

DESERTIFICACIÓN SECULAR DE LAS CUESTAS DE SALDAÑA (PALENCIA) FRENTE A 80 AÑOS DE RESTAURACIÓN

Joaquín Navarro Hevia¹, Jorge Mongil Manso² y José Carlos Araújo³

¹ Ud. Hidráulica-Hidrología. E.T.S. Ing. Agrarias (Palencia). Univ. Valladolid. Correo electrónico: jnahev@iaf.uva.es

² Grupo de Hidrología y Conservación. Universidad Católica de Ávila. c/Cantero s/n. 05005-ÁVILA (España). Correo electrónico: jorge.mongil@ucavila.es

³ Departamento de Ingeniería Agrícola. Universidade Federal de Ceará. Avda. da Universidade 2853. BENFICA-FORTALEZA (60020-181-Brasil)

Resumen

Durante siglos, las poblaciones junto al río Carrión en Saldaña (Palencia) sufrieron aterramientos en viviendas, infraestructuras de riego y comunicación así como problemas hídricos por los sedimentos arrastrados durante las lluvias. Este trabajo sugiere que gran parte del sedimento durante los episodios torrenciales se originaba en 9 km² de *badlands* en las cuevas de los páramos saldañeses. En ellas, desde 1472, se inicia un proceso desertificador que alcanza el primer tercio del siglo XX. Un deficiente manejo de suelo y bosque transformó los rebollares naturales en desierto. Diversos documentos describen significantes argayadas entre 1533 y 1876 y existen pruebas gráficas (1920, 1928, 1930) que muestran la degradación absoluta del área. En 1928 y 1930, la Confederación Hidrográfica del Duero proyectó una ambiciosa restauración en las torrenteras y, en 1963, otra complementaria. Identificado el inicio de la desertificación, los procesos erosivos y sus efectos mediante fuentes históricas; rescatadas las acciones de restauración entre 1928 y 1963, se comprende el valor del control de la erosión secular, de la corrección de estas antiguas *badlands* mediante diques de retención y la reconstitución de un bosque de coníferas que abre paso al rebollar natural.

Palabras clave: *Cárcavas*, *Badlands*, Restauración hidrológico-forestal, Control de erosión

INTRODUCCIÓN

Las *badlands*, aunque ocupan un 5% en el sur de Europa (POESEN & HOOKE, 1997), son fuente principal de sedimentos dentro de sus cuencas (CLOTET et al., 1987), alcanzando éstos tasas de hasta el 80% (POESEN et al., 2002). A veces, incluso con vegetación (HOOKE et al., 2007), suelen ser focos de erosión donde la meteorización del terreno, sus características edáficas, la red de drenaje asociada y los procesos de tubificación

(FAULKNER et al., 2008), entre otros, generan grandes cantidades de sedimento. En Basilicata (Italia) se han registrado rebajamientos anuales del terreno entre 7 y 18 mm (CLARK & RENDELL, 2006) y en España, tasas de erosión entre 32 y 77 Mg·ha⁻¹·año⁻¹, en *badlands* desnudas en las Bardenas Reales (DESIR Y MARÍN, 2009). En *badlands* con vegetación, en el Penedés aún se han detectado cifras entre 16 y 63 Mg·ha⁻¹·año⁻¹ (MARTÍNEZ-CASASNOVAS et al., 2009); pero cuando la revegetación del lecho es >30% resultan casi

inactivas (REY, 2003; HOOKE, 2006; MARTÍNEZ-CASASNOVAS et al., 2009; CANTÓN et al., 2001).

