

# Avances de la Geomorfología en España 2012-2014

Susanne Schnabel y Álvaro Gómez Gutiérrez  
(editores)



Avances de la Geomorfología en España 2012-2014

Editores: Susanne Schnabel y Álvaro Gómez Gutiérrez

XIII Reunión Nacional de Geomorfología, Cáceres, 2014.

ISBN: 978-84-617-1123-9

## XIII REUNIÓN NACIONAL DE GEOMORFOLOGÍA

Cáceres, 9-12 de Septiembre de 2014

### COMITÉ CIENTÍFICO

- Susanne Schnabel (Universidad de Extremadura)
- Augusto Pérez Alberti (Universidad de Santiago de Compostela)
- Gerardo Benito (Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Madrid)
- Adolfo Calvo Cases (Universidad de Valencia)
- Rosa M<sup>a</sup> Carrasco González (Universidad de Castilla La Mancha)
- Christian Conoscenti (Università degli Studi di Palermo)
- Jordi Corominas Dulcet (Universidad Politécnica de Cataluña)
- Andrés Díez Herrero (IGME)
- Germán Flor Rodríguez (Universidad de Oviedo)
- Francesc Gallart (Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, CSIC)
- Guillermina Garzón Heydt (Universidad Complutense de Madrid)
- Álvaro Gómez Gutiérrez (Universidad de Extremadura)
- Alberto González Díez (Universidad de Cantabria)
- Juan Antonio González Martín (Universidad Autónoma de Madrid)
- Javier Gracia Prieto (Universidad de Cádiz)
- David Regüés, (Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC)
- M<sup>a</sup> Asunción Romero Díaz (Universidad de Murcia)
- Enrique Serrano Cañadas (Universidad de Valladolid)
- Albert Solé Benet (Estación Experimental de Zonas Áridas, CSIC)
- Xavier Úbeda Cartaña (Universidad de Barcelona)
- Damià Vericat (Universidad de Lleida)
- Juan Ramón Vidal Romaní (Universidad de La Coruña)
- Javier Benavente González (Universidad de Cádiz)
- Celso García García (Universitat de les Illes Balears)

### COMITÉ ORGANIZADOR

- Schnabel, Susanne (Presidenta)
- Gómez Gutiérrez, Álvaro (Secretario)
- J. Francisco Lavado Contador
- Garzón Heydt, Guillermina
- Carrasco González, Rosa M<sup>a</sup>

D'ÀNEU (PIRINEO CATALÓN).....	163
<i>D. Vericat, R.J Batalla y A. Palau</i>	

COUPLING CHANNEL MORPHOLOGY AND ECOLOGICAL DIVERSITY IN A GRAVEL BED RIVER: MOPRHSSED CONCEPTUAL APPROACH AND EXPERIMENTAL DESIGN.....	167
<i>D. Vericat, R.J Batalla, C.N. Gibbins, J. Brasington, A. Tena, M. Béjar, E. Muñoz-Narciso, E. Ramos, G. Lobera, C. Buendia, J.A. López-Tarazón, M. Smith, J. Wheaton, R. López, J. Verdú, A. Palau</i>	

## II-EL FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN EN EROSIÓN DEL SUELO

MAPPING VEGETATION PATTERNS ON MEDITERRANEAN HILLSLOPES DOMINATED BY MACROCHLOA TENACISSIMA BY MEANS OF LIDAR AND OTHER RS IMAGERY.....	172
<i>A. Calvo-Cases, E. Zlotnik, I. Katra, P. Ginestar-Espi y E. Arnau-Rosalén</i>	

MEJORA DE LA EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN POR FLUJO CONCENTRADO EN TALUDES DE CARRETERAS SOBRE DIFERENTES MATERIALES EN ANDALUCÍA MEDIANTE FOTO-RECONSTRUCCIÓN.....	176
<i>C. Castillo, A. Rodríguez, J.V. Giráldez y J.A. Gómez</i>	

EROSIÓN DEL SUELO BAJO LLUVIAS DE ALTA INTENSIDAD Y REDUCIDA FRECUENCIA EN VIÑEDOS DEL ESTE PENINSULAR.....	180
<i>A. Cerdà, A. Novara, O. González, P. Pereira y A. Jordán</i>	

