. Field Engineering. Claredon Press. Oxford.
- LASANTA-MARTINEZ, T. y ORTIGOSA-IZQUIERDO, L.M., 1983. Aproximación al comportamiento hidromorfológico de laderas cultivadas con viñas. *VIII Coloquio de Geógrafos Españoles*, pp. 100-107. Barcelona.
- LASANTA-MARTINEZ, T., 1984. *Aportación al estudio de la erosión hídrica en campos cultivados de La Rioja*. I.E.R., pp. 152, Logroño.
- LASANTA-MARTINEZ, T., 1985. Experiencias de infiltración en viñedos de La Rioja. *Actas del I Coloquio sobre Geografía de La Rioja*. I.E.R., Logroño.
- PEREZ-LORENTE, F., 1979. Niveles de erosión y acumulación en La Rioja central y oriental. *Cuadernos de Investigación (Geografía e Historia)*, V (2), pp. 37-50, Logroño.
- PEREZ-LORENTE, F., 1983. El cuaternario en La Rioja Alta. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, IX (1 y 2), Logroño.
- POUQUET, J., 1967. *L'erosion des sols*. Presses Universitaires, pp. 126, París.
- RICHTER, G., 1980. Three years of measurements in vineyards of the Moselle Region: some preliminary results. *Z. Geomorph. N.F.*, pp. 81-91, Stuttgart.
- SERRATE, C., 1977. Quelques aspects de l'évolution morphologique du versant d'adret de la Tête Noire du Galibier.
- THOMPSON, L.M. y TROEH, F.R., 1980. *Los suelos y su fertilidad*. Reverté, S.A., pp. 649. Barcelona.
- THORNES, J.B. 1980. Erosional processes of running water and their spatial and temporal controls: a theoretical viewpoint. *Soil erosion*. (Ed. M.J. KIRKBY and R.P.C. MORGAN) John Wiley and Sons. pp. 129-181. London.

