

1999, pp. 231-239

*Diseño de la estación
experimental "Cornide"
para la investigación
de procesos erosivos
en microambientes
A Monte de Galicia*

RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ-CONDE

JORGE M. PUGA RODRÍGUEZ

ROBERTO VILA GARCÍA

ANA CIBEIRA FRIOL

DEPARTAMENTO DE XEOGRAFÍA

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Resumen:

Hasta el año 1994 las investigaciones sobre procesos erosivos en Galicia se enmarcaban en estudios realizados sobre áreas quemadas y fueron emprendidos por los grupos investigadores del Centro de Investigación de Lourizán y por el Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Santiago. A partir del año 1994 se empezaron a realizar estudios sobre las pérdidas de suelo en microambientes y en cultivos tradicionales de Galicia a cargo de un grupo del Departamento de Geografía de la Universidad de Santiago. Para ello se montaron dos estaciones experimentales, una la "Estación Experimental Monte Pedroso" (Rodríguez Martínez-Conde *et al.* 1996b) para el estudio de erosión en cultivos tradicionales de Galicia y otra la "Estación Experimental Cornide" para la investigación de procesos erosivos en microambientes de la Galicia costera, en la cual se estudian escorrentías y pérdidas de

suelo por erosión no acelerada y donde la erosión antrópica no desempeña un papel determinante.

Con la presente comunicación pretendemos tan sólo describir la estación experimental instalada.

Aproximación a los estudios que sobre erosión de suelos se realizaron en Galicia

En Galicia los estudios sobre la erosión del suelo, hasta ahora, se limitaban sólo a los realizados sobre áreas concretas afectadas por incendios forestales. Sin embargo autores como Torras *et al.* (1977); Torras, Gil, Díaz-Fierros (1983); Díaz-Fierros, Basanta, Casal (1983) ya hablaban de los problemas que suscitaba la erosión acelerada por deforestación y por el mal uso en las prácticas de cultivo a lo largo de períodos históricos recientes. Esto provocó una aparición en los perfiles de las laderas de varios ciclos de formación, como líneas de piedras y espesor del suelo hacia las zonas más deprimidas del paisaje. Así lo atestiguan los trabajos de Guitián Ojea y Carballas (1968); o Múcher *et al.* (1972). Ahora destaca la problemática que suponen los incendios forestales y la consiguiente pérdida de suelo, incluso la transformación física que supone en el paisaje (Díaz-Fierros y Pérez Moreiras, 1984). Estos mismos autores describen la magnitud del potencial erosivo en Galicia y la califican como alta; puede llegar a valores cercanos a puntos aislados de ambientes mediterráneos. Además presentan datos de los sedimentos en suspensión que aportan los principales ríos gallegos, como identificadores de las pérdidas reales de suelo. Lo más significativo de las cifras se resume en las pérdidas entre 5 y 10 Tm/km²/año; algo similar a los principales ríos europeos de ambiente atlántico. Soto González (1993), señala que la tasa de erosión del suelo en áreas quemadas no se experimentan fuertes incrementos, salvo en el caso de que la intensidad de la quema fuese fuerte y produjese una degradación de la estructura del suelo lo cual podría provocar un incremento en la erosionabilidad. Además, aporta unas cifras muy interesantes al señalar que con una quema de una intensidad de moderada a fuerte la parcela registró una erosión de 14,3 Tm/ha de suelo durante el primer año. Esta aportación representa un incremento de 9,2 veces más que en una parcela-modelo de control. En parcelas con una intensidad de moderada a ligera el incremento osciló de 1,6 a 4,5 veces respecto al primer ejemplo.

Rodríguez Martínez-Conde, Puga Rodríguez y Vila García (1995) presentaron los primeros datos de un estudio sobre erosión en cultivos tradicionales de Galicia. Con cuatro episodios de lluvia y con una media por evento de 43,3 mm, se registraron unas pérdidas de suelo de 1,16 Tm/ha. Con posterioridad Rodríguez Martínez-Conde, Puga Rodríguez, Vila García y Cibeira Friol (1996) aportaron nuevos datos, destacando las 9,69 Tm/ha/año de pérdidas de suelo en parcelas con un 10 por ciento de pendiente y las 13,42 Tm/ha/año en parcelas con un 5 por ciento.