A través de nuestra historia, *badlands* y torrentes han generado graves daños en poblaciones, cultivos e infraestructuras (CODORNÍU, 1910; GARCÍA CAÑADA, 1920; PÉREZ URRUTI, 1948; MARTÍNEZ-CASASNOVAS Y POCH, 1998). En Saldaña (Palencia) existen unas *badlands*, consecuencia de la deforestación, que durante siglos afectaron la localidad, infraestructuras y las aguas del río, impidiendo el abastecimiento de poblaciones ribereñas. La cuenca, con un pronunciado escarpe en el margen izquierdo debido a las cuestas del páramo, sugiere que estas cárcavas fueron el foco de sedimentos durante episodios torrenciales. Fuentes históricas permiten referenciar el inicio de la desertificación y los problemas erosivos y la deforestación. Guerras, carboneo, extracción de madera y leñas, pastoreo, pleitos por las tierras, etc., contribuyeron a la llegada del desierto. La magnitud de los efectos ya entrado el siglo XX condujo a la Confederación Hidrográfica del Duero (CHD) a encargar al Ing. de Montes, D. José María Ayerbe, un ambicioso proyecto de restauración hidrológico-forestal. Posteriormente, en 1963, el Ing. de Montes, D. David Azcarretazábal, hubo de completarlo. Hoy, un bosque de pino silvestre se levanta donde durante siglos existió un paraje yermo, y más de un centenar de diques estabilizan las torrenteras. Tras 80 años se ha cambiado la dinámica de escorrentía y sedimentos, habiendo desaparecido la mayor parte de los antiguos problemas que afectaban a las poblaciones del entorno.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona (9 km²) se localiza en la provincia de Palencia, en Saldaña y alrededores (Figura 1)

donde la temperatura media anual es 9,3°C, la precipitación media anual 577 mm y su erosividad es baja. Se encuadra en una región mediterránea cálida.

Las laderas de Saldaña, de orientación suroeste, constituyen la unidad *páramos detríticos* (CEÑAL et al., 1988), de edad miocénica a pliocuaternaria. Son unos abanicos aluviales excavados por el sistema fluvial actual. El río Carrión abre en su margen izquierda unas ásperas *cuestas*, cubiertas por los materiales rodados del abanico aluvial (HERNÁNDEZ PACHECO, 1928). Están constituidas por una matriz arcilloarena con cantos que conecta con gravas rodadas y arenas de las terrazas fluviales. Los materiales quedaron al descubierto por la acción humana, no existiendo un suelo como tal previo a la restauración (Figura 2a). Los suelos corresponderían al orden *entisoles* (NRCS, 2003); los intensos procesos erosivos hacen desaparecer el regolito y aflorar de nuevo la roca arcilloarena. En la actualidad, bajo el bosque, todavía no aparecen horizontes. Las texturas varían de francas hasta arcillosas, siendo la estructura masiva.

La red de cárcavas posee cotas entre 900 y 990 m. Su longitud no supera los 100 m y su anchura entre 50 y 300 m. Las pendientes medias son del 43% y su densidad de drenaje > 25 km·km⁻². Se emplazan en la ribera izquierda del río Carrión, afluente del Pisuerga, y se alejan entre 40 y 200 m del río; lo cual refleja su papel en los sedimentos de la corriente.

La vegetación climácica corresponde a un rebollar (*Quercus pyrenaica* Willd.). Sin embargo, la acción humana ha provocado cubiertas vegetales muy distintas. En la época actual (Figura 2b), y tras 80 años del inicio de la restauración, un bosque de *Pinus sylvestris* L., se alza donde existió un paraje estepario casi des-



Figura 1. Localización y situación del término de Saldaña (Palencia)



Figura 2a. Cárcava y dique de retención en 1932 (Fuente: Archivo de Confederación Hidrográfica del Duero)



Figura 2b. Cárcava y dique en septiembre de 2011

nudo, consecuencia de un deficiente manejo y gestión del bosque.

Para estudiar el proceso erosivo y desertificador se han consultado: documentos sobre la historia de Saldaña; los proyectos de 1928, 1930 y 1963; dos películas de 1930, sobre las labores de restauración, de la CHD; la fotografía aérea del CECAF (1946); y para la relocalización de topónimos, la ortofoto y cartografía de la Junta de Castilla y León y el visor Google-Earth con el sistema WMS parcelario de la D. G. de Catastro.