TRANSFERENCIA DE SEDIMENTO EN UNA CUENCA ALTAMENTE ANTROPIZADA Y AFECTADA POR INCENDIOS FORESTALES: SA FONT DE LA VILA, MALLORCA.....	184
<i>J. Estrany, J. Bauzá, J. García-Comendador, J. Gago y M. Carriqui</i>	

HIDROFOBICIDAD EN SUELOS QUEMADOS A DIFERENTE INTENSIDAD. EFECTOS A LARGO PLAZO Y ENSAYOS DE LABORATORIO.....	188
<i>M. Francos, A. Velasco y X. Úbeda</i>	

TASAS DE EROSIÓN Y BALANCES DE SEDIMENTO EN LAS CUENCAS DE VALLCEBRE: CONECTIVIDAD ESPACIO-TEMPORAL DEL TRANSPORTE E INCERTIDUMBRES ASOCIADAS.....	192
<i>F. Gallart, J. Latron, N. Martínez Carreras, N. Pérez-Gallego y G. Catari</i>	

RESPUESTA HIDROLÓGICA Y EROSIVA DE SUELOS CON ENMIENDAS EN CONDICIONES CLIMÁTICAS MEDITERRÁNEAS.....	196
<i>P. Hueso-González, J.F. Martínez-Murillo, A. Romero Díaz y J.D. Ruiz-Sinoga</i>	

COMPARACIÓN DE RESULTADOS MICROTOPOGRÁFICAS EN UNA SUPERFICIE MEDIANTE EL USO DE AGUJAS DE EROSIÓN.....	200
<i>C. Marín y G. Desir</i>	

EL PAISAJE SINGULAR DE LA CÁRCAVA ARENOSA DE RIBAGORDA (PERALEJOS DE LAS TRUCHAS, GUADALAJARA): PRODUCCIÓN DE SEDIMENTOS Y ORIGEN INDUCIDO POR LA ACTIVIDAD HUMANA.....	204
<i>Martín-Moreno, C., Fidalgo, C., González Martín, J.A., Martín Duque, J.F. y Zapico Alonso, I.</i>	

TIPOS DE TIEMPO, PRECIPITACIÓN Y EROSIÓN EN LA PENÍNSULA IBÉRICA.....	208
<i>E. Nadal-Romero, J.C. González-Hidalgo, N. Cortesi, G. Desir, J.A. Gómez, T., Lasanta, A. Lucía, C. Marín, J.F. Martínez-Murillo, E. Pacheco, M.L.,</i>	

## EROSIÓN DEL SUELO BAJO LLUVIAS DE ALTA INTENSIDAD Y REDUCIDA FRECUENCIA EN VIÑEDOS DEL ESTE PENINSULAR

*Soil erosion in vineyard under intense rainfall events*

A. Cerdà<sup>1</sup>, A. Novara<sup>2</sup>, O. González<sup>3</sup>, P. Pereira<sup>4</sup> y A. Jordán<sup>5</sup>

1 Soil Erosion and Degradation Research Group (SEDER). Departament de Geografia. Universitat de València. Blasco Ibàñez 28, 46010. Valencia. artemio.cerda@uv.es

2 Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, University of Palermo, Viale delle Scienze, 90128 Palermo, Italia.

3 University of Aveiro, CESAM - Centre for Environmental and Marine Studies, Environment & Planning Campus, Universitário 3810-193 Aveiro Portugal

4 Environmental Management Center, Mykolas Romeris University, Ateities g. 20, LT-08303 Vilnius, Lithuania  
5 MED\_Soil Research Group, Department of Crystallography, Mineralogy and Agricultural Chemistry, University of Sevilla. Profesor García González, 1, 41012, Sevilla, Spain

**Abstract:** Simulated rainfall experiments (68.2 mm h<sup>-1</sup>) on plots of 1 m<sup>2</sup> on two vineyards in Utiel and Moixent show high soil erosion rates. These measurements show that runoff rates and sediment concentration are very high due to the bare soils. Soil losses are 5.68 and 23.14 Mg ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, respectively, in the study areas and Moixent and Utiel. It is confirmed that the vineyards contribute to highly erodible soils.