Vila García (1996) presentó los datos de 10 eventos de lluvia que arrojaron un total de 708,1 mm, con una media por evento de 70,8 mm (correspondientes a

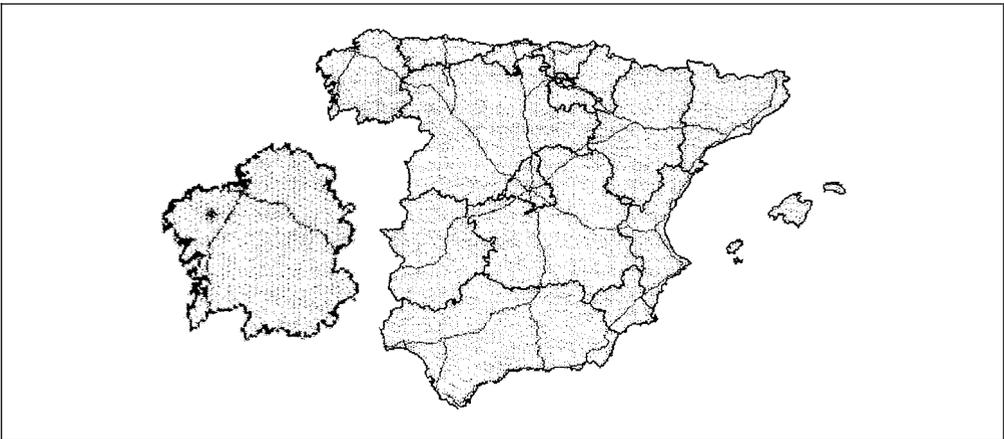
precipitaciones de tipo oceánico); registraron para parcelas con 5% de pendiente unas pérdidas de suelo de 19.36 Tm/Ha.

Localización y características de la estación experimental

La instalación se ubica en la provincia de A Coruña (a unos 8 km de Santiago), en el municipio de Teo, muy cerca de la aldea de Cornide y encuadrada en la cuenca del río Sar. Su altitud sobre el nivel del mar son 220 m y la orientación es SW. Las coordenadas geográficas son 8º 36´ de longitud oeste y 42º 49´ de latitud norte.

Localización geográfica de la Estación Experimental Cornide

Figura 1



La vegetación predominante es la alternancia de matorral (*Ulex europaeus L.*) con bosque de eucaliptos (*Eucaliptus globulus L.*).

Geológicamente la Estación Experimental Cornide se halla sobre un sustrato de granito de anatexia parauctótono, migmatizado y de edad herciniana (IGME, 1981). El granito de esta zona, es muy poco homogéneo, con todos los tamaños posibles de grano y distinguibles en un simple análisis mecánico manual

Objetivos en la utilización de las parcelas experimentales

Partiendo del objetivo base que toda parcela experimental debe cumplir, como es obtener información cuantitativa sobre tasas de erosión y escorrentías, y considerando que una parcela experimental no deja de ser más que una microcuenca, los objetivos son aquellos que ya describió Bryan (1991) y que se agrupan en torno a cuatro grandes líneas fundamentales: 1º averiguar cuando comienza la

generación de escorrentía y producción de sedimentos en relación con los volúmenes e intensidades de precipitación, 2º el estudio de los diversos procesos hidrológicos, 3º deducir los efectos de denudación que se registran en un ambiente donde la acción humana no influye y 4º y último analizar la erosionabilidad del suelo: textura, agregados, rugosidad, pedregosidad superficial, perfil, humedad inicial, y ángulo y longitud de la pendiente.