RESULTADOS

La desertificación secular: Existen pruebas de la ocupación de Saldaña desde el neolítico (DÍEZ ASENSIO, 1985), pero la definitiva se data sobre el s. II d.C., cuando *Saldania* es base de las travesías romanas hacia el norte de la Península (CORTES Y RÍOS, 1979). Esta localidad fue punto estratégico durante la reconquista y su castillo fue arrasado por Almanzor en el s. X (BOHIGAS Y SARABIA, 1989). Estos hechos, junto con la agricultura y ganadería, muestran la fuerte transformación del territorio desde hace 1.800 años. Diversos estudios señalan que una estrategia bélica de entonces era la destrucción de los bosques junto a las poblaciones. En la provincia palentina, BECERRO DE BENGUA (1874) relata varios episodios en la época romana y medieval. PRIETO (1975) también indica que los reyes castellanos, en sus incursiones, enviaban grupos de taladores para destruir las huertas del enemigo. Dadas las acciones militares en la zona y épocas,

además de la actividad alfar y adoberas, los pleitos por los pastos, leñas, cultivos y aguas del río, etc., es muy probable que se sufriera una grave deforestación siglos atrás. Así, hay referencias de argayadas desde 1472 (CABALLERO, 2010a, p. 189) y a partir de 1533 aparecen acuerdos para su restauración. En 1564, se prevé el arreglo de argayadas por los arrastres de tierra y cascajo que impedían el abastecimiento de agua de la Villa (*op. cit.*, p. 30). No obstante, en el s. XVI se obtenían leñas y madera (CABALLERO, 2010a,b), lo que representa todavía una notable masa arbórea a la vez que los citados procesos erosivos.

A final del s. XVII, la capital palentina, 60 km aguas abajo, sufría una pésima calidad del agua; el testimonio del corregidor Marcos de Losada (BARREDA, 2003) constituye una prueba respecto a zonas con grave erosión aguas arriba de la ciudad: “*es poca el agua que trae el río Carrión y la que viene está infeccionada (...) en invierno con las avenidas y turbias (...) y resultan graves enfermedades y daños a la salud*”. Como el relieve es sumamente llano hasta las cuestas con cárcavas de los páramos saldañeses, éstas serían la mayor fuente de sedimentos.

CABALLERO (2010b) cita que al realizarse el “Apeo de término de los Cornones --, el día 3 de noviembre de 1672 (...), sobre una carcavilla, se alzó otro mojón que deslindaba los montes de Relea y Cornón” (p. 168); también adjunta la descripción de un pago, “Los Cornones”, en el Catastro del Marqués de Ensenada de 1751, cuya naturaleza es “*monte chaparro de leña roble*”, que limita con las “*cuestas que bajan al río*” (p. 501). Todo ello refleja un monte degradado y con

erosión. Luego cita (p. 505), en 1785: “*arrimado a las dichas cuestas de los Cornones en medio de los dos citados molinos, tiene Gañinas la costumbre de hacer terrero para cavar la tierra que necesitan para adobes y fábricas de sus casas*”, actividad que pudo acelerar los procesos erosivos. Una propiedad del inventario de 1785, “*Los Cornones*”, dice que linda al norte y poniente con “*cuesta y cárcavas*”. En el *Libro de Haciendas de Seglares* en 1751 existe una tierra de secano junto a La Morterona que linda a poniente con un terreno denominado “*cárcavas*” (*op. cit.*, p. 52) y al sur con la cuesta de San Juan; también un bosque de roble, Chorca Gatos, limita al oeste con las mismas “*cárcavas*”. Chorca Gatos se nombra luego en un amojonamiento de 1759 por orden del Abad del Monasterio de San Zoilo: “*donde, «en un altico o cotorro que hacen las mismas cárcavas», se alzó el primer mojón*”. Todas estas referencias denotan esta clase de erosión a mediados del s. XVIII. Por otra parte, en relación a los pastos, CABALLERO (2010b: 84) cita: “*Los de Relea podían hacerlo también de sol a sol en el término llamado «Los Cornones y bajar a dar agua y vuelta a subir prontamente»*”, por lo que la vegetación en este paso no podría ser frondosa para el tránsito ganadero y el terreno estaría desprotegido frente a las lluvias. Luego, en SOLÍS COTEJÓN (1794), de la Real Armada, dicta todas las repoblaciones a llevar a cabo en la zona para mejorar su estado, nombrando, entre otros, los lugares de Cornoncillo y Cornón.

