

Cuadernos I. Geográfica	14	1-2	81-97	Logroño	1988
-------------------------	----	-----	-------	---------	------

INFLUENCIA DE LAS PRACTICAS DE LABOREO EN LA EVOLUCION HIDROMORFOLOGICA DE SUELOS CULTIVADOS CON VIÑEDO¹

T. Lasanta Martínez*
I. Sobrón García

RESUMEN

Este trabajo analiza las repercusiones hidromorfológicas que tienen lugar en viñedos riojanos, según la utilización de diferentes tipos de laboreo. A partir de parcelas experimentales contamos con información sobre la infiltración del agua en el suelo, acerca de la relación que se establece entre precipitación, escorrentía y arrastre de sólidos, y sobre los cambios granulométricos que se producen en laderas. Se aportan algunos resultados y se discute sobre el papel que desempeñan los distintos sistemas de laboreo en la degradación de suelos cultivados con viñedo.

SUMMARY

This paper analyses the hydromorphological phenomena that different tilling types cause in the Rioja vineyards. Some information on water infiltration into the soil as well as relationships among precipitation, run-off and solid dragging and the granulometric changes caused in slopes. Is fave giren from field research (in experimental plots). Some results are adduced, and the role displayed in the degradation of the vineyard cultivated soils by the different tilling systems is discussed.

1. Este trabajo se basa en gran parte en la Comunicación: «Valoración de las prácticas de laboreo en la degradación de suelos cultivados con viñedo», presentada en las Jornadas sobre la Viticultura de la Cuenca Mediterránea, celebradas en Tarragona entre el 17 y el 20 de marzo de 1986.

* Instituto Pirenaico de Ecología. Apdo. 64-22700 - JACA (Huesca).

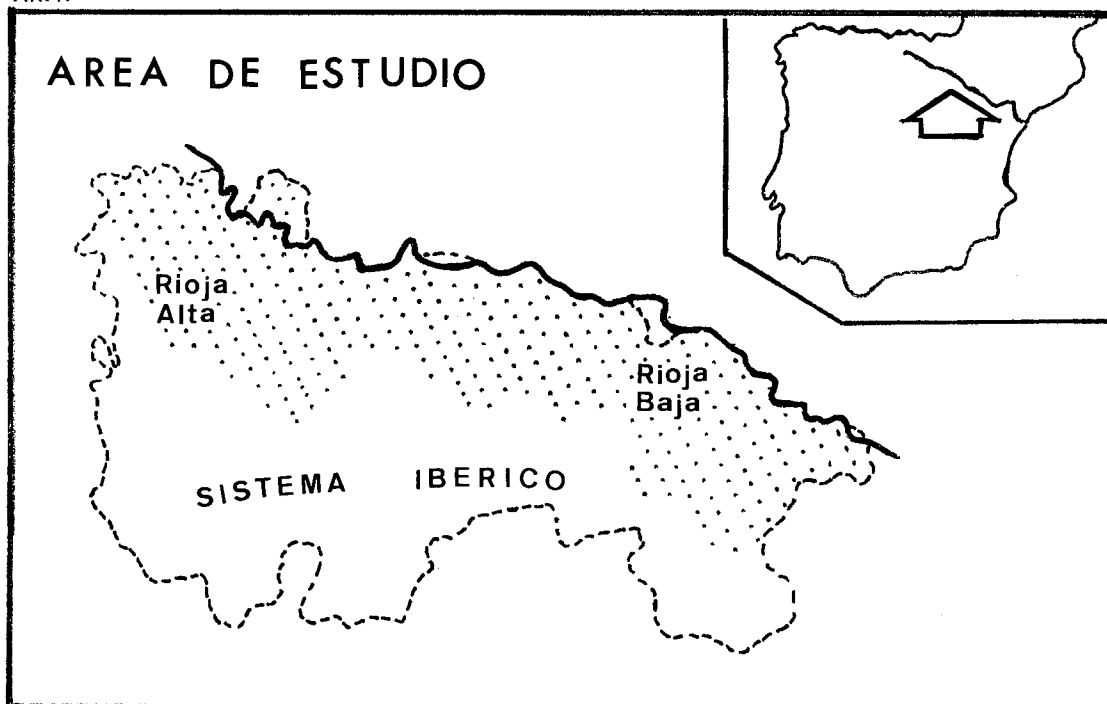
La mayoría de los autores coinciden en afirmar que la causa fundamental de la destrucción del recurso natural suelo se debe a la actuación humana. Frente a los conceptos de erosión «geológica», «normal» o «natural», donde se mantiene cierto equilibrio entre pérdida de suelo y edafogénesis, surgen los conceptos de erosión «acelerada», «antrópica» o «antropógena», donde la velocidad de desgaste supera ampliamente a la velocidad de formación del suelo. En la mayor parte de los casos la aceleración del proceso erosivo es consecuencia de la actuación humana; una mala gestión del hombre sobre su entorno con la utilización de prácticas inadecuadas, destrucción de la vegetación o roturación de laderas muy pendientes, provoca siempre el incremento de las tasas erosivas, que implican la destrucción total o parcial de los horizontes agropédicos. HOLLIS (1979) aporta abundantes referencias acerca del impacto humano sobre el ciclo hidrológico y sus consecuencias en la degradación de suelos.

El fenómeno es muy evidente en muchas de nuestras montañas que soportaron una elevada presión demográfica, lo que obligó a importantes deforestaciones y a la puesta en cultivo de laderas con escasa potencia edáfica. Pero es también perceptible en áreas cultivadas actualmente por adopción de sistemas muy extensivos que ofrecen una débil protección al suelo, por buscar una rentabilidad económica a corto plazo, por el empleo de maquinaria pesada que «exige» para su amortización la roturación de laderas marginales, etc. La incidencia de la erosión es particularmente importante en el viñedo, como ya han puesto de manifiesto SCHWING (1979), RICHTER (1980) y TROPEANO (1983) entre otros autores, debido a que se suele instalar en muchas regiones en piedemontes con una notable gama de pendientes, a veces obligando a la introducción de técnicas de abancalamiento; por otra parte, el ciclo biológico del cultivo condiciona una escasa protección del suelo durante gran parte del año.