Diseño de las microparcels de erosión

Teniendo en cuenta que uno de nuestros objetivos es el de disponer de un punto de partida, de carácter global, a cerca del funcionamiento hidromorfológico de un ambiente oceánico húmedo e hiperhúmedo enmarcado dentro de una franja que comprende desde los arrabales de Santiago hasta la Galicia costera, se acepta como válido el sistema de utilizar microparcels de erosión, considerando como tales aquellas que sean inferiores a 10 m² de superficie (López-Bermúdez *et al.* 1993). Obviamente éstas no pueden considerarse como parcelas *standard*, ya que no son parcelas tipo USLE.

En sí las microparcels fueron diseñadas y construídas siguiendo el modelo, ya reconocido internacionalmente, de Mutchler (1963). Cada parcela se estructura en una superficie cerrada, seguida de un canal colector que está constituido en esta ocasión por cuatro cajas *Gerlach*, que tienen la misión de atrapar los arrastres y dejar circular las escorrentías, las cuales se depositan en un primer tanque colector (con una capacidad de 40 litros). Para casos de eventos de lluvias muy duraderos contamos con dos tanques más, de iguales características al primer tanque colector, todo ello se observa más claramente en la Fig. 2.

Contamos con tres microparcels de dimensiones para los tres casos de 4 m de largo por 2 m de ancho, lo que nos proporciona una superficie de drenaje controlada de 8 m², cerradas por unas bandas de metal de 250 cm de largo por 30 cm de ancho, hincadas 15 cm en el suelo para de esta manera aislar lo mejor posible las parcelas de aportaciones extraordinarias de escorrentías procedentes de la ladera arriba (Morgan, 1986). Como se sabe, este es el mejor procedimiento para establecer correlaciones entre las tasas de denudación y los coeficientes de escorrentía.

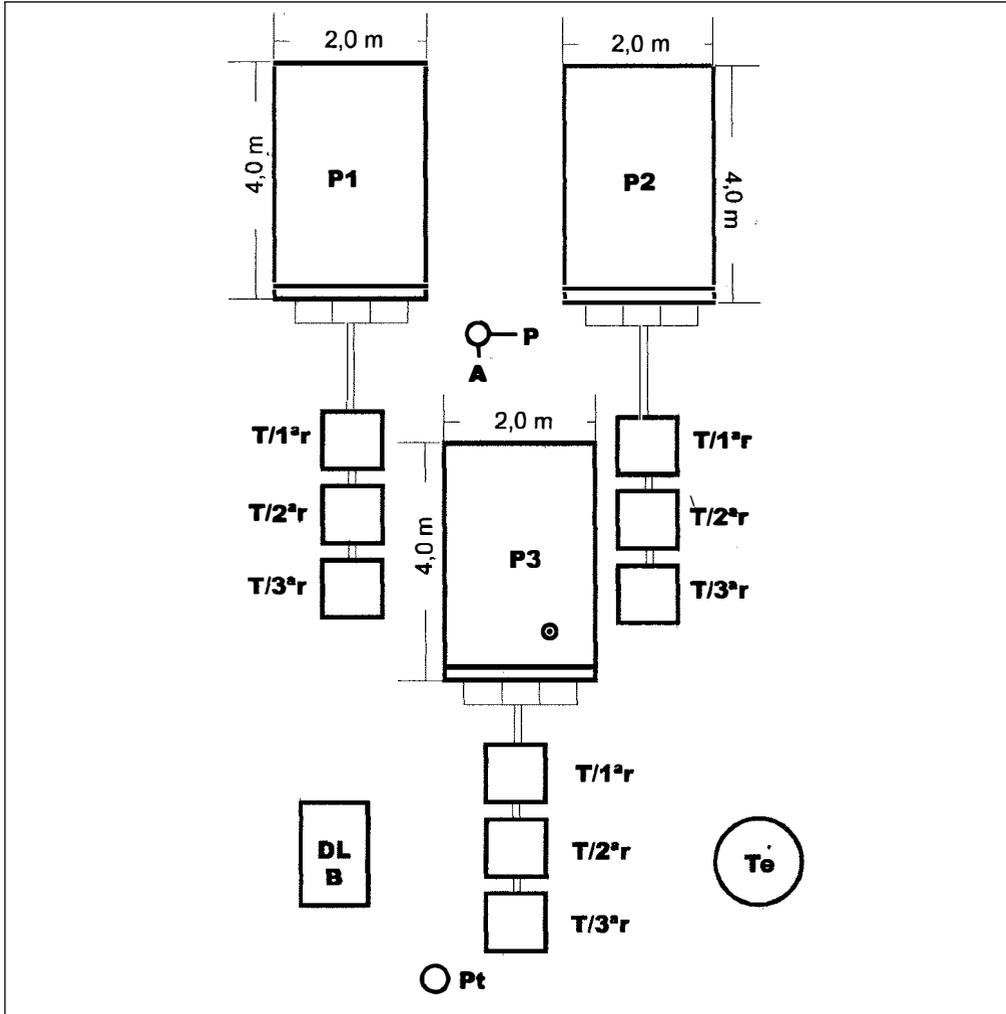
La separación entre parcelas la realizamos en función del espacio de que disponíamos. Como norma general procuramos que hubiese siempre entre ellas una separación de 1 metro, tanto para eliminar en lo posible el comportamiento hidrogeomorfológico de la ladera como el efecto "borde", así como para que nos permitiese una mejor maniobrabilidad a la hora de conectar el material científico y de trabajar en la medición y recogida de sedimentos y escorrentías.