CABALLERO (2006) relata que la feria de ganado se celebraba a finales del s. XIX “*entre*

el casco urbano y las laderas de la altiplanicie conocida como "La Aguilera", y tenía como lindero norte una argayada”. También escribe que “*tomando como referencia el apeo efectuado el 4 de marzo de 1850 y la descripción de los bienes enajenados en la desamortización*” se nombran entre los sitios los Cárcavos de La Horca (CABALLERO, 2010b), y en la cartografía actual se encuentra dicho topónimo lindando con cárcavas repobladas, por lo que se refería a unas cárcavas notables. También (p. 179) se indica que Saldaña, en 1851, consiente el paso de los ganados de Lobera: “*subiendo por las cuestas y cárcavas arriba*”. Más tarde, con la Desamortización, en 1876 “*se licitó un terreno, compuesto de arenal, casajera del río y cárcavos, (...), de 6 hectáreas, 54 áreas, 95 centiáreas*”, al noroeste de Saldaña, lo que muestra una de las áreas afectadas (p. 216 y 460). Un año después se inscriben los lindes (p. 219) de unas tierras a “*Poniente, cárcavas del río Carrión*”. Y en 1893, Macho describe esta área como “*campos imponentes por su aterradora aridez*”.

A principios del s. XX se definen las laderas saldañesas como intensamente acarcavadas, resultado de los procesos erosivos desencadenados por la acción humana (AYERBE, 1928; 1930): “*salvo algunas pequeñas partes que conservan vestigios del monte que fue y otras también escasas y de poca superficie en las cuales existen pastos (...) el resto está todo erosionado en tal forma que su suelo no sustenta vegetal alguno*” (Figura 3). Los vídeos de 1930 de la restauración de la CHD, ofrecen otra prueba visual.



Figura 3. Estado de la zona en 1928 (Fuente: Archivo de la Confederación Hidrográfica del Duero)

La restauración hidrológico-forestal: A comienzos del s. XX, cárcavas crecientes provocaban coladas de barro y cascajo y deslizamientos (AYERBE, 1928, 1930) que afectaban a Saldaña, la carretera Saldaña-Osorno, los canales de riego e impedían el suministro hídrico aguas abajo. Estos episodios se denominaban “*las turbias del Carrión*”. Ante esta situación, en 1928, el Servicio Forestal de la CHD elabora un proyecto de fijación del alveo del río Carrión y, en 1930, el *Proyecto de restauración y repoblación de las laderas de la margen izquierda del río Carrión* (AYERBE, 1930). Entre 1932 y 1936, se ejecutan centenares de diques gavionados, palizadas y se plantan 3.000 plantas·ha⁻¹ de *Pinus*, *Ulmus* y *Robinia*. Tras la Guerra Civil se finalizan las obras, pero es necesario un segundo proyecto en 1963 para rematar alguna zona (AZCARRETAZÁBAL, 1963). GÓMEZ REDONDO (1935) escribe, en el diario ABC, sobre estos trabajos y su beneficio, pues se repoblaron “*mil hectáreas*” de “*pinos y abetos*” y se ejecutaron casi 100.000 m³ de gaviones. MARTÍNEZ DE AZAGRA et al., (1997), sólo consiguieron inventariar 108 diques de gaviones, de 3 a 5 m de alto. La gran mayoría (102) fueron construidos entre 1932 y 1936 (AZCARRETAZÁBAL, 1963) y sólo 6 pertenecían al proyecto de Azcarretazábal de 1963.