Ahora bien, si es conocido que el viñedo es un cultivo proclive a la inducción de fenómenos erosivos, no es menos cierto que el sistema de cultivo empleado tiene una enorme importancia en la aceleración o freno de determinados procesos erosivos (MESSER, 1978; KIRKBY, 1980; MORGAN, 1980 y HUDSON, 1982). Y precisamente el viñedo puede ser cultivado mediante distintos sistemas, cada uno de ellos con implicaciones diferentes desde un punto de vista hidromorfológico. En las páginas siguientes trataremos de averiguar la importancia relativa de cada sistema en la pérdida de suelo. Para ello hemos estudiado los diferentes métodos empleados por los agricultores y hemos llevado a cabo algunas aproximaciones experimentales para disponer de información sobre la capacidad de infiltración de los suelos y sobre arrastres de suelos en diferentes condiciones de precipitación; en el primer caso se utilizó un infiltrómetro de cilindros (LASANTA 1985b) y en el segundo se individualizaron ocho parcelas (con superficie entre 3 y 18 m.²) con distintas pendientes; al final de las mismas se instaló un dispositivo para recoger la escorrentía superficial y los sólidos arrastrados (LASANTA y ORTIGOSA, 1983). El estudio se ha llevado a cabo en una región, La Rioja, donde precisamente los viñedos ocupan una parte importante de las tierras labradas (17% según el Censo Agrario de 1982), situándose en glacis, raíces de glacis y laderas de contacto entre distintos niveles de glacis y terrazas. En los resultados que aportamos posteriormente intentamos además integrar otras variables de indudables repercusiones hidromorfológicas, como son algunas propiedades físicas del suelo, el grado de cubierta vegetal y el tipo de pendiente.

MAPA N.º 1. AREA DE ESTUDIO

MAPA 1



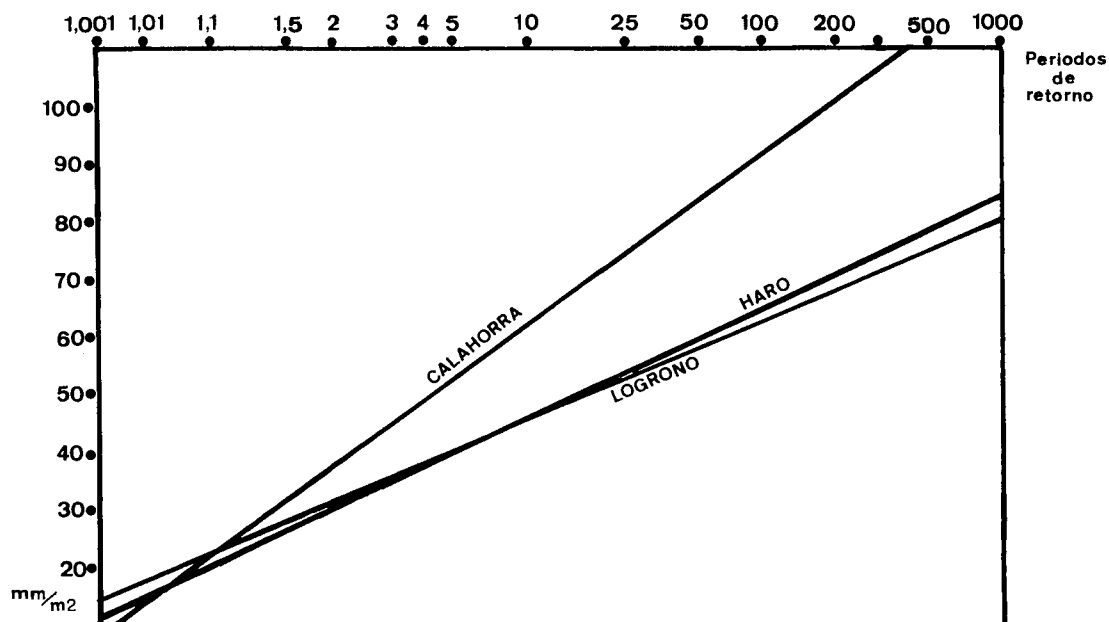
1. CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO

El trabajo se desarrolla en el sector riojano de la Depresión del Ebro. Litológicamente está constituida por materiales de facies continental, con predominio de areniscas, arcillas margosas y arenas, así como evaporitas de origen lacustre, entre las que destacan los yesos (RIBA, 1964). Esta litología ha favorecido la génesis de suaves pendientes. En efecto, el relieve de La Rioja se resuelve en distintos niveles de glacis y terrazas que alternan con restos de plataformas estructurales (GONZALO, 1981). Dichas formas, bien en su estado inicial o en su evolución posterior, originan una morfología ondulada con interfluvios frecuentes poco definidos y amplias vallonadas. Este relieve está además condicionado por el carácter somontano de La Rioja, a lo que contribuye la cercanía de la Ibérica al Ebro.

El clima es mediterráneo con tendencia a la continentalización, más acusada en La Rioja Baja que en la Rioja Alta. Las precipitaciones medias anuales disminuyen de W a E desde los 460 l./m.² de Haro a los 396 l./m.² de Calahorra, con incrementos progresivos conforme se avanza hacia el sur. Los máximos son equinocciales y el balance hídrico acusa falta de agua en julio-agosto en Haro y Logroño, meses a los que se añade septiembre en Calahorra.

La intensidad de la precipitación no es elevada, si tenemos en cuenta que los máximos registros diarios apenas superan los 60 l./m.² en los últimos 35 años. En Logroño durante el período 1980-84 la mayor precipitación registrada en 30 minutos fue de 26,9 l./m.² el 24 de junio de 1983. Por otro lado, ajustando una curva de Gumbel –para distintos períodos de retorno– se aprecia que las intensidades son más bien medio-cres (vid. tabla 1 y gráfico 1).

GRAF. N.º 1. PRECIPITACIONES MAXIMAS PARA VARIOS PERIODOS DE RETORNO

Tabla 1: Precipitaciones máximas diarias para varios periodos de retorno ($l/m.^2/a$)

	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
HARO	40,1	46,3	54,0	59,8	65,5
LOGROÑO	40,3	45,1	53,1	58,4	63,7
CALAHORRA	53,0	62,5	74,5	83,4	92,3

Conviene también señalar que la intensidad aumenta desde La Rioja Alta a La Rioja Baja, por mayor influencia del Mediterráneo, lo que se manifiesta en el mayor número de días con registros superiores a $20 l/m.^2$ (Vid. tabla 3). La intensidad es más elevada en otoño; no obstante las tormentas veraniegas provocan picos instantáneos importantes, mientras que en primavera, y en menor medida en invierno, no son extraños temporales intensos y duraderos. La tabla 2 recoge las precipitaciones registradas en varios días de lluvias seguidos:

Tabla 2: Lluvias máximas en $l/m.^2$ en 1, 2, 3,.... 8 días consecutivos en el llano riojano

Estación/nº días	1	2	3	4	5	6	7	8
HARO	56	56	56	56	69,8	100,3	100,3	100,3
LOGROÑO	58,9	58,9	63,8	81,3	101	101	121,3	148,7
CALAHORRA	66	66	66	107,5	107,5	107,5	107,5	107,5