Monotorización de la Estación Experimental

Contamos con una estación autónoma o *MACRO Data Logger* de la marca UNIDATA, modelo 7000B (Versión 30, 31). El equipo comporta 16 canales analógicos,

**Diseño de la estructura de las microparcels de erosión,
sus complementos y la monotorización**

Figura 2¹



diferenciales o de una sola terminación de entrada y cuatro de conteo, así como, una salida de control sobre relé, una interface RS-232 y 128K RAM de memoria interna de datos. Dispone, asimismo, de dos conectores; uno de ellos normalizado de 25 pins para conexión a ordenador tipo PC u otro dispositivo que admita un protocolo RS-232, y otro para conexión de los sensores.

¹ **P1**: Parcela número 1. **P2**: Parcela número 2. **P3**: Parcela número 3. **DL**: Data Logger. **B**: Batería. **Te**: Tanque de evaporación. Tipo "A". **T/1ºr**: Tanque primera recogida escorrentía. **T/2ºr**: Tanque segunda recogida escorrentía. **T/3ºr**: Tanque tercera recogida escorrentía. **P**: Pluviómetro. **A**: Anemómetro. **Pt**: Pluviómetro totalizador. **O**: Termómetro de suelo.

Se complementa con una tarjeta maestra externa dotada de bornero y una caja intemperie de protección IP65.

La energía eléctrica para el funcionamiento del *Data Logger* y de los sensores, la suministramos con un equipo compuesto por una batería de 12 v y 65 Ah.

El pluviógrafo es de la marca *UNIDATA*, modelo 6506A. Sirve para captar agua de lluvia empleando un embudo de 203 mm de diámetro. El agua de lluvia atraviesa un filtro antes de alcanzar el sistema de medida. El sistema de medida se basa en el principio del volcado de dos cangilones cerrando y abriendo el circuito. Sensibilidad de 0,2 mm (ajustable de 0,1 a 0,5 mm). Captación lluvia 0 - 200 m/h, con una exactitud del 4%. Usa un captador de señal tipo relé Reed.

