

# EROSIÓN Y DESERTIFICACIÓN: IMPLICACIONES AMBIENTALES Y ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN

*Francisco López Bermúdez*

*Asunción Romero Díaz*

*Universidad de Murcia*

## RESUMEN

La erosión y la desertificación son fenómenos ligados a unas condiciones climáticas específicas secas, engendrados en los geosistemas, por actividades humanas inadecuadas. Se manifiestan por la degradación del suelo, vegetación y agua, en muchos casos irreversible, y aparición de nuevos ambientes con una nuevas dinámicas. Además, comprometen el potencial biológico y el desarrollo sostenible. La investigación de estos procesos ecológicos y socioeconómicos, puesto que se trata de una ruptura del equilibrio hombre-medioambiente, se hace necesaria para poder suministrar, a las Administraciones Públicas y poblaciones amenazadas, eficaces herramientas de prevención y mitigación, y contribuir al diseño, desarrollo y aplicación de planes de acción de lucha contra la erosión y la desertificación.

Palabras clave: erosión, desertificación, impactos ambientales, investigación, Sureste Ibérico.

## ABSTRACT

*Erosion and Desertification: Environmental implications and Strategies of Research.* The erosion and desertification are phenomena bound to some specificities dry climatic conditions begotten in the geosystems for improper human activities. They are expressed by degradation of the soil, vegetation and water, unrecoverable in many cases, and apparition of new environment with new dynamics. Moreover, the commit of biological potential and the sustainable development. The research of these ecological and socio-economics processes, since it is considered a break of the man-environmental balance, is necessary for power to supply, to the Publics Administrations and threatened populations, effective tools of prevention and mitigation, and to contribute to the design, development and applications of action plans of struggle against the erosion and desertification.

**Key words:** erosion, desertification, environmental impacts, research, Iberian South-East.

Fecha de recepción: 26 de febrero de 1998.

\* Departamento de Geografía Física. Humana y Análisis Regional. Facultad de Letras. Universidad de Murcia. Campus de la Merced. 30001 MURCIA (España).

## INTRODUCCIÓN

Entre los importantes cambios, alteraciones y amenazas que están afectando a los geosistemas de las regiones mediterráneas áridas, semiáridas y subhúmedas secas en los umbrales del tercer milenio, la *erosión del suelo* y la *desertificación* constituyen los problemas ambientales de mayor extensión espacial e incidencia ambiental y económica. El Cambio Global, puede exacerbar estos problemas (Ingram *et. al.*, 1996; Williams *et. al.*, 1996). La *erosión* y *desertificación* son el paradigma del estado ambiental de extensas regiones de la Europa mediterránea y, en particular, del Sureste Ibérico. Así lo reconocen diversos programas y proyectos españoles como el LUCDEME (*Mitigación y control de la desertificación*) y otros muchos del Plan Nacional de I + D y de la Unión Europea, como CORINE (*soil erosion risk and important land resources*), MEDALUS (*Usos del suelo y Desertificación en el Mediterráneo*), EFEDA (*Interacción superficie terrestre-atmósfera*), RESMEDES (*intercambios tierra-atmósfera*), HERMES (*procesos de erosión-sedimentación*), MODMED (*dinámica de la vegetación*). ARCHAEOMEDES (*Evolución histórica y aspectos socioeconómicos de la desertificación*) RESYSMED (*indicadores de la desertificación*), entre otros, así como la *Convención de Naciones Unidas para combatir la Desertificación, Anexo IV Mediterráneo Norte* (CCD, 1994).

A escala **planetaria**, y de las tierras mediterráneas secas, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la desertificación constituyen los tres problemas medioambientales "estrella". Las grandes transformaciones ambientales, con alarmante pérdida de diversidad biológica, de extensas superficies de masa vegetal, de fertilidad de vastas extensiones de suelos, de productividad de los sistemas agrarios, de calentamiento de la atmósfera..., se han producido, sobre todo, en los últimos cincuenta años. Estas amenazas comprometen a todo el estado ambiental de las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas haciéndolas más sensibles y vulnerables a los fenómenos naturales y antrópicos.

*Cambio climático, pérdida de biodiversidad y desertificación* tienen mucho de común, corresponden a procesos físicos y antrópicos que están íntimamente ligados, están fuertemente relacionados por razones y principios ambientales, económicos, jurídicos y políticos; sus instrumentos pueden contribuir de manera importante a la consecución de los objetivos de los otros. Los tres problemas también están ligados por soluciones comunes. Por ejemplo, la lucha contra la deforestación y los incendios, reduce la degradación de los suelos por erosión, reduce las emisiones netas de **dióxido** de carbono y reduce la pérdida de biodiversidad. Del mismo modo, la aplicación de técnicas de explotación de energías renovables, puede acarrear una reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero y disminuir la sobreexplotación de los recursos naturales básicos. En realidad, salvaguardar la biodiversidad, luchar contra la erosión del suelo y la desertificación, y prevenir el cambio climático, albergan el mismo objetivo: asegurar un desarrollo durable.

De ahí, la necesidad de detener y mitigar estos procesos de degradación, de recuperar geosistemas que no hayan rebasado el umbral de la irreversibilidad y de poner en marcha planes y estrategias para la protección y salvaguarda de los recursos naturales básicos y del medio ambiente de las tierras más amenazadas. Retos que han de afrontar las administraciones públicas y la ciudadanía con prontitud y sin la menor reserva.

**EROSIÓN NO ES IGUAL A DESERTIFICACIÓN**

Erosión y desertificación constituyen unos de los problemas ambientales de mayor extensión espacial e incidencia ecológica, económica y social de las regiones mediterráneas ibéricas de clima árido y semiárido, son fenómenos que competen de modo sustantivo a los geosistemas terrestres, degradándolos. La *Erosión* consiste en una pérdida de suelo, por arranque, transporte y posterior deposición del material que lo constituye, por la acción del agua y el viento.

La erosión hídrica constituye un problema ambiental endémico en la mayor parte de la España mediterránea y, en particular, del Sureste peninsular. La pérdida de suelo, recurso limitado, ocasiona una disminución de su potencial biológico y productivo y, por otro lado, incrementa el empobrecimiento y fragilización de los geosistemas. La conjunción de ambas formas de degradación puede conducir a la ruptura del equilibrio geoecológico y desembocar en la desertificación del territorio. Los procesos de erosión son causados por la interacción del suelo, las precipitaciones, la pendiente, la vegetación y los usos humanos. (Fig. 1).

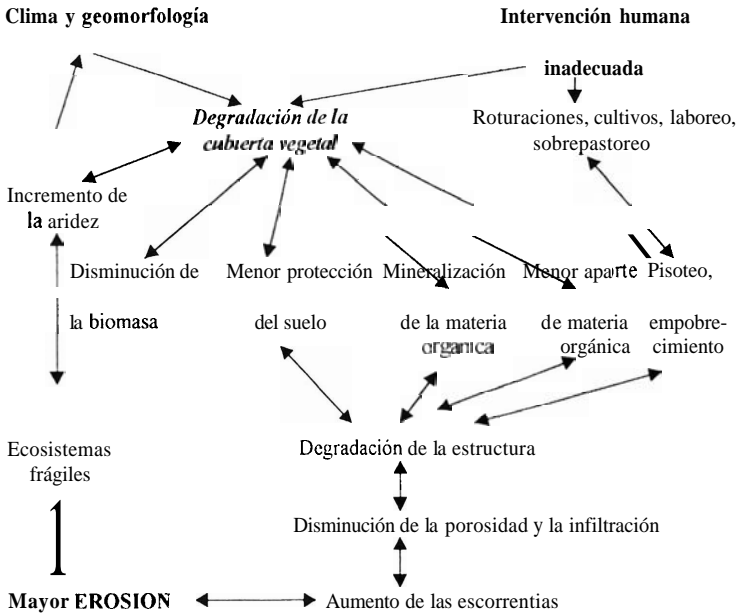


FIGURA 1. Flujos «causa-efecto» implicados en la erosión del suelo.

Los procesos erosivos, en los ambientes más o menos áridos, se caracterizan por ser recurrentes, intermitentes, lentos, progresivos e irreversibles (Morgan, 1986; Boardman et al., 1990; López Cadenas et al., 1994; Porta et al., 1994; López Bermúdez, 1996a), salvo cuando el uso y gestión del suelo y cubierta vegetal son deficientes o inadecuados, entonces el proceso puede ser rápido, se habla entonces de erosión acelerada.

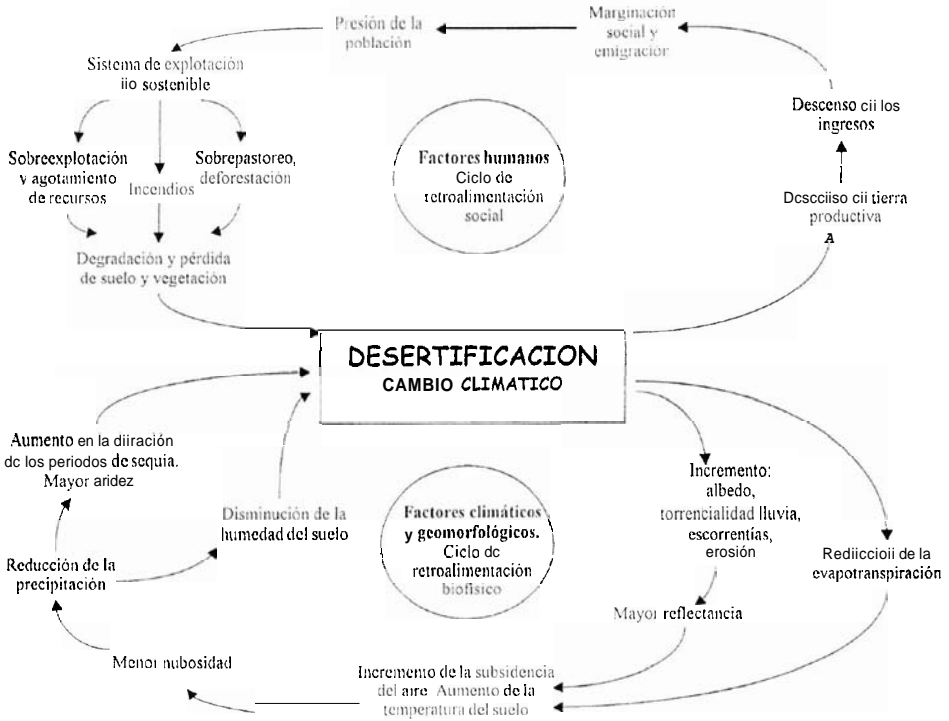


FIGURA 2. Mecanismos de realimentación en la desertificación (Middleton et al., 1994; López Bermúdez, 1996c.; Barberá et al., 1997).

La erosión del suelo por agua, es uno de los más importantes procesos de degradación en los ambientes mediterráneos, pero no es lo mismo que desertificación, aunque sea uno de los fenómenos o síntomas más destacados de la misma; en muchos lugares, el más relevante. Tras el término *desertificación* se esconde todo un conjunto de procesos interrelacionados (físicos, biológicos, históricos, económicos, sociales, culturales y políticos) que se manifiestan a diferentes niveles de resolución tanto espaciales como temporales (García Ruiz *et al.*, 1996; Ibáñez *et al.*, 1997). Las causas que la desencadenan y factores que la controlan son múltiples y algunos de ellos puede cambiar según la escala, por ello, pueden darse respuestas diferentes en función de las magnitudes de tiempo y espacio que se consideren.

Desertificación es un conjunto de procesos o manifestación de fenómenos implicados en el empobrecimiento y degradación de los geosistemas terrestres por impacto humano. La UNCED (1992) y el CCD (1994) la han definido como *un proceso complejo que reduce la productividad y el valor de los recursos naturales, en el contexto específico de condiciones climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, como resultado de variaciones climáticas y actuaciones humanas adversas.*

Se interpreta como una disminución de los niveles de productividad de los geosistemas como resultado de la sobreexplotación, uso y gestión inapropiados de los recursos en

territorios fragilizados por la aridez y las sequías (Dregne, 1983: 1986; Mainguet, 1990; CCD, 1994; Puigdefábregas, 1985a; López Bermúdez, 1995, 1996c; UNCOD, 1997). Las múltiples causas hay que buscarlas en la acción sinérgica de un amplio conjunto de procesos climáticos y antrópicos multiescalados en el tiempo y en el espacio, como resultado de un *feedback* positivo, deficiente de frenar, que refuerza o amplifica determinados mecanismos naturales a causa de la intervención humana (Charney, 1975; Scoging, 1991; López Bermúdez, 1995; Puigdefábregas, 1995b; Thomas *et al.*, 1994; Ibáñez *et al.*, 1997; Barberá *et al.*, 1997) (Fig. 2).

La desertificación es, a la vez, una crisis climática, una crisis ecológica y una crisis socioeconómica que desencadena nuevos mecanismos de degradación ambiental que dificulta, e incluso impide, la conservación de la base de recursos naturales imprescindibles para el desarrollo sostenible.

## IMPLICACIONES AMBIENTALES

Pese a la escasa disponibilidad, y a veces fiabilidad, de observaciones y datos sobre la extensión y severidad de los procesos de erosión y desertificación a diferentes escalas espacio-temporales, se conocen bastantes síntomas y respuestas de los geoecosistemas de los territorios mediterráneos semiáridos. Sin embargo, la información sobre estos procesos de degradación ambiental, presentan tres importantes premisas. Por un lado, si se quiere entender adecuadamente los mecanismos de