Estado actual: Tras 80 años, un bosque de *Pinus sylvestris* L., acompañado de otras coníferas (*P. nigra* Arn., *P. pinaster* Ait., *P. radiata* D. Don, *Cupressus arizonica* Green, *Cedrus atlantica* Man. y *Picea abies* L.), ocupa entre el 60-

80% del antiguo desierto (Figura 4). Entre las frondosas se hallan: *Ulmus minor* Mill., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus nigra* L. y *Populus x euroamericana* Gui. El rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.), aún de porte arbustivo, se regenera naturalmente. También se halla la hermosa peonía (*Paeonia broteroi* B. & Reut.), característica de ambientes nemorales. En las zonas degradadas, <30%, se detectan: *Thymus* sp., *Dorycnium pentaphyllum* Scop., *Linum sufruticosum* L. y herbáceas; y se desarrolla una costra agrietada, bajo la cual descansan 4-6 cm de regolito. En el bosque, la hojarasca (1-3,5 cm de espesor) protege el suelo, que no desarrolla costras; y aunque resulta uniforme en profundidad, existen raíces hasta más de 60 cm así como micelios y lombrices de tierra.

Estos 9 km², en 1930, eran surcados por 27 torrentes de erosión que en las crecidas aportaban al río Carrión 11,56 m³·s⁻¹, con “*un 20% de guijarro y tierra arcillosa*” (AYERBE, 1930). Durante las turbias del Carrión las aguas contenían “*250 g/m³ de légamo arcilloso*” (GONZÁLEZ GARRIDO, 1941) y AZCARRETAZÁBAL, en 1963, señala que todavía se producían cortes en la carretera Saldaña-Osorno pues los trabajos de Ayerbe habían prosperado parcialmente en algunas cárcavas, y que los daños eran “*mayores después de las heladas que han preparado el terreno ahuecándolo y favoreciendo su desmoronamiento*”. En la actualidad, la erosión está confinada a las cabeceras no recuperadas de algunas cárcavas. La mayoría de los diques



Figura 4. Cárcava en el estado actual (septiembre de 2011) de la figura 3

están colmatados y contribuyen a la estabilización del lecho y de las laderas adyacentes.

DISCUSIÓN

Los testimonios escritos permiten fechar el comienzo de las cárcavas a finales del s. XV, habiendo sido necesarias acciones de restauración ya en el s. XVI. Hasta mediados del s. XIX se encuentran suficientes referencias para suponer un estado de desertificación avanzado. Una degradación absoluta se confirma desde finales del mismo hasta principios del s. XX. Las figuras 2 a 4 muestran los beneficios de esta restauración hidrológico-forestal. El bosque ocupa la mayor parte de la zona degradada de 1930 y ejerce un eficaz control de la erosión. El aterramiento de los diques, la total protección del suelo por la cubierta vegetal y el dosel arbóreo hacen que los sedimentos queden retenidos sin llegar al río. El buen resultado de estas acciones era ya citado por CODORNÍU (1910), GARCÍA CAÑADA (1920) y PÉREZ-URRUTI (1948). Dentro de la cuenca del Duero la intervención de Saldaña, junto con la de Tórtolas (MONGIL et al., 2012), son correcciones relevantes, que han pasado desapercibidas. Sólo PÉREZ-URRUTI (1946) resaltaba el carácter nefasto de las ramblas del Carrión, refiriéndose a las *badlands* de Saldaña. Recientemente, el beneficio ecológico de correcciones similares ha sido citado por VALLAURI et al. (2002), quien destaca el papel de las coníferas como precursoras del bosque de frondosas, tal y como sucede ahora en Saldaña. El suelo evoluciona bajo el bosque y síntoma de su regeneración son las lombrices (VALLAURI et al., 2002), los micelios observados durante la excavación de calicatas, así como moluscos e insectos que no se perciben en las áreas degradadas. La acumulación de restos vegetales bajo el dosel arbóreo es razón para la reducción de escorrentía y sedimentos, mejor circulación hídrica en el suelo e incremento de la fertilidad. Bajo la hojarasca no se desarrollan grietas de desecación, ni encostramientos o superficies *popcorn*, típicas del terreno desnudo erosionado.