Predominan los suelos *Xerorthent (Typic)* y *Xerochrept (Typic)*. La textura es preferentemente arenosa, según se deduce de 35 muestras de suelos tomadas en distintos puntos del área de estudio (LASANTA y ORTIGOSA, 1984). Dicha textura ofrece

escasa resistencia a la erosión de las aguas de escorrentía. Fortier y Scobey (tomado de AGUILLO *et al.*, 1982) señalan la velocidad mínima necesaria para que una lámina de escurrimiento de aguas claras produzca erosión según el tipo de textura; los suelos más erosionables son los de arena muy fina seguidos de los de textura franco-arenosa. La estructura, por lo general, es buena, con presencia de agregados estables. No obstante, cabe señalar que en suelos cultivados esta característica se altera con bastante facilidad con el laboreo; así, por ejemplo, una remoción con suelo húmedo transforma una estructura grumosa en otra masiva o de bloques.

2. PRACTICAS DE LABOREO EN VIÑEDOS

A continuación explicamos aquellos trabajos realizados por el agricultor que tienen repercusiones hidromorfológicas. Describimos los tres sistemas de laboreo (tradicional, con herbicida y mixto) que se emplean actualmente en La Rioja.

2.1. El método tradicional

En el sistema tradicional tan sólo el primer surco se da con cierta profundidad (labor de volteo). En laderas se realiza transversal a la pendiente y se voltea la tierra hacia arriba, con el fin de remontar tierra y contrarrestar de alguna forma la actuación de la gravedad, que toma tierra de las partes altas y la acumula en las bajas. El resto de las labores se ejecutan con aperos de escasa incisión, pues tienen como principal misión evitar el crecimiento de las malas hierbas y favorecer la infiltración y aireación del suelo. Con este laboreo superficial se pretende dañar lo menos posible las raíces, que en este momento están ya en plena actividad biológica. Los trabajos de remoción del suelo se extienden desde principios de marzo a mitad de julio, momento a partir del cual las malas hierbas encuentran dificultades para crecer al tropezar con un balance hídrico negativo; además el crecimiento de los sarmientos dificulta el paso de los animales de labranza. Siempre se realizan siguiendo las curvas de nivel para que el animal trabaje menos. Por otro lado, el sistema resulta bastante eficaz para retener las aguas de lluvia cuando no alcanzan grandes intensidades, pues hay que tener en cuenta que la remoción frecuente mantiene una porosidad edáfica elevada que favorece la infiltración del agua.

No obstante, la dirección del último laboreo depende bastante de la topografía concreta de la parcela. Cuando en ella aparecen pequeñas vallonadas e interfluvios configurando un relieve ondulado, como consecuencia de la disección de glacis y terrazas, prefieren labrar a favor de la pendiente con el fin de que cada surco lleve tan sólo la escorrentía que recibe y así evitar que se concentre en las vallonadas, lo que incrementaría la capacidad erosiva de la escorrentía. Incluso algún agricultor –los menos– ara en diagonal, procurando que el desnivel de los surcos sea el justo para que el agua no se acumule ni corra demasiado como para arrancar y transportar materiales. De esta forma las aguas de escorrentía son conducidas hasta un canal de drenaje localizado en un lateral de la finca. La dirección de la última pasada es fundamental, ya que es a partir de este momento cuando la capacidad de infiltración del suelo disminuye y cuando se registran las lluvias de mayor intensidad, además de permanecer durante mucho más tiempo la viña con este sentido de laboreo.

En definitiva, lo que caracteriza a las viñas sometidas a un laboreo tradicional es la remoción del suelo varias veces –al menos cinco– entre marzo y julio, y que ello puede realizarse en todas direcciones.

2.2. El método con herbicida

El sistema anterior comenzó a decaer desde hace unos 20 años, conforme la mecanización del campo aumentaba y disminuían la población activa agrícola y los animales de tiro. Coincidió además con un momento de precios bajos de la uva y, por lo tanto, de escasa rentabilidad de la viña. Muchos agricultores reaccionaron arrancando viñas o reduciendo en lo posible la inversión de trabajo. Ello se tradujo en la eliminación de la remoción del suelo, que fue sustituida por la aplicación de un herbicida que se derrama sobre la tierra en invierno. Durante los primeros años la experiencia fue positiva, pues los rendimientos aumentaban, quizás por no dañar las raíces con los aperos de labranza. NOGUERA (1980) da producciones más elevadas con este sistema de laboreo que con el tradicional, referidas a los tres primeros años de puesta en práctica. Sin embargo, la mayor parte de los agricultores opinan que a partir de cierto número de años la producción disminuye, quizás debido a que las raíces reciben muy poca agua. De hecho, tras unos años sin remover el suelo, éste aparece muy endurecido en superficie, dificultando la infiltración. Por otro lado, los herbicidas empleados combaten eficazmente las malas hierbas anuales pero se les escapan algunas vivaces como la grama (*Cynodon Dactylon*) y la correhuela (*Convolvulus arvensis*). Esto obliga al agricultor a utilizar productos químicos más concentrados o a cavar las malas hierbas; de lo contrario, éstas cubren paulatinamente la parcela. La última alternativa es la más frecuente.

La característica fundamental, pues, de este método es que no se remueve el suelo, por lo que al cabo de unos años en la superficie aparece una delgada costra muy endurecida. Asimismo, en la mayoría de las parcelas se desarrolla una densa cubierta vegetal que llega a cubrir gran parte del suelo.

Todos estos hechos han condicionado la disminución de las viñas tratadas con herbicida. Este sistema es empleado tan sólo por agricultores a tiempo parcial con muy poca superficie de viña, de forma que les sería muy difícil rentabilizar cualquier inversión en maquinaria, o en viñas muy viejas –algunas casi centenarias– donde las cepas se prestan poco a la introducción de aperos, al contar con un desarrollo de sarmientos disperso.

2.3. El método mixto

En la actualidad el sistema más empleado es el que podemos denominar mixto, en el que se remueve el suelo y se utiliza herbicida. La puesta en práctica de esta modalidad de laboreo responde tanto a los inconvenientes de los anteriores como a la subida del precio de la uva durante los últimos años. Ello ha permitido que se plantasen nuevas viñas adaptadas al laboreo con tractor o que algunos agricultores hayan comprado un segundo tractor más pequeño capaz de trabajar en las viejas viñas.

El método se basa en la aplicación de un herbicida preemergente durante el invierno y a continuación se pasa un apero de escasa incisión para facilitar la infiltración del agua en el suelo y su aireación²; así, pues, los rasgos más notables de este método son la ausencia de cubierta vegetal durante todo el año y, por otro lado, que el suelo se encuentra removido tan sólo unos días.

