



# SEMINARIO ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN A LA CRISIS CLIMÁTICA

**VALENCIA 3 DE OCTUBRE DE 2019**

Coordinador: Jorge Olcina

**BLOQUE II:  
Acción pública - políticas**

**Adolfo Calvo Cases (UV)**

**"Cambio climático, suelo, erosión y  
desertificación: estado de la  
cuestión "**

Coorganiza

## **Cambio climático, suelo, erosión y desertificación: estado de la cuestión**

A. Calvo-Cases <sup>1</sup>; M. J. Roxo <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut Interuniversitari de Desenvolupament Local (IIDL), Departament de Geografia, Universitat de València

<sup>2</sup> Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais (CICS.NOVA), Faculdade de Ciências Sociais e Humanas (FCSH), Universidade Nova de Lisboa

### *El suelo*

Los suelos constituyen la superficie de los continentes y son el soporte vital de la vegetación que vive sobre la Tierra. Son los reguladores de los flujos de agua; la que circula sobre la superficie, la que se retendrá para sustento de las plantas u otros seres vivos y de los procesos edáficos y el agua que fluirá hacia el interior de la corteza. Son, además, un almacén de carbono, cuya capacidad depende de la actividad biológica que pueden sustentar (ver Sánchez Díaz et al., 2018). Los suelos son bastante necesarios para la producción agropecuaria, pero son insustituibles para el desarrollo de la vegetación natural.

El material que forma los suelos procede de la descomposición de las rocas y sus propiedades, además, cambian según los climas, la actividad de organismos vivos y el tiempo de desarrollo. La posición en el relieve de los suelos, también influye en sus características, tanto por condiciones micro-climáticas, derivadas de altitud o de la orientación, como por el efecto de la inclinación, y de los procesos geomorfológicos.

### *La pérdida de los suelos*

El suelo es un sistema abierto que está sometido a pérdidas, debido a los procesos de erosión. En condiciones naturales o de equilibrio, las pérdidas son compensadas por los procesos formadores. Estos procesos de formación de suelos, son necesariamente lentos y, especialmente, en los climas secos. De este modo, si las pérdidas de suelo son lentas se mantiene el equilibrio, pero si las pérdidas se aceleran se puede perder completamente el suelo. En sistemas naturales no se producen pérdidas aceleradas de suelo, salvo en condiciones excepcionales como relieves de edad reciente con pendientes muy fuertes y lugares con rocas muy erosionables. En los desiertos, donde la falta de agua restringe el desarrollo de la vegetación, la carencia de lluvias reduce las tasas de erosión hídrica, pero en estas circunstancias la energía del viento interviene en los procesos de erosión. Los procesos formadores son mucho más lentos, resultando en suelos muy escasos y muy pobres.

El suelo permite el establecimiento de la vegetación y, en retroalimentación positiva, la vegetación protege los suelos de los procesos de erosión más habituales y generalizados. La protección se ejerce por la acción de paraguas de las plantas, que reduce la energía cinética de la lluvia y, también, por el aporte de materia orgánica, que permite que los suelos sean: (i)

más resistentes a la erosión; (ii) más capaces de conservar el agua que necesitan las plantas; (iii) más aptos para que los excedentes de agua viajen hacia los acuíferos subterráneos; (iv) más capaces de almacenar carbono; (v) permitir un ecosistemas más diverso.

Incluso en los climas semi-áridos, la escasa cantidad de agua disponible y el mayor distanciamiento temporal de las lluvias, se traduce en una organización espacial de las plantas que optimiza los recursos de agua y suelo (ver Lavee et al., 1998; Mayor et al., 2019). Pero incluso en estas condiciones, a las que también se puede llegar por degradación en medios más lluviosos, si no hay intervención en contra, los procesos de retroalimentación entre vegetación, actividad animal (microorganismos habitualmente) y procesos geomorfológicos construyen condiciones para el reequilibrado del sistema, que conducen a la formación de suelo (ver Puigdefabregas, 2005); inicialmente de modo localizado, pero con posibilidades de expansión en la medida que lo permita la disponibilidad de agua. Lógicamente estamos hablando de procesos muy lentos, dependientes de las posibilidades que la disponibilidad de agua y los tipos de roca permitan.