Respecto al control de la erosión son de esperar tasas de $1 \text{ mm} \cdot \text{año}^{-1}$, como en cárcavas de los Alpes, cubiertas por *Pinus nigra* tras 120 años

(VALLAURI et al., 2002). En cárcavas desnudas las tasas erosivas alcanzan los $30 \text{ mm} \cdot \text{año}^{-1}$ (CLARKE & RENDELL, 2010) y en España, DESIR Y MARÍN (2009) han medido tasas hasta de $77,21 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$. CANTÓN et al. (2001), REY (2003) y MARTÍNEZ-CASASNOVAS et al. (2009) señalan como el lecho de cárcavas con vegetación $>30\%$ resultan casi inactivas, lo que coincide con nuestra zona. Por todo ello, los efectos de la restauración en la disminución de sedimentos al río Carrión deben ser significativos; THORNES (1990) estimaba en un 30% de cubierta vegetal el umbral para los procesos erosivos; DESCROIX & GAUTIER (2002) y HOOKE (2006) alertan de la reducción en el transporte de sedimentos en diversas corrientes del área mediterránea donde se han realizado reforestaciones y obras de corrección, mientras que ROMERO DÍAZ et al. (2007), han estimado un control de erosión de los diques en cuencas de Murcia de $4 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$, lo cual muestra el efecto que realizan estas estructuras.

CONCLUSIONES

Las fuentes consultadas permiten datar la presencia de cárcavas desarrolladas, como mínimo, ocho décadas antes de 1928; un estado avanzado ya se detecta en el s. XVIII, mientras que su origen se remonta a finales del s. XV. Sin lugar a dudas, tras 80 años de la restauración hidrológico-forestal se ha frenado el acarreamiento que afectaba a Saldaña y alrededores durante los episodios torrenciales desde más allá del s. XVIII. Acarreos y sedimentos casi no alcanzan el río Carrión, lo que contribuye a la protección y conservación del agua y el hábitat acuático.

Agradecimientos

A D. Alfonso Fernández Molowny y D. Andrés Martínez de Azagra por permitir consultar algunos documentos.

BIBLIOGRAFÍA

AYERBE, J.M.; 1928. *Proyecto de repoblación y fijación del álveo del río Carrión. Provincia*