A la hora de utilizar este último sistema tiene gran importancia el *marco de plantación* o distancia entre las cepas. Tradicionalmente la separación entre las vides era de 1,70 m. y al espacio interfiliar se le denomina *marco real*. Ello permitía seis surcos en cada «ancha» en todas las direcciones. Sin embargo, en las viñas de nueva plantación se amplía la separación entre las hileras a un mínimo de 3 m., mientras que se reduce la distancia entre las cepas de cada hilera a 1,30 m. (*marco rectangular*) de forma que sólo se puede labrar en una dirección. Lo normal es que ésta guarde relación con la figura de la finca, disponiéndose las hileras en el sentido del lado más largo con el fin de ahorrar tiempo en el laboreo, por disminuir el número de vueltas, y aumentar la densidad de las cepas. Sin embargo, a partir de un umbral de desnivel la única forma de labrar es a favor de la pendiente para evitar peligro de vuelco de la maquinaria.

El marco de plantación condiciona así en las nuevas viñas el sistema de laboreo siguiendo curvas de nivel (S.C.N.) o perpendicular a las curvas de nivel (P.C.N.), dependiendo de la forma de la parcela el que éste sea el adecuado o no, mientras que antaño el agricultor podía utilizar aquel que le resultase más beneficioso. Por otro lado, también influye en la cubierta vegetal a nivel subaéreo como veremos posteriormente.

Junto al laboreo, la cubierta vegetal desempeña un papel destacado en el control de la escorrentía y de las tasas de erosión. En viñas cabe considerarla a dos niveles: subaéreo y superficial. El primer nivel se refiere al cubrimiento que ofrece la parra y que evoluciona a lo largo del año siguiente el ciclo de la vid. En la tabla 3 se recoge el cubrimiento vegetal mensual de las viñas con marco real en relación con las precipitaciones más intensas y duraderas.

2. Sin embargo, aumenta progresivamente el número de agricultores que prefieren remover el suelo más veces cada año. La razón obedece más al intento de conservar un buen estado hídrico del suelo que a la eliminación de las malas hierbas, que apenas logran ahora salir. Quiere evitar el agricultor que el suelo se apelmace y aparezcan grietas de retracción que favorecen una evaporación más profunda, disminuyendo la disponibilidad de agua para las raíces. Estas labores tienen mayor interés cuanto más elevada sea la proporción de arcillas. Todas las pasadas se realizan con una grada de escasa incisión, ya que su única misión es remover los primeros centímetros del suelo sin perjudicar las raíces. Incluso algunos agricultores no derraman herbicida en el «ancha» (espacio entre dos hileras de cepa) y tan sólo lo hacen en el renque, entre cepa y cepa; es decir, allí donde el tractor no puede trabajar. En definitiva, se está volviendo al sistema tradicional pero con los inconvenientes del nuevo marco de plantación que permite el laboreo tan sólo en una dirección.

Tabla 3: *Relación entre cubrimiento vegetal y erosividad de las precipitaciones*

MES	% Cub. Vegetal	1			2			3		
		HARO	LOGR.	CALAH.	HARO	LOGR.	CALAH.	HARO	LOGR.	CALAH.
E	5	3,7	3,24	4,78	4,24	5,88	8,16	10,34	6,99	10,34
F	5	3,3	2,95	4,95	4,28	2,35	4,08	3,44	–	3,44
M	5	3,6	3,48	6,64	2,85	1,18	4,08	3,44	–	3,44
A	20	4,47	3,66	6,83	10,0	9,41	8,16	3,44	3,44	13,79
My	40	4,29	4,37	5,88	11,4	8,24	12,24	13,79	10,34	13,79
J	65	6,11	5,27	7,02	18,5	15,29	16,32	24,13	13,79	17,27
Jl	80	4,66	4,77	7,56	5,78	8,24	10,20	3,44	10,34	3,44
A	80	5,00	4,78	6,33	4,28	4,71	4,08	–	3,44	3,44
S	80	5,84	5,08	5,98	10,00	14,12	2,04	6,89	17,27	6,89
O	70	4,81	4,22	5,19	7,1	11,76	8,16	10,34	13,99	–
N	5	3,98	4,18	8,00	7,1	11,76	16,32	13,27	13,79	13,79
D	5	3,57	3,48	5,50	4,28	7,06	6,12	3,44	6,89	10,34

1. Intensidad de precipitación media mensual.
2. Frecuencia de precipitaciones superiores a 20 l/m².
3. Frecuencia anual de lluvias continuas (%).

Puede comprobarse que la protección de la cubierta vegetal es casi nula desde noviembre a marzo inclusives. Coincide con las lluvias intensas de otoño, especialmente en La Rioja Baja, y con las lluvias continuadas de invierno. A partir de abril el porcentaje de suelo desnudo disminuye progresivamente hasta que en los meses veraniegos se alcanza el cubrimiento en torno al 80%. Pese a ello no son extraños flujos de agua, ligados a tormentas del estío o a las lluvias abundantes de primavera. En las viñas de nueva plantación –*marco rectangular*– queda en el centro de las «anchas» una proporción elevada de suelo desnudo, de forma que la parra apenas alcanza el 50% de cubrimiento en el momento de máximo desarrollo.

A nivel superficial la presencia de arvenses es casi siempre escasa al impedir su crecimiento el agricultor, salvo en el laboreo con herbicida, donde al cabo de unos años la vegetación cubre la mayor parte de la superficie. Se trata de una vegetación agostada por efecto del herbicida, donde destacan algunas gramíneas (*Cynodon Dactylon*, *Crypsis schoenoides*) y otros tipos de plantas como: *Convolvulus arvensis*, *Sorghum halepense*, *Chenopodium polysperum*, *L.*, etc. (OCETE *et al.*, 1985).

La utilización de un determinado tipo de laboreo tiene indudables repercusiones en las pérdidas edáficas, ya que el suelo recibe un tratamiento distinto. En el sistema tradicional la tierra permanece removida durante la primavera y buena parte del verano, favoreciendo la percolación del agua. En el laboreo con herbicida el apelmazamiento del suelo disminuye en gran medida la infiltración, salvo cuando crece una cubierta vegetal que ejerce un papel protector frente a las precipitaciones. Con el laboreo mixto se impide el crecimiento de la vegetación además de mantener el suelo endurecido la mayor parte del año. Parece deducirse, pues, que con este sistema se producen las mayores pérdidas edáficas. En el apartado siguiente aportaremos información al respecto.