Además de las consecuencias sobre los suelos en el lugar donde se producen procesos de erosión aceleradas, las pérdidas de suelo tienen repercusiones aguas abajo: incremento de los caudales sólidos de los ríos, sellado de los cauces fluviales, aterramiento de embalses e, incluso, la contaminación de suelos aguas abajo, cuando los que se están erosionando contienen contaminantes o excesos de algunos minerales.

#### *La actividad humana y la degradación y erosión de los suelos*

Los problemas más serios de erosión de los suelos ocurren cuando la actividad humana reduce o elimina la cobertura vegetal, con la consiguiente degradación y desprotección del suelo. Por ello las pérdidas más importantes van ligadas a la deforestación por tala o por incendios forestales, al pastoreo, a la agricultura, a la minería y a las vías de comunicación y la urbanización. En general, el uso persistente del suelo, sin medidas especiales de protección, conduce a muy relevantes tasas de exportación de sedimentos; toneladas de material que salen del lugar en tiempos breves y que pueden tardar milenios en recuperarse.

En las áreas circundantes al Mar Mediterráneo las lluvias tienen un carácter muy irregular, con importantes diferencias entre estaciones y entre años; y con frecuencia elevada intensidad. Existe, además, un largo historial de uso del suelo. Como resultado los suelos que encontramos en las áreas de montañas, especialmente las de rocas calcáreas, son escasos y conviene evitar la pérdida de lo que queda.

En este contexto los incendios forestales son una de las causas de pérdidas de suelos más preocupantes. Salvo algunas excepciones (ver García-Comendador et al., 2017) en las que puede haber exportaciones de sedimentos a los cauces relativamente bajas gracias a la presencia de abundantes desconexiones en los flujos de sedimentos debidas por ejemplo a las antiguas terrazas de cultivo y a una gestión adecuada post incendio, en general, las tasas de erosión que se han medido con diferentes métodos y a diferentes escalas son elevadas tras los incendios forestales (ver Mayor et al., 2007; Llovet y Vallejo, 2011; Shakesby, 2011), hasta más de 60 veces superiores a las condiciones previas (Gimeno-García et. al., 2007).

## *El cambio ambiental*

Las repercusiones de cambio climático sobre los suelos han sido bien documentadas en los diferentes informes del IPCC (ver Mirzabaev et al., 2019); esencialmente incremento de la erodibilidad por mineralización más rápida de la materia orgánica (con las mayores temperaturas) e incremento de la agresividad de las lluvias y el contraste estacional (ver Lough et al., 1983).

El punto de partida de la Comunitat Valenciana, ante esos cambios anunciados desde hace décadas, es quizá mejor que en el pasado, pues, a pesar de los incendios, la cobertura vegetal ha aumentado con el abandono de una parte de los suelos agrícolas en las áreas de montaña y muchos de aquellos suelos han visto incrementados sus niveles de materia orgánica y, con ello, el descenso de su erosionabilidad. No obstante, mucho de ese suelo está actualmente en antiguas terrazas de cultivo (ver Asins et al., 2016) alcanzando densidades muy relevantes como los 292 metros de muro por hectárea medidos en una cuenca de l'Alcalaten (ver Arnau et al., 2018). Las terrazas de cultivo, incluso las bien defendidas por muros, son esencialmente formas inestables y en riesgo de caída. La caída de estos muros tiene repercusiones sobre la erosión; los flujos de escorrentía pueden concentrarse (ver Calsamiglia et al., 2018) y la mayor energía posibilitar el vaciado rápido de los suelos allí acumulados.

En la medida en que las laderas donde se ubican estas terrazas de cultivo mantengan una buena cobertura vegetal, los procesos de erosión supondrían una redistribución del material dentro de la propia ladera. En esta situación el principal peligro para la pérdida de estos suelos son los incendios forestales.

En otras situaciones, más frecuentes en el sur de la Comunitat Valenciana, buena parte de las terrazas de cultivo se hicieron en fondos de valle. Aquí, la caída de los muros o la erosión de los terraplenes tiende a reconstruir las líneas de drenaje. En un contexto, además de clima más seco, que dificulta la colonización vegetal.