- de Palencia. Conf. Sind. Hidrogr. del Duero. Serv. Forestal. Valladolid.
- AYERBE, J.M.; 1930. *Proyecto de restauración y repoblación de las laderas de la margen izquierda del río Carrión*. Conf. Hidrogr. del Duero. Valladolid.
- AZCARRETAZÁBAL, D.; 1963. *Proyecto de repoblación forestal, restauración de laderas y consolidación de márgenes en el río Carrión*. Conf. Hidrogr. del Duero. Valladolid.
- BARREDA, P.M.; 2003. La conducción de aguas a Palencia en el siglo XVIII: enfrentamiento del Concejo y el Cabildo. *Publicaciones de la Inst. Tello Téllez de Meneses* 74: 5-47.
- BECERRO DE BENGUA, R.; 1874. *El libro de Palencia*. Valladolid: Maxtor, 2009. Facsimil. Repr. ed.: Palencia, 1874.
- BOHIGAS, R. Y SARABIA, P.M.; 1989. Una fecha de c-14 del castillo de Saldaña: Precisiones en torno a su construcción. *En: Act. II Congr. de Historia de Palencia* I: 555-561. Inst. Tello Téllez de Meneses. Dip. de Palencia. Palencia.
- CABALLERO, J.M.; 2006. *Algunas calles de Saldaña*. Depósito Legal: P. 383-2006.
- CABALLERO, J.M.; 2010a. *Saldaña, la villa y su tierra solariega. Estudios históricos*. I. Repr. Huerta del Rey. Valladolid.
- CABALLERO, J.M.; 2010b. *Saldaña, la villa y su tierra solariega. Estudios históricos*, II. Repr. Huerta del Rey. Valladolid.
- CANTÓN, Y.; DOMINGO, F.; SOLÉ-BENET, A. & PUIG DE FÁBREGAS, J.; 2001. Hydrological and erosional response of a badlands system in semiarid SE Spain. *J. Hydrology* 252: 65-84.
- CEÑAL, M^a.A.; GLARÍA, G. Y BLANCO, A.; 1988. *Análisis del Medio Físico de Palencia*. Cons. de Fom. Junta de C. y L.
- CLARKE, M.L. & RENDELL, H.M.; 2006. Process-form relationships in Southern Italian badlands: erosion rates and implications for landform evolution. *Earth Surf. Proc. Landforms* 31: 15-29.
- CLARKE, M.L. & RENDELL, H.M.; 2010. Climate-driven decrease in erosion in extent Mediterranean badlands. *Earth Surf. Proc. Landforms* 2010: 1-8.
- CLOTET, N.; GALLART, F. Y SALA, M.; 1987. Los badlands, características, interés teórico, dinámica y tasas de erosión. *Not. de Geogr. Fís.* 15-16: 28-37.
- CODORNÍU, R.; 1910. Ligera idea de los trabajos hidrológico-forestales que efectúa el Estado. Cuerpo Nacional de Ingenieros de Montes. *Inspección de Repoblaciones Forestales y Piscícolas* 7. Imprenta Alemana. Madrid.
- CORTÉS, J. Y RÍOS, D.; 1979. Yacimientos en la margen izquierda de Palencia: aportación a la carta arqueológica del río Carrión entre Saldaña y La Serna. *Publ. Inst. Tello Téllez de Meneses* 43: 41-60.
- DECROIX, L. & GAUTIER, E.; 2002. Water erosion in the southern French alps: climatic and human mechanisms. *Catena* 50: 53-85.
- DESIR, G. Y MARÍN, C.; 2009. Caracterización de la erosión en áreas acarcavadas de la FM. Tudela (Bárdenas Reales, Navarra). *Cuad. Investig. Geográfica* 35(2): 195-213.
- DÍEZ ASENSIO, J.; 1985. Substrato prerromano en la toponimia Palentina: Calahorra, Carrión, Saldaña, Tamara. *En: Act. I Congr. Hist. de Palencia* I: 731-744. Inst. Tello Tellez de Meneses. Dip. de Palencia. Palencia.
- FAULKNER, H.; ALEXANDER, R. & ZUKOWSKYJ, P.; 2008. Slope-channel coupling between pipes, gullies and tributary channels in the Mocatán catchment badlands, Southeast Spain. *Earth Surf. Proc. Landforms* 33: 1242-1260.
- GARCÍA CAÑADA, R.; 1920. *Las inundaciones y la repoblación forestal en España*. Asociación del Cuerpo de Ingenieros de Montes. Sociedad Española de Artes Gráficas. Madrid.
- GÓMEZ REDONDO, J.; 1935. Trabajos forestales en la Confederación Hidrográfica del Duero. *Diario ABC*, 06/09/1935: 14. Madrid.
- GONZÁLEZ GARRIDO, J.; 1941. *La Tierra de Campos. Región Natural*. Ámbito. Diputación de Palencia. Palencia.
- HERNÁNDEZ PACHECO, E.; 1928, Los cinco ríos principales de España y sus terrazas. *Trab. Museo Nac. C. Nat.. Serie Geológica* 36: 5-149.
- HOOKE, J.M.; 2006. Human impacts on fluvial systems in the Mediterranean region. *Geomorphology* 79: 311-335.
- HOOKE, J.; VAN WESEMAEL, B.; TORRI, D.; CASTILLO, V.; CAMMERAAAT, E. & POESEN, J.;