Gran importancia tiene también el sentido de laboreo, si éste se realiza siguiendo la pendiente o perpendicular a ella, ya que de ello depende en buena parte las tasas de escorrentía y de erosión. De ahí, que el agricultor –como hemos visto– pusiera gran interés en la forma de llevar a cabo estos trabajos.

3. ALGUNOS ASPECTOS DEL FUNCIONAMIENTO HIDROMORFOLOGICO DE VIÑEDOS

En las páginas siguientes reflejamos algunos resultados iniciales sobre el funcionamiento hidromorfológico de viñedos.

3.1. Infiltración

La capacidad de un suelo para recibir agua puede considerarse como la respuesta inicial que dicho suelo es capaz de dar a una precipitación. De la tasa de infiltración depende la existencia o no de la escorrentía superficial y el arrastre de sólidos. Siguiendo a varios autores: DUNNE Y LEOPOLD (1978), THORNES (1980), CHORLEY (1980) y BULAINÉ (1981) entre otros, puede señalarse que la entrada de agua en el suelo es inicialmente muy alta y decae rápidamente hasta alcanzar una tasa constante. Experimentos llevados a cabo en viñedos de La Rioja coinciden con este planteamiento (LASANTA 1985b); de forma que puede distinguirse una tasa de infiltración inicial y una tasa de infiltración constante. El paso de la primera a la segunda suele ocurrir transcurridos 6-9 minutos. La tasa de infiltración inicial oscila normalmente entre 20-100 cm/h., aunque en ocasiones supera dichos valores; por su parte, la tasa de infiltración final queda reducida casi siempre a menos de 10 cm/h., no alcanzando en ocasiones ni 1 cm/h. (vid. tabla 4)

En general en las parcelas sometidas a laboreo con herbicida la infiltración es muy elevada si la cubierta vegetal cubre gran parte del suelo. Por el contrario, las tasas de infiltración más bajas corresponden al laboreo mixto, salvo cuando se trata de un suelo con elevado porcentaje de arenas gruesas (a partir del 35%), en cuyo caso la percolación del agua se produce de forma más rápida.

3.2. Escorrentía

Los resultados que aportamos corresponden a los datos obtenidos a partir de ocho parcelas experimentales que se instalaron en La Rioja central entre agosto de 1982 y mayo de 1983 (LASANTA y ORTIGOSA, 1983). Durante este período se registraron 93 días de lluvia con intensidades que oscilaron entre 0,1 l/m.² y 31,8 l/m.². De ellos tan sólo en 22 días se produjo escorrentía, con coeficientes muy bajos, pues los valores medios de los coeficientes de escorrentía se sitúan entre 0,002 y 0,013 l/m.² (vid. tabla 5) y muy pocas veces se superó el 1 % de la precipitación. El 55% de los días con escorrentía ocurrieron en otoño como consecuencia de la mayor intensidad de las precipitaciones y la menor protección del suelo. No obstante, bajas precipitaciones fueron

Tabla 4: Tasas de infiltración en viñedos riojanos en relación con varios factores edáficos

TIPO DE LABOREO	GRANULOMETRIA (%)		ESTADO DEL SUELO	TASAS DE INFILTRACION (cm./h.)									
	P. Alta	P. Baja		T. inicial	T. fin	Parte Baja T. inici.	Parte Baja T. final						
TRADICIONAL	Arena gr.	3,5	2,4	Apelmazado	45	0,5	50	3					
	Arena f.	40,4	43,6										
	Limo	28,6	25						Semiapelmazado	35	2	45	2
	Arcilla	27,5	29,0						Removido	304	0,5	200	1
TRADICIONAL	Arena gr.	49,8	26,1	Semiapelmazado	400	12	250	10					
	Arena f.	28,2	43,3										
	Limo	10,2	19,3										
	Arcilla	11,8	11,3										
HERBICIDA	Arena gr.	25,6	30,3	Apelmazado	108	30	114	32					
	Arena f.	48,7	50,1										
	Limo	11,6	9,6										
	Arcilla	14,1	10,0										
MIXTO	Arena gr.	6,0	2,5	Apelmazado	120	20	48	10					
	Arena f.	62,5	58,2										
	Limo	12,4	21,3						Semiapelmazado	56	8	62	2
	Arcilla	19,1	18,0						Removido	38	4	38	2
MIXTO	Arena gr.	37,2	24,2	Apelmazado	58	10	52	6					
	Arena f.	40,6	51,6										
	Limo	10,8	9,6						Semiapelmazado	244	4	104	8
	Arcilla	11,4	14,6						Removido	72	6	82	4

capaces de generar escorrentía; así durante el período de observación bastaron para ello 3,1 l/m.²

Los mayores volúmenes de escorrentía se produjeron en las parcelas sometidas a laboreo mixto y más aún si se labró en el sentido de la pendiente. Las tasas más bajas se registraron con un laboreo tradicional siguiendo curvas de nivel. Asimismo, el flujo superficial fue de escasa entidad en las parcelas con laboreo de herbicida (vid. gráfico 2).

Tabla 5: *Coefficientes de escorrentía y transporte de sólidos en parcelas experimentales*

	LABOREO					
	TRADIC. S.C.N.	TRADIC. P.C.N.	HERBIC.	MIXTO S.C.N.	MIXTO P.C.N.	MIXTO P.C.N.
Superficie (m. ²)	13,28	3,13	8,32	18,23	13,28	14,11
Pendiente (%)	20	15,5	20	35,5	20	11,1
Orientación	SE	W	SE	SE	SE	S
Cantos superf. (%)	40	5	40	40	40	10
Granulometría (%)						
Arena gr.	23,4	1	26,1	33,1	27,2	9,3
Arena f.	46,4	40,1	48,4	45,7	49,6	62,7
Limo	10,3	32	12,2	10,8	12,1	13,2
Arcilla	12,7	26,9	13,1	10,4	11,1	14,8
Nº de días con registro de escorrentía	11	12	18	18	19	22
Coef. máximo de escorrentía (l/m. ²)	0,0094	0,0497	0,0200	0,0180	0,036	0,0358
Q	0,0023	0,0132	0,0036	0,0053	0,009	0,0123
Transp. máximo de sólidos (kg/ha)	3,11	15,591	1,50	0,982	14,86	97,69
Transp. total de sólidos (kg/ha)	9,4	32,748	7,739	5,099	50,49	173,01