La Comunitat Valenciana cuenta con una serie de factores que hacen compleja la respuesta erosiva en las áreas de montaña ante los cambios en las condiciones ambientales:

- (i) Variedad de litologías en un contexto generalizado de fuertes pendientes. Fundamentalmente tres grupos de rocas: calizas, areniscas silíceas y arcillas-margas, que contribuyen a la formación de suelos con muy diferente sensibilidad a la erosión, y al mismo tiempo muy variable, en el caso de los dos últimos grupos, según las condiciones ambientales. Los suelos sobre calizas son más estables, pero al mismo tiempo muy degradados ya en buen parte del territorio y tienen mayor necesidad de tiempo para su formación.
- (ii) Existe en la actualidad un fuerte gradiente climático que comprende desde mediterráneo subhúmedo a mediterráneo semi-árido. Está además en un área de transición que puede marcar tendencias climáticas diferentes en el norte y sur y las respuestas a los cambios pueden tomar caminos diferentes según las características de los ecosistemas actuales.
- (iii) Aunque los cambios sociales de la segunda mitad del siglo XX trasladaron a parte población fuera de las áreas montañosas, existe una elevada presión humana

sobre el medio en formatos diferentes a los pasados; reduciéndose la agricultura y ganadería, pero aumentando los incendios forestales y las actividades de ocio. Al tiempo que impactos puntuales como los de actividades extractivas y la proliferación de vías de comunicación.

Ante esta complejidad es necesario mucho más conocimiento y la consideración de los estudios que ya se han desarrollado en los numerosos trabajos implementados en la Comunidad Valenciana. Y, especialmente importante adaptar las medidas a las circunstancias de cada lugar (litología, estados de conservación de los suelos, vegetación actual, tendencias propias de cada área en el cambio climático)

En esencia, la adaptación al cambio climático debería tender a minimizar las tasas de erosión; y para ello son necesarias acciones de protección de la cubierta vegetal actual; siendo imprescindible reducir el número y superficie afectada por incendios forestales.

El uso de técnicas adecuadas a cada lugar, a escala de mucho detalle, tanto para la reforestación como para gestión post-incendio, es también crítico en el mantenimiento de tasas de erosión bajas (ver Vallejo et al., 2009; Estrany y Gago, 2019), conservando los suelos y, por tanto, permitiendo el desarrollo de la vegetación.

Es necesario buscar los modos de conservar los suelos acumulados en las antiguas terrazas de cultivo, en las que introducir vegetación tras el abandono sería una medida adecuada, según que técnicas y patrones de vegetación se empleasen y evaluar con especial cuidado los riesgos derivados de cambios arbitrarios en los usos del suelo (ver Roxo y Calvo-Cases, 2009).

La pérdida del suelo conduce a la desertificación, no solo se pierde el recurso económico que puede suponer el suelo en sí; también se pierde todo el potencial que el clima permita para el desarrollo de la cubierta vegetal.

### *Referencias*

- Asins-Velis, S., Arnau-Rosalén, E., Romero -González, J., Calvo-Cases, A., 2016. Analysis of the Consequences of the European Union Criteria on Slope Gradient for the Delimitation of "Areas Facing Natural Constraints" with Agricultural Terraces. *Annales, Ser. hist. sociol.* 26 (3), 363-628.
- Arnau-Rosalén, E., Calsamiglia, A., Calvo-Cases, A., Estrany, J., Symeonakis, E., 2018. Cartografía semi-automática de terrazas de cultivo a partir de datos LiDAR. En López García, M.J., Carmona, P., Salom, J. y Albertos, J.M. (Eds.). *Tecnologías de la Información Geográfica: perspectivas multidisciplinares en la sociedad del conocimiento*, Universitat de València, 135-144
- Calsamiglia, A., Fortesa, J., García-Comendador, J., Lucas-Borja, M.E., Calvo-Cases, A., Estrany, J., 2018. Spatial patterns of sediment connectivity in terraced lands: Anthropogenic controls of catchment sensitivity. *Land Degrad Dev.*, 29, 1198-1210
- Estrany J, Gago J. (eds.) 2019. *Monitoratge i gestió ambiental post-incendi: control de processos ecogeomorfològics amb tecnologies de precisió*. Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca. Govern de les Illes Balears, 145 p.