2007. *Combating Land Degradation by Minimal Intervention: The Connec. Reduct. Approach*. Global Change and Desertif. Prog. Proj. No. GOCE-CT-2003-505361. Univ. of Portsmouth.
- MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J.A. y POCH, R.; 1998. Estado de conservación de los suelos de la Cuenca del embalse Joaquín Costa. *Limnética* 14: 83-91.
- MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J.A.; RAMOS, M.C. & GARCÍA-HERNÁNDEZ, D.; 2009. Effects of land-use changes in vegetation cover and sidewall erosion in a gully head of the Penedès Region (northeast Spain). *Earth Surf. Proc. Landforms* 34: 1927-1937.
- MARTÍNEZ DE AZAGRA, A.; SESEÑA, A.; FERNÁNDEZ DE VILLARÁN, R.; MÉNDEZ, C.; FERNÁNDEZ, M.; DÍEZ, J.M. y NAVARRO HEVIA, J.; 1997. *Estudio para la elaboración de una metodología de análisis de la eficacia de obras transversales de corrección hidrológico forestal ubicadas en escarpes de páramo*. CEDEX (Min. de Fomento)-U.D. Hidr. e Hidrol. E.T.S. Ing. Agrarias. Univ. Valladolid. Palencia.
- MONGIL, J.; NAVARRO, J.; CRUZ, V. y DÍAZ, V.; 2012. Destrucción y restauración de la cubierta forestal en la cuenca alta del río Corneja (Ávila): análisis histórico de un proceso de gestión cambiante. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For* 38: 107-113.
- NRCS; 2003. *Field Book for Describing and Sampling Soils*. NRCS-USDA. Lincoln. NB, en <http://www.soils.usda.gov>.
- PÉREZ-URRUTI, J.A.; 1948. Trabajos hidrológico-forestales: fijación de terrenos. Conferencia de clausura del Centenario de la Escuela de Ingenieros de Montes. Diana, Artes Gráficas. Madrid.
- POESEN, J. & HOOKE, J.M.; 1997. Erosion, flooding and channel management in Mediterranean environments of southern Europe. *Progr. Phys. Geogr.* 21(2): 157-199.
- POESEN, J.; VANDEKERCKHOVE, L.; NACHTERGAELE, J.; OOSTWOUW WIJDENES, D.; VERSTRAETEN, G. & VAN WESEMAEL, B.; 2002. Gully erosion in dryland environments. In: L.J. Bull & M.J. Kirkby (eds.), *Dryland Rivers: Hydrology and Geomorphology of Semi-arid Channels*: 229-262. Chichester. Wiley.
- PRIETO, P.; 1975. Los bosques de Sierra Nevada. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 32(2): 1099-1129.
- REY, F.; 2003. Influence of vegetation distribution on sediment yield in forested marly gullies. *Catena* 50: 549-562.
- ROMERO DÍAZ, A.; ALONSO-SARRIA, F. & MARTÍNEZ LLORIS, M.; 2007. Erosion rates obtained from check-dam sedimentation (SE Spain). A multi-method comparison. *Catena* 71: 172-178.
- SOLÍS COTEJÓN, M.; 1794. *Visita y testimonio de arbolados Auto de Gobierno con la certificación del extracto de Reales Órdenes para el Buen Régimen de Gobierno de los Montes y Plantíos de la villa de Saldaña*. Conf. Hidr. del Duero. Valladolid.
- THORNES, J.B.; 1990. The interaction of erosional and vegetational dynamics in land degradation: spatial outcomes. In: J.B. Thornes, (ed.), *Vegetation and Erosion*: 41-53. Chichester. Wiley.
- VALLAURI, D.R.; ARONSON, J. & BARBERO, M.; 2002. An analysis of forest restoration 120 years after reforestation on badlands in the Southwestern Alps. *Restoration Ecology* 10(1): 16-26.