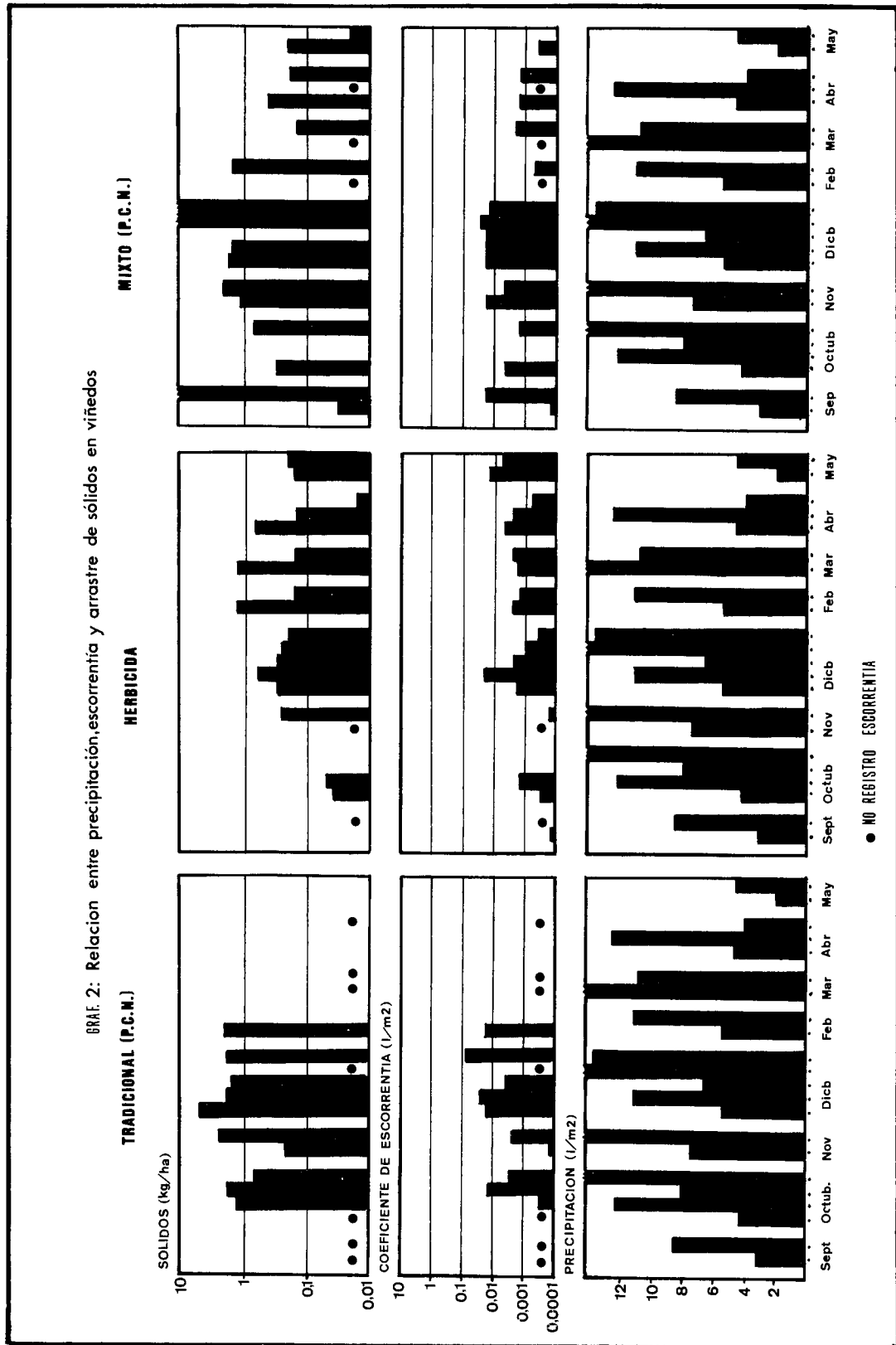
1 Q= valor medio de los coeficientes de escorrentía correspondientes a los eventos individuales.
El período estudiado comprende desde sept. de 1982 a mayo de 1983, ambos inclusivos; en dicho período se registraron 93 días de precipitación.

3.3. Transporte de sólidos

La escorrentía provoca siempre el transporte de partículas edáficas que son tomadas en una parte de la ladera y depositadas en otra.

La composición textural del suelo y el sistema de laboreo determinan la cuantía del material desplazado. Por lo general, las tasas desplazadas por el flujo superficial oscilan

GRAF. N.º 2. RELACION ENTRE PRECIPITACIONES, ESCORRENTIA Y ARRASTRE DE SOLIDOS EN VIÑEDOS



entre 100 g. y 2 kg/ha. por día con registro de escorrentía, aunque ocasionalmente llegan a superar los 10 Kg/ha (vid. tabla 5). Durante el período de experimentación la cantidad recogida más elevada fue de 97,69 kg/ha en una parcela concreta, con un elevado porcentaje de arena fina (62,7%) y con una precipitación de tan sólo 6,6 l/m.², siendo este caso bastante excepcional (LASANTA y ORTIGOSA, 1983). Las pérdidas más importantes de suelo se produjeron en las parcelas sometidas a laboreo mixto en el sentido de la pendiente, aunque también son muy altas en el sistema tradicional si se genera escorrentía con suelo recién removido; las tasas más bajas se registraron en aquellas parcelas tratadas con herbicida así como en las que el laboreo se realizó siguiendo curvas de nivel.

En relación con la escorrentía cabe considerar también el cambio granulométrico que se produce entre la parte alta y baja de una ladera. Para conocer dichos cambios seleccionamos 35 parcelas que representan los distintos tipos de laboreo y reúnen una serie de variables físicas que condicionan la génesis o control de la erosión (LASANTA y ORTIGOSA, 1984). Los resultados más destacados que pueden señalarse son los siguientes:

- La variabilidad de textura entre la cabecera y el pie de la ladera suele ser moderada.
- Es la partícula de tamaño arena fina la que se desplaza con mayor facilidad. De hecho, es la única que lo hace con todos los métodos de laboreo.
- En el laboreo P.C.N., especialmente en el tradicional, se producen los mayores cambios granulométricos. Además en este sistema se transportan las partículas que muestran mayor resistencia a ello: arcillas y arena gruesas. Por el contrario, en los laboresos S.C.N. y con herbicida se producen pocos cambios texturales (vid. tabla 6).

En definitiva, de los resultados obtenidos se deduce que los mayores volúmenes de escorrentía se producen con un laboreo mixto perpendicular a las curvas de nivel, mientras que las tasas más elevadas de sólidos transportados se registraron con un suelo removido y labrado a favor de la pendiente. Por el contrario, en el método con herbicida ni la escorrentía ni el arrastre de sólidos parecen tener demasiada importancia. Asimismo, cuando el laboreo se realiza transversal a la pendiente son muy bajas tanto las tasas de escorrentía como las de sólidos desplazados.