Además poseemos un pluviómetro totalizador, marca *GLOBAL WATER*. Dotado de un medidor de conteo. Cuyo sistema de medida es por cangilones, con un rango de medida regulable entre 0,1 y 0,5 mm de lluvia. Cada volteo genera un pulso que se registra en el medidor de conteo. Usa un captador de señal tipo relé *Reed*

Disponemos de un sistema de medida de evaporación de la marca *UNIDATA*, modelo 6529-1. Consiste en un depósito de evaporación normalizado clase "A", un medidor de nivel del tipo flotador y contrapeso (modelo 6531) y una red dispuesta en forma de cono para evitar perturbaciones debidas a hojarascas, pájaros, etc. Se complementa con un sensor de temperatura para medir la temperatura del agua del tanque, marca *UNIDATA*, modelo 6507A. El dispositivo empleado para la medida del nivel consiste en un flotador unido por un cordón trenzado de contrapeso a través de una polea. Esta polea se encuentra acoplada mecánicamente a un codificador angular de 16 bits lo que proporciona una resolución de 0,5 mm. Tiene una amplitud de medida de 0 a 250 mm. El sensor de temperatura flota sobre la superficie del agua para obtener una medida de la temperatura superficial.

El medidor de la velocidad del viento es de la marca *YOUNG*, modelo 12102. Este dispositivo mide la velocidad horizontal del viento. Consiste en un montaje de tres cazoletas cuyo eje está acoplado a un generador taquimétrico que proporciona una salida en tensión de tipo analógica. Las cazoletas están construidas en plástico resistente a la radiación UV. Rango de medida de 0 a 180 km/h.

La temperatura del suelo la tomamos con un sensor marca *UNIDATA*, modelo 6507A. Es un termistor que se encuentra enterrado a unos 5 cm en la parte baja de la parcela 3. Crea una señal analógica que es recogida en el *Data Logger*. Opera desde temperaturas a $-28,7^{\circ}\text{C}$ hasta 80°C . Tiene una exactitud de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

La humedad del suelo la medimos con un tensiómetro por parcela marca *SKYE*, modelo SKT600. Este dispositivo está diseñado para la medida de la presión debida a la humedad del suelo o la presión de agua. Mide directamente, en Hpa, la presión de succión requerida para emplear el agua que se encuentre en la zona de medida. En definitiva, el agua disponible. Miden la humedad a una profundidad de 30 cm. Se ha instalado uno en cada parcela.

Completa la estación una caseta metálica, construida en chapa galvanizada y donde se guardan el *Data Logger* y la batería de mantenimiento de los aparatos.

Control del sedimento y de la escorrentía

El sedimento se recoge en doce cajas *Gerlach*, cuatro en cada parcela. Cada uno tiene un divisor de chapa de acero agujereada por la que sólo se filtra en agua y los sedimentos en suspensión inferiores a 1 mm de diámetro, manteniéndose el sedimento más grueso sobre la misma chapa.

Hay tres depósitos para recoger la escorrentía en cada parcela, cada uno tiene una capacidad máxima de 40 litros, lo cual nos permite recoger hasta 120 litros de escorrentía. El primero se comunica con las cuatro cajas *Gerlach* de cada parcela, el segundo y el tercero recogen la escorrentía que fluye del inmediatamente anterior.

Tipo y frecuencia de las medidas que se obtienen

La monitorización de la instalación nos permite hallar variados datos, en función del aparato científico concreto y del tiempo a que esta programado. En la siguiente tabla mostramos tales variables, las frecuencias y los valores en los cuales se obtienen los datos.

Descripción de los instrumentos monitorizados que se utilizan en la medida de flujos de agua y arrastres, así como su función, frecuencia de medidas y los valores en que se presentan