**Palabras clave:** Erosión, Escorrentía, Viñedos, Laboreo, Precipitación

**Key words:** Erosion, Runoff, Vineyards, Tillage, Precipitation.

### 1. INTRODUCCIÓN

Después de Castilla-La Mancha y Extremadura, la Comunidad Valenciana es la región con mayor superficie de viña en España. En concreto, el 7,2 % (68.392 ha) de la superficie dedicada en España (952.020 ha) a la producción de vino se encuentra en las provincias de Alicante, Valencia y Castellón. Destaca la provincia de Valencia con casi un 6 % de su superficie total dedicada al viñedo. En su mayoría son cultivos de secano (50.935 ha), si bien el regadío tiende a crecer, especialmente con la expansión del riego localizado.

Los procesos de erosión son muy intensos en los ecosistemas mediterráneos cuando la cubierta vegetal es retirada (Cerdà et al., 2010). Y en el caso de los viñedos se produce la eliminación de la vegetación adventicia que deja el suelo desnudo, lo que favorece altas tasas de erosión (Arnáez et al., 2007). Es habitualmente el laboreo, más que el uso de herbicidas, el causante de una tradicional falta de cubierta vegetal. No obstante, las medidas de control de la erosión brillan por su ausencia en los viñedos mediterráneos.

Hasta el momento no se han realizado mediciones de la pérdida de suelo en los

viñedos del Este peninsular, a pesar de ser la tercera CCAA en superficie dedicada a la Vid. Este trabajo pretende aportar una información inicial de las tasas de erosión en estos suelos desnudos, por lo que se ha elegido la zona productora de Requena-Utiel, y la de Els Alforins como las más representativas del territorio valenciano.

El objetivo de este estudio es presentar las primeras mediciones de la pérdida de suelo en viñedos del Este peninsular bajo lluvias de reducida frecuencia pero alta magnitud, aquellas que son las causantes de fuertes pérdidas de suelo.

### 2. MATERIAL y MÉTODOS

Se seleccionaron dos explotaciones dedicadas a la producción de uva para vinificación en los términos municipales de Utiel (Finca el Renegado) y Moixent (Partida de les Alcusses, junto a la finca Pago Casa Gran). La precipitación media anual es de 485 mm en los dos casos y los suelos difieren en textura al ser el primero franco, y el segundo franco-arcilloso. El material parental es un depósito cuaternario en Utiel y margas del Terciario en Moixent. El manejo agrícola, por el contrario, es muy similar: Vides formadas en vaso, con 3-4

laboreos al año, sin adición de fertilizantes, y con tratamientos fitosanitarios convencionales. Las mediciones de la pérdida de suelo se realizaron con un simulador de lluvia que permite mojar una superficie de 3 m<sup>2</sup>, si bien sólo se utiliza para las mediciones 1 m<sup>2</sup>, quedando el resto como zona de amortiguación. Se utilizaron en este simulador 3 boquillas (Hardi-1553-12) que daban un coeficiente de Christiansen de 84.4 %. La lluvia se produjo con agua destilada. Las boquillas se colocaron a 2 m de altura lo que daba una velocidad terminal de 3,78 m s<sup>-1</sup> para tamaños de gota de 2,68 mm con una velocidad de caída de gota de 3,78 m s<sup>-1</sup> y una energía cinética de 9,34 J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup> con una presión de 1,75 bares. Las lluvias simuladas fueron de 68,2 mm h<sup>-1</sup> durante una hora y se realizaron 10 experimentos en cada una de las zonas de estudio. Las mediciones se realizaron en el centro de las calles (2 m de anchura entre cepas) y durante el mes de noviembre de 2011 con suelos húmedos y desnudos de vegetación, pero sin laboreo desde julio y tras el paso de los operarios y maquinaria para la realización de la vendimia. Cada experimento duró una hora, y se tomaron muestras de escorrentía y sedimentos (desección de la muestra) cada minuto, además de muestras de suelo para determinar el contenido de materia orgánica y la textura.

Tabla 1. Escorrentía y concentración de sedimentos en cada una de las 20 parcelas estudiadas.

Table 1. Runoff and sediment concentration in each of the 20 studied plots.