Tabla 6: *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. 17 parcelas		TOTAL parcel. (%)	
	+	-	+	-	+	-	+	-
Incremento o dismin.	+	-	+	-	+	-	+	-
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

4. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

En las páginas precedentes hemos visto las distintas prácticas de laboreo que el agricultor utiliza en viñedos y algunas de las repercusiones hidromorfológicas que de ello se derivan. A partir de estos datos podemos discutir sobre el papel que cada sistema de laboreo desempeña en la génesis o freno de la erosión.

A grandes rasgos podemos afirmar que la tasa de infiltración inicial está vinculada fundamentalmente al sistema de laboreo que condiciona el estado higrométrico del suelo así como la existencia de poros, fisuras y grietas para que el agua percole. Sin embargo, la tasa de infiltración constante se relaciona más con las condiciones físicas del suelo; en este sentido los suelos con alto porcentaje de arenas gruesas mantienen una infiltración elevada durante mucho tiempo, mientras que los suelos arcillosos se saturan rápidamente (LASANTA, 1985b).

La infiltración alcanza sus valores más elevados en las parcelas sometidas a laboreo con herbicida. Esto se explica porque gran parte de la vegetación –aunque agostada – permanece en el suelo, favoreciendo la existencia de un entramado de raíces que abre vías a la penetración del agua en el suelo. No otra es la razón de que estas parcelas sean las que produzcan una baja tasa de escorrentía, pues como es bien sabido este parámetro se halla negativamente correlacionado con la infiltración. A veces, no obstante, si la cubierta vegetal no es muy densa, la escorrentía aumenta dado que tiende a formarse una microcostra superficial en el suelo.

La menor infiltración se produce, por el contrario, en las parcelas con laboreo mixto. Ello se debe a la ausencia de una vegetación protectora y a la permanencia de un suelo relativamente apelmazado durante la mayor parte del año. Es en estas parcelas donde precisamente se han registrado los mayores volúmenes de escorrentía, sobre todo si se han labrado a favor de la pendiente; las mismas huellas dejadas por los aperos de labranza determinan la concentración del flujo hídrico, generando fenómenos de rigolización (LASANTA, 1985)

Por su parte el laboreo tradicional siguiendo las curvas de nivel apenas produce escorrentía, ya que la frecuente remoción del suelo y las depresiones que crean los surcos resultan suficientes para retener bajas intensidades de precipitación. Cuando éstas son elevadas, el agua puede desbordar los surcos y concentrarse en concavidades topográficas, adquiriendo entonces notables proporciones erosivas (HUDSON, 1982; TRICART, 1978). Es en estas circunstancias cuando hemos hallado las rigolas más espectaculares, contra las que el agricultor pretende luchar arando la última vez a favor de la pendiente. Este método puede parecer contradictorio pero lo cierto es que así se reduce muchísimo el área de drenaje de cada surco abierto por el tractor y, por lo tanto, disminuye la eficacia de la escorrentía. Claro está, dicho sistema sólo parece aconsejable en muy especiales circunstancias, cual es el caso de una topografía suavemente accidentada en las que son frecuentes las concavidades correspondientes a muy antiguas líneas de drenaje.

Lógicamente las tasas de infiltración y escorrentía ejercen un control sobre las tasas de transporte de sólidos. Las más elevadas se registraron en las parcelas sometidas a laboreo en el sentido de la pendiente, en especial si el suelo cuenta con un elevado porcentaje de arena fina. Este fenómeno se explica por dos razones:

- a) La frecuente remoción del suelo permite que éste se encuentre suelto, de forma que ante precipitaciones intensas algunas de las partículas móviles pueden ser fácilmente desplazadas.

- b) Los suelos con mayor porcentaje de arena fina presentan una estructura menos coherente. Así lo señalan, entre otros, DUNNE y LEOPOLD (1978), EVANS (1980), THOMPSON y TROEH (1980), y AGUILO *et al.*, (1981).

Las menores tasas de erosión se registraron, como era de esperar, en el laboreo con herbicida. Creemos que ello se debe, por un lado a la importante infiltración detectada y, por otro lado, a la existencia de una cubierta vegetal agostada que reduce el efecto de *splash* y disminuye la velocidad de escorrentía; además el suelo presenta en superficie una delgada costra muy endurecida, poco removible si la precipitación no es intensa.

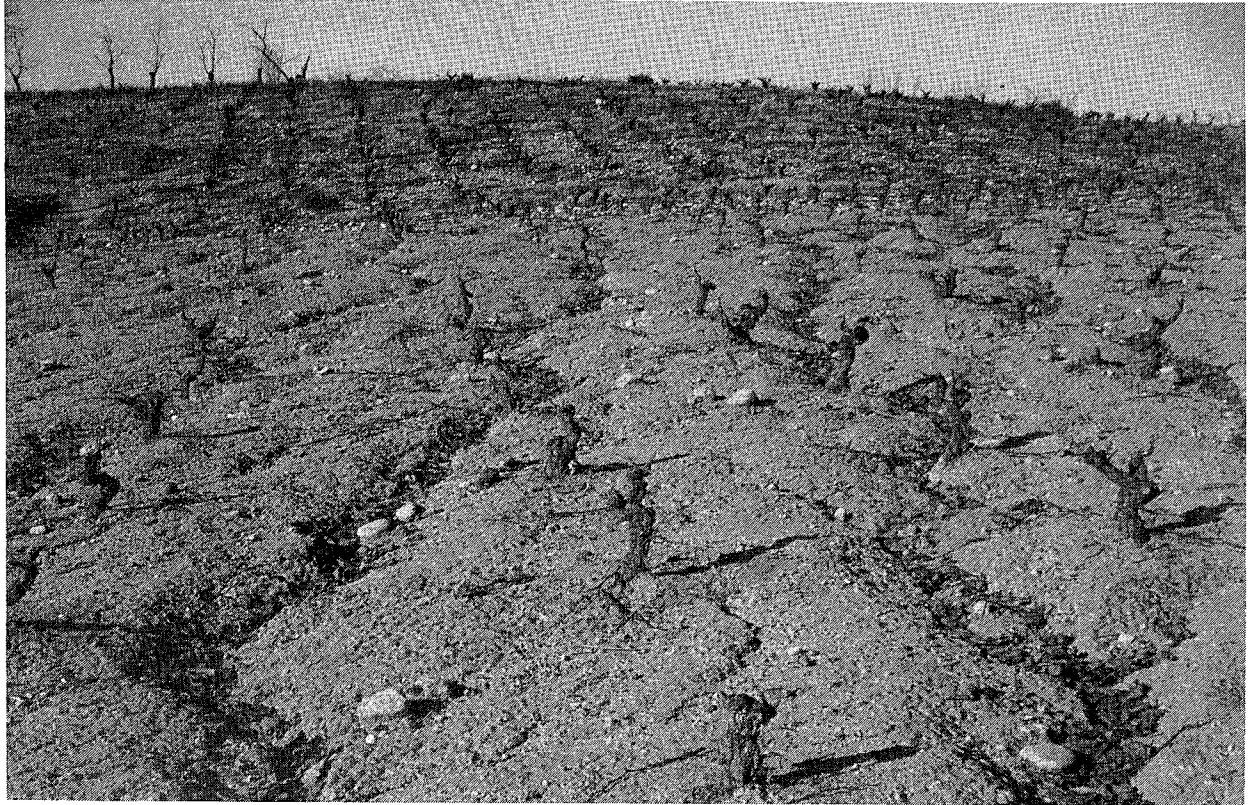
En conclusión, ante condiciones similares de pendiente, el control de la degradación de los suelos en viñedos recae sobre el método de laboreo y sobre las características texturales del suelo. El primero condiciona las tasas de infiltración/escorrentía y, por tanto, la cantidad de agua que está en condiciones de erosionar así como su distribución espacial. Las segundas justifican en parte la capacidad de infiltración del suelo y la cohesión de las partículas. Por eso mismo, el laboreo con herbicida y los suelos franco-arcillosos o franco-arenosos (con predominio de arena gruesa) representan el modelo más conservador dentro del cultivo del viñedo. El laboreo mixto, al reducir la infiltración, genera más escorrentía y más energía erosiva, y a la vez los suelos con abundante arena fina se muestran más inclinados a la disgregación por las aguas de lluvia y por el flujo hídrico superficial.