Tabla 1

INSTRUMENTO	FUNCIÓN	FRECUENCIA	VALORES
Pluviógrafo UNIDATA 6506 A	Distribución de la lluvia en el tiempo	Cada diez minutos	mm.
Pluviómetro totalizador (Global Water)	Lluvia total por evento	Evento	mm.
Tensiómetro SKYE SKT600	Registra la humedad del suelo.	Cada diez minutos	Hpa.
Sensor de temperatura del suelo UNIDATA 6507 A	Registra la temperatura del suelo.	Cada diez minutos	°C.
Anemómetro YOUNG 12102	Registra la velocidad del viento.	Cada diez minutos	Km/h
Tanque evaporímetro Clase A, 6529-1	Calcular la evapotranspiración.	-	-
Medidor de nivel UNIDATA 6531	Registrar las variaciones en el nivel del agua	Cada diez minutos	mm.
Sensor de temperatura del agua UNIDATA 6507 A	Registrar las oscilaciones en la temperatura del agua.	Cada diez minutos	°C.
Depósitos Colectores	Retienen las escorrentías	Evento	
Cajas Gerlach	Atrapan el sedimento	Evento	Kilogramos

El pluviómetro totalizador está muy próximo al suelo (a 50 cm de altura) y ha sido calibrado por el método de las curvas de doble masa en comparación con el pluviógrafo. Cada vuelco en el pluviómetro totalizador equivale a 0,3689 mm, por los 0,2 mm del pluviógrafo que lo situamos a una altura de 1,75 m. sobre el suelo.

Tratamiento y almacenamiento de los datos

Los datos son recogidos del Data Logger en modo Lotus, el primer tratamiento es convertirlos a formato Excel.

Cada mes se realizan las conversiones necesarias para almacenar los datos en cuatro formatos horarios distintos: cada diez minutos, cada hora (medias o totales), cada día (medias o totales) y datos mensuales (totales o medias).

Normalmente se almacenan en disquetes así como en CD-ROM.

Manejos realizados en las microparcels, periodo 1994 - 1997

Los principales manejos realizados en las microparcels, aparte de controlar su funcionamiento como estación monotorizada, fueron el seguimiento de las esorrentías, de los arrastres, de la vegetación a la hora de determinar tanto su tipo como el tanto por ciento de cobertura, de la instalación de *pin erosion* (Sala y Gallart, 1988) y de la granulometría.

Agradecimientos

Esta instalación científica fue montada gracias a la aportación realizada por la Xunta de Galicia en 1993 y bajo el título **Sistema de seguimiento medioambiental y de erosión**. Y está funcionando gracias al Convenio entre la *Universidade de Santiago* y la Secretaría General de Desarrollo Rural y Conservación de la Naturaleza. Dirección General de Conservación de la naturaleza, M.A.P.A, para la realización del estudio **“Contribución española al desarrollo del convenio mundial para prevenir la desertificación: I.- Red de cuencas y parcelas experimentales de seguimiento y evaluación de la erosión y la desertificación”**.

Bibliografía

BRYAN, R.B. (1991) *Surface wash*. In: *Field experiments and measurement programs in geomorphology* (O. Slaymaker, ed.), Balkema, pp.107-168, Rotterdam.