Zonas	Utiel	Moixent	Utiel	Moixent
Parcelas	Escorrentía %	Escorrentía %	Con. Se. g l <sup>-1</sup>	Con. Se. g l <sup>-1</sup>
1	25,45	56,35	2,35	6,85
2	26,65	45,82	2,68	4,98
3	40,02	39,65	4,25	6,78
4	35,26	45,78	1,36	5,36
5	24,25	42,32	2,36	6,14
6	32,56	56,32	4,85	6,78
7	35,64	56,74	2,34	7,58
8	35,64	29,35	1,99	8,58
9	34,87	65,32	1,68	8,41
10	33,25	45,25	1,65	8,65
Media	32,36	48,29	2,55	7,01
Std	5,18	10,44	1,14	1,30
Cv	0,16	0,22	0,45	0,19

### 3. RESULTADOS

Los suelos presentaban elevados contenidos en agua (21,2 y 28,2 % de media respectivamente para Utiel y Moixent) debido a las lluvias de las

semanas y días anteriores. Los dos suelos presentaban superficies desnudas y encostradas, bajos contenidos en materia orgánica (< 1 %), texturas franco arcillosa en el caso de los suelos de Utiel y arcillosa en los de Moixent. En ninguno de los suelos estaban presentes fragmentos de roca, malas hierbas o restos de poda, la cual se suele quemar. La hojarasca estaba presente habitualmente en las líneas de plantación donde se acumulaban al pie de las vides, mientras que el centro de la calle está desnudo, y con suelos encostrados y compactados por el paso de maquinaria.

Tabla 2. Sedimentos totales y tasas de erosión para cada una de las 20 parcelas estudiadas

Table 2. Total Sediment and erosion rates in each of the 20 studied plots.

Zonas	Utiel	Moixent	Utiel	Moixent
Parcela	Sedimento g	Sedimento g	Erosión Mg ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	Erosión Mg ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>
1	40,79	263,25	4,08	26,33
2	48,71	155,62	4,87	15,56
3	116,00	183,34	11,60	18,33
4	32,70	167,35	3,27	16,73
5	39,03	177,21	3,90	17,72
6	107,70	260,42	10,77	26,04
7	56,88	293,32	5,69	29,33
8	48,37	171,74	4,84	17,17
9	39,95	374,65	4,00	37,47
10	37,42	266,94	3,74	26,69
Media	56,75	231,39	5,68	23,14
Std	29,90	71,59	2,99	7,16
Cv	0,53	0,31	0,53	0,31

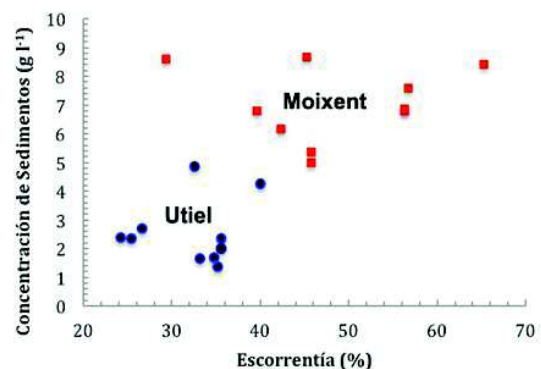


Fig. 1. Relación entre la escorrentía y la concentración de sedimentos para Utiel y Moixent. Relationship between runoff and sediment concentration for Utiel and Moixent.

Los suelos margosos de Moixent presentaron mayores pérdidas de escorrentía que los de Utiel (32 frente a 48 %) lo que es debido a la

mayor humedad por la textura del suelo. Esas mayores escorrentías también se corresponden con mayores concentraciones de sedimentos en Moixent, lo que debe de entenderse como fruto de un mayor caudal y una mayor capacidad erosiva.

La variabilidad en las pérdidas de sedimento y agua es baja debido a que el suelo labrado durante milenios se ha convertido en una superficie muy homogénea (Tablas 1 y 2).

Los sedimentos totales alcanzaron durante una hora de experimento los 57 y los 231 gramos para los suelos de Utiel y Moixent, respectivamente.