Sin embargo, el método con herbicida parece menos viable desde un punto de vista económico al disminuir a largo plazo la producción. Por otra parte, el laboreo siguiendo las curvas de nivel –que en la mayor parte de los casos también se muestra como conservacionista– se encuentra condicionado por el marco de plantación, que a veces poco tiene que ver con criterios de protección del suelo.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILO BONNIN, J. *et al.*, 1981. Causas de destrucción del suelo. *IN Tratado del Medio Natural* 1: 499-543, Madrid.
- BOULAINÉ, J., 1981. *La agrología*. Oikos-Tau, 160 pp., Barcelona.
- CHORLEY, R.J., 1980. The hillslope hydrology cycle. In *Hillslope hydrology* (M.J. Kirkby Ed.) Wiley and Sons, London.
- DUNNE, T., & LEOPOLD, L.B., 1978. *Water in environmental planning*. Freeman and co., 818 pp., San Francisco.
- EVANS, R., 1980. Mechanics of water erosion and their spatial and temporal controls: an empirical viewpoint. In *Soil Erosion* (ed. M.J. KIRKBY & R.P.C. MORGAN), John Wiley & Sons: 109-128, London.
- GONZALO MORENO, A.N., 1981. *El relieve de La Rioja; Análisis de Geomorfología Estructural*. Instituto de Estudios Riojanos (I.E.R.), 2 Vols., Logroño.
- HOLLIS, G.E., 1979. The hydrological effects of man's activity: A.V.C. Perspective. *Man's impact on the hydrological cycle in the United Kingdom*. Geo Abstract, Ltd: 1-5, Norwich.

- HUDSON, N.W., 1982. *Conservación del suelo*. Reverté, 335 pp., Barcelona.
- KIRKBY, M.J., 1980. The problem. In *Soil Erosion* (ed. by KIRKBY & MORGAN). John Wiley, 1-16, London.
- LASANTA MARTÍNEZ, T., 1985. *Aportación al estudio de la erosión hídrica en campos cultivados de La Rioja*. I.E.R., 152 pp., Logroño.
- LASANTA MARTÍNEZ, T., 1985b. Experiencias de infiltración en viñedos de La Rioja. *Actas del I Coloquio sobre Geografía de la Rioja (I.E.R.)*: 81-92. Logroño.
- LASANTA, T. y ORTIGOSA, L. M.^a, 1983. Aproximación al comportamiento hidromorfológico de laderas cultivadas con viñas. *VIII Coloquio de Geógrafos Españoles*: 100-107, Barcelona.
- LASANTA, T. y ORTIGOSA, L. M.^a, 1984. El papel de la esorrentía en la organización textural de suelos cultivados en pendiente: modelos en viñedos de La Rioja. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, X: 99-111, Logroño.
- MESSER, T., 1978. Influence de trois techniques culturales sur l'érosion des sols dans le vignoble alsacien. *Rev. Rech. Geograp. à Strasbourg*, n.º 9. Strasbourg.
- MORGAN, R.P.C., 1980. Implications. In *Soil Erosion* (ed. by KIRKBY & MORGAN). John Wiley, 252-301, London.
- NOGUERA PUJOL, J., 1980. *Viticultura práctica*. Dilagro, 370 pp., Lérida.
- OCETE RUBIO, R., OCETE RUBIO, M.E. y PEREZ IZQUIERDO, M.A., 1985. Contribución al conocimiento de la flora estival espontánea en un área de viñedos de La Rioja Alta. *Zubía*, 3: 151-164, Logroño.
- 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.
- RICHTER, G., 1980. Three years of measurements in vineyards of the Moselle-Region-some preliminary results. *Z. Geomorphologie N.F.* Berlín: 81-91, Stuttgart.
- SCHWING, J.F., 1979. Cartographie de l'érosion en milieu agricole: méthodes et principaux résultats en fonction des différents substrats et pentes. Exemple du vignoble alsacien. *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F., 23: 199-214, Berlín.
- THOMPSON, L.M. & TROEH, F.R., 1980. *Los suelos y su fertilidad*. Ed. Reverté. Barcelona.
- THORNES, J.B., 1980. Erosional processes of running water and their spatial and temporal controls: a theoretical viewpoint. In: *Soil erosion* (Ed. M.J. KIRKBY & R.P.C. MORGAN) John Wiley & Sons, pp. 129-181, London.
- TRICART, J., 1978. *Géomorphologie applicable*. Ed. Masson, 240 pp., París.
- TROPEANO, D., 1983. Soil erosion on vineyards in the Tertiary Piedmontese Basin (Northwestern Italy): Studies on experimental areas. In: *de Ploey (Ed.): Rainfall Simulation, Runoff and Soil Erosion Catena Supplement*, 4: 115-127, Brannscheweig.



Rigolas en viñedo. Siguen la dirección de la máxima pendiente.



Acumulación en el sector inferior de la viña tras las lluvias intensas de agosto de 1987.