- CASAL et al. (1990) en SOTO GONZÁLEZ, B. (1993) *Influencia de los incendios forestales en la fertilidad y erosionabilidad de los suelos de Galicia*. Universidade de Santiago. Tesis Doctoral (inérita).
- CHOW, V.T. (Ed.) (1964) *Handbook of Applied Hydrology. A Compendium of Water-resources Technology*. Mc GRAW-HILL. New York.
- DÍAZ-FIERROS, F. et al. (1982) *Efectos erosivos de los incendios forestales en suelos de Galicia*. Anales de Edafología y Agrob. XLI, 3-4: 627-639.
- DÍAZ-FIERROS, F.; BASANTA, M.; CASAL, M. (1983). *Incendios forestales en Galicia. Sus causas, y efectos sobre el medio ambiente*. Dirección Gral. de Montes. Consellería de Agricultura, Pesca e Alimentación. Xunta de Galicia.
- EVANS, R. (1980) Mecanismos de la erosión hídrica y sus controles espaciales y temporales: un punto de vista empírico. In KIRKBY & MORGAN, Eds. (1991), *Erosión de suelos*, 141-163.
- HUDSON, N. W. (1982) *Soil conservation*. BT. Batsford, London.
- I.G.M.E. (1981) *Mapa Geológico de España*. Escala: 1:50.000 Hoja de Padrón. Segunda Serie-Primera edición. Servicio de Publicaciones. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
- KERTESZ, A. (1987). *A soil erosion measurement project in Hungary*. In GODARD, A & RAPP. A. : *Processus et mesure de l'érosion*, París, 1987, Ed. du CNRS, pp. 531-540.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; GARCÍA-RUIZ, J.M.; ROMERO-DÍAZ, M.A.; RUIZ-FIAÑO, P.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. & LASANTA, T. (1993) *Medidas de flujos de agua y sedimentos en parcelas experimentales*. Sociedad Española de Geomorfología N° 6 Geoforma Ediciones. Logroño.
- MORGAN, R.P.C. (1986) *Soil Erosion & Conservation*. Longman Scientific & Technical. New York.
- MUTCHLER, C.K. (1963) *Runoff plot design and installation for soil Erosion Studies*. Agricultural Research Service 41-79, United States Department of Agriculture.
- PECSI, M. (1971). *Changes in relief equilibrium due to man's technical economic activity*. MTA Biológiai Oszt'Közl', 14, pp. 27-37.
- RODRÍGUEZ MARTÍNEZ-CONDE, R.; PUGA RODRÍGUEZ, J.M. & VILA GARCÍA, R. (1995) *Runoff on traditional ploughing. First results. (Galicia, NW. Spain)*, en *Conference on Erosion and Land Degradation in the Mediterranean: The impacts of Agriculture, Forestry and Tourism. Proceedings*, 169-177. University of Aveiro, 14-18 June 1995. Portugal. III Conference of the International Geographical Union Study Group "EROSION AND DESERTIFICATION IN REGIONS OF THE MEDITERRANEAN CLIMATE (MED)".
- RODRÍGUEZ MARTÍNEZ-CONDE, R.; PUGA RODRÍGUEZ, J. M.; VILA GARCÍA, R. & CIBEIRA FRIOL, A. (1996a). La erosión en campos cultivados en Galicia (NW. España), *Cadernos Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 21: 147 - 162.
- RODRÍGUEZ MARTÍNEZ-CONDE, R.; PUGA RODRÍGUEZ, J.M. & VILA GARCÍA, R. (1996) Informe Final del Proyecto "Estudio de la degradación de suelos cultivados de Galicia y posible formulación de un modelo predictivo de erosión". Consellería de Educación e Ordenación Universitaria. Xunta de Galicia (inérito).
- RODRÍGUEZ MARTÍNEZ-CONDE, R.; PUGA RODRÍGUEZ, J. M.; VILA GARCÍA, R. & CIBEIRA FRIOL, A. (1996b). *Características e deseño da Estación Experimental "Monte Pedroso", para o estudio da erosión en cultivos tradicionais de Galicia*. Instituto Cultural Galaico-Minhoto. VI Coloquio Galaico-Minhoto. Ourense (en prensa).
- SALA, M. & GALLART F. (1988) *Métodos y Técnicas para la Medición en el Campo de Procesos Geomorfológicos* Monografía nº 1. S.E.G. Barcelona.
- SOTO GONZÁLEZ, B. (1993) *Influencia de los incendios forestales en la fertilidad y erosionabilidad de los suelos de Galicia*. Universidade de Santiago. Tesis Doctoral (inérita).
- TORRAS, M.L. (1977). *Crisis erosivas en el Cuaternario reciente en Galicia*. Actas III Reunión Gr. Trab. Cuaternario, 229-236. Zaragoza.
- VEGA, J. A. (1983). *Erosión después de un incendio forestal*. Memoria interna del Depart. Forestal de Zonas Húmedas de Lourizán. CRIDA 01. I.N.I.A.
- VILA GARCÍA, R. (1996) *A erosión en cultivos tradicionais de Galicia*. Universidade de Santiago. Departamento de Xeografía. Memoria de Licenciatura (inérita).