- García-Comendador, J., Fortesa, J., Calsamiglia, A., Calvo-Cases, A., Estrany, J., 2017. Post-fire hydrological response and suspended sediment transport of a terraced Mediterranean catchment. *Earth Surf. Process. Landforms* 42, 2254-2265.
- Gimeno-García, E., Andreu, V., Rubio, J.L., 2007. Influence of vegetation recovery on water erosion at short and medium-term after experimental fires in a Mediterranean shrubland. *CATENA* 69, 150-160.
- Lavee, H., Imeson, A.C., Sarah, P., 1998. The impact of climate change on geomorphology and desertification along a Mediterranean-arid transect. *Land Degradation & Development* 9 (5), 407-422.
- Lough, J.M., Wicley T.M.L., Palutikof, J.P., 1983. Climate and climate impact scenarios for Europe in a warmer world. *Journal of climate and Applied Meteorology* 22, 1673 -1683.
- Llovet López, J., Vallejo Calzada, V.R., 2011. Foc, pluges i resposta hidrològica del sòl a les muntanyes d'Alacant. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 71-72, 35-47.
- Mayor, A.G., Bautista, S., Llovet, J., Bellot, J., 2007. Post-fire hydrological and erosional responses of a Mediterranean landscape: seven years of catchment-scale dynamics. *CATENA* 71, 68-75.
- Mayor, A. G., Bautista, S., Rodriguez, F., Kéfi, S., 2019. Connectivity-Mediated Ecohydrological Feedbacks and Regime Shifts in Drylands. *Ecosystems*. <https://doi.org/10.1007/s10021-019-00366-w>
- Mirzabaev, A. et al., 2019. Chapter 3: Desertification. IPCC SRCCL. 174 p. <https://www.ipcc.ch/report/srccl/>
- Puigdefabregas, J., 2005. The role of vegetation patterns in structuring runoff and sediment fluxes in drylands. *Earth Surface Processes and Landforms* 30 (2), 133-147.
- Roxo, M. J., Calvo-Cases, A., 2009. Analysing the factors affecting gully development and their relationships with land-use changes in the east Alentejo (Portugal). In Romero Díaz, M.A., Belmonte Serrato, F., Alonso Sarriá, F., López Bermudez, F. (Eds). *Advances in studies on desertification*. Editum, 717-720.
- Sánchez Díaz, J., Carbó Valverde, E., Añó Vidal, C., 2018. Los Suelos Forestales de la Comunitat Valenciana. *Catalogo de perfiles representativos*. Generalitat Valenciana. 297 p.
- Shakesby R.A., 2011. Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: review and future research directions. *Earth-Science Reviews* 105. 71-100.
- Vallejo, V.R., Bautista, S., Alloza, J.A., 2009. Restauración de montes quemados en condiciones mediterráneas. *Recursos Rurais*, 5, 55-60.

# CURRICULUM VITAE

Adolfo Calvo Cases.

Catedrático de Geografía Física

Institut Interuniversitari de Desenvolupament Local (IIDL)

Departament de Geografia

Universitat de València

Temas de investigación: Geomorfología, Procesos de erosión

Publicaciones recientes:

CALSAMIGLIA A.; GARCÍA-COMENDADOR, J.; FORTESA, J.; LOPEZ-TARAZON, J.A.; CREMA, S.; CAVALLI, M.; CALVO-CASES, A.; ESTRANY, J. (2018): Effects of agricultural drainage systems on sediment connectivity in a small Mediterranean lowland catchment. *Geomorphology* 318, 162–171.

CALSAMIGLIA A.; FORTESA, J.; GARCÍA-COMENDADOR, J.; LUCAS-BORJA, M. E.; CALVO-CASES, A.; JOAN ESTRANY, J. (2017): Spatial patterns of sediment connectivity in terraced lands: Anthropogenic controls of catchment sensitivity. *Land Degradation & Development* 29, 1198–1210.

GARCÍA-COMENDADOR, J.; FORTESA, J.; CALSAMIGLIA, A.; CALVO-CASES, A.; ESTRANY, J. (2017): Post-fire hydrological response and suspended sediment transport of a terraced Mediterranean catchment. *Earth Surface Processes and Landforms* 42, 2254–2265

SYMEONAKIS, E.; CACCETTA, P.A.; WALLACE, J.F.; ARNAU-ROSALEN, E.; CALVO-CASES, A.; KOUKOULAS, S. (2017): Multi-temporal Forest Cover Change and Forest Density Trend Detection in a Mediterranean Environment. *Land Degradation and Development* 28, 1188–1198

LÁZARO, R.; CALVO-CASES, A.; LÁZARO, A.; MOLINA, I. (2015): Effective run-off flow length over biological soil crusts on silty loam soils in drylands, *Hydrological Processes* 29, 2534–2544.