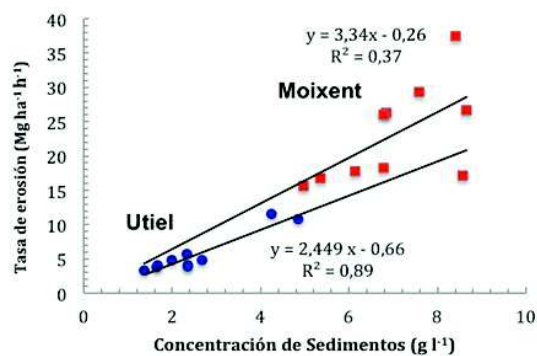


Fig. 2. Relación entre la escorrentía y la concentración de sedimentos para Utiel y Moixent.  
*Relationship between the runoff and the sediment concentration for Utiel and Moixent.*

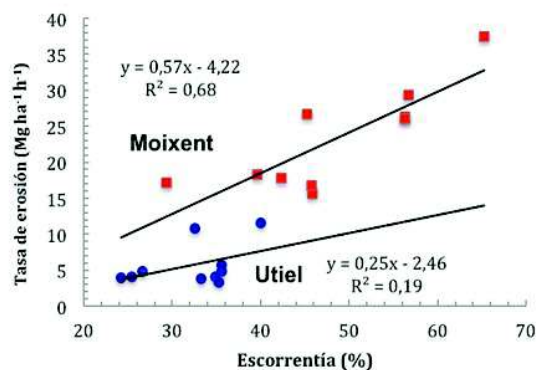


Fig. 3. Relación entre la escorrentía y la tasa de erosión para Utiel y Moixent.  
*Relationship between the soil eroion rate and sediment concentration for Utiel and Moixent.*

En estos experimentos en los que la superficie sobre la que se aplican las lluvias es de 1 m<sup>2</sup> se ha encontrado una alta producción de sedimentos que finalmente ha dado lugar a tasas

de erosión de casi 6 y más de 23 Mg por ha en una hora de experimento. El periodo de retorno de la precipitación aplicada es de 20 años, lo que nos lleva a pensar en eventos extremadamente erosivos cada dos décadas.

Las tasas de erosión y la de pérdida de sedimentos presentan una reducida variabilidad. Y hay una clara relación entre la concentración de sedimentos y la escorrentía con la pérdida de suelo (Figuras 1-3). No obstante, en Utiel el factor clave es la escorrentía y en Moixent la concentración de sedimentos no es tan clara.

#### 4. DISCUSIÓN

Los viñedos estudiados en Utiel y Moixent presentan elevadas tasas de erosión como consecuencia de suelos desnudos y muy laboreados. Además, las mediciones aquí presentadas se realizaron con suelos muy húmedos, lo que propició escorrentías súbitas y caudales elevados, y que presentaron concentraciones de sedimentos elevadas.

Esta es una respuesta habitual en los suelos de viñedos en todo el mediterráneo como se ha comprobado en La Rioja (Arnáez et al., 2007), Cataluña (Ramos y Martínez Casanovas, 2004), el centro de la Península (Marqués et al., 2010), y en otras regiones del Mediterráneo (Novara et al., 2013).

Estas altas tasas de erosión confirman la necesidad de aplicar estrategias de control de la erosión y de manejos sostenibles que ya se han evaluado en otros territorios como en Sicilia (Novara et al., 2011) y en el centro peninsular (Marqués et al., 2010). Uno de los graves problemas de las estrategias de control de la erosión aplicadas reside en que todas ellas pretenden aumentar el número de adventicias, y en condiciones climáticas mediterráneas ello supone un aumento del consumo de agua y por lo tanto mayor estrés hídrico para el cultivo.

En el futuro, los tratamientos agrícolas deben de dirigirse a evaluar el uso de acolchados procedentes de restos de poda, triturado de restos de extracciones madereras y residuos orgánicos agrícolas como la paja.

El problema de las altas tasas de erosión en viñedos es básicamente Mediterráneo ya que más del 50 % de la superficie dedicada a las viñas se encuentra bajo condiciones climáticas mediterráneas. Sin embargo, en otras zonas con climas menos agresivos también se producen altas tasas de erosión (Prokop, y Poręba, 2012;

Lieskovsk y Kenderessy, 2014), lo que indica que es el manejo el responsable de esas altas tasa de erosión.

Las nuevas estrategias de control de la erosión en viñedos deben tener como objetivo la reducción de la pérdida de suelo, pero también el control de las pesticidas utilizados ahora y en el pasado. Es muy claro el caso del cobre (Fernández-Calviño et al., 2013; Navel and Martins, 2014), y el zinc (Fernández-Calviño et al., 2013) como elementos contaminantes de aguas y suelos. La erosión pone estos elementos a disposición de las escorrentías y por lo tanto causan problemas ambientales aguas abajo.

Es por lo tanto necesario desarrollar estrategias que permitan la producción de vino en condiciones ambientales adecuadas y para ello es prioritario el control de la erosión (Rickson, 2014).

El cultivo de la viña favorece el desarrollo de una red viaria densa y aumento de la pérdida de suelo (Cerdà, 2007) por el desarrollo de taludes, caminos o carreteras. Así, el cultivo de la vid genera el aumento de la pérdida de suelo pero también genera obras de infraestructuras que favorecen la erosión.

## 5. CONCLUSIONES

Las tasas de erosión en viñedos son muy altas en el Este Peninsular, y se confirma que no son distintas de las medidas en otras zonas de la península Ibérica y del Mediterráneo. Se apuesta por el uso de estrategias para el control de la erosión que ayuden a reducir la carga sedimentaria, pero también el nivel de contaminación en las aguas. Se discuten las estrategias posibles para conseguir manejos más sostenibles.

### Agradecimientos

Los proyectos GL2008-02879/BTE, LEDDRA 243857 and RECARÉ FP7 603498 contribuyeron a esta investigación. La revisión anónima ha mejorado sensiblemente el trabajo.

### REFERENCIAS

Arnáez, J., Lasanta, T., Ruiz-Flaño, P., Ortigosa, L. 2007. Factors affecting runoff and erosion under simulated rainfall in Mediterranean vineyards. *Soil & Tillage Research*, 93, 324–334.

Cerdà, A. 2007. Soil water erosion on road embankments in eastern Spain. *Science of the Total Environment*, 378: 151-155. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2007.01.041

Cerdà, A., Hooke, J. Romero-Diaz, A., Montanarella, L., Lavee, H. 2010. Soil erosion on Mediterranean Type-Ecosystems Land Degradation and Development. Editors. DOI 10.1002/ldr.968.

Fernández-Calviño, D., Garrido-Rodríguez, B., López-Periago, J. E., Paradelo, M., and Arias-Estévez, M. 2013. Spatial distribution of copper fractions in a vineyard soil. *Land Degradation & Development*, 24: 556- 563. DOI 10.1002/ldr.1150

Fernández-Calviño, D., Pateiro-Moure, M., Nóvoa-Muñoz, J.C., Garrido-Rodríguez, B., Arias-Estévez, M., 2012. Zinc distribution and acid–base mobilisation in vineyard soils and sediments. *Science of the Total Environment*, 414, 470-479.

Lieskovský, J., Kenderessy, P. 2014. Modelling the effect of vegetation cover and different tillage practices on soil erosion in Vrable (Slovakia) using WATEM/SEDEM. *Land Degradation and Development*, DOI: 10.1002/ldr.2162

Marques, M.J., García-Muñoz, S., Muñoz Organero, G., Bienes R., 2010. Soil conservation . beneath grass cover in hillside vineyards under Mediterranean climatic conditions (Madrid, Spain) *Land Degradation and Development*. 21: 122–131

Navel, A., Martins, JMF. 2014. Effect of long term organic amendments and vegetation of vineyard soils on the microscale distribution and biogeochemistry of copper, *Science of The Total Environment*, 466–467, 681-689. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.064>.

Novara, A. Gristina, L.Saladino, SS. Santoro, A. Cerdà, A. 2011. Soil erosion assessment on tillage and alternative soil managements in a Sicilian vineyard. *Soil & Tillage Research*, 117:140-147. 10.1016/j.still.2011.09.007

Novara, A., Gristina, L., Guaitoli, F., Santoro, A. and Cerdà, A. 2013. Managing soil nitrate with cover crops and buffer strips in Sicilian vineyards. *Solid Earth*, 4: 255-262. 10.5194/se-4-255-2013.

Prokop, P., Poręba, G. J. 2012. Soil erosion associated with an upland farming system under population pressure in Northeast India. *Land Degradation & Development*, 23: 310- 321. DOI 10.1002/ldr.2147

Ramos, M.C. Martínez-Casasnovas J.A. 2004 Nutrient losses from a vineyard soil in Northeastern Spain caused by an extraordinary rainfall event. *Catena*, 55, pp. 79–90.

Rickson, R.J. 2014. Can control of soil erosion mitigate water pollution by sediments?, *Science of The Total Environment*, 468–469, 1187-1197, ISSN 0048-9697, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.05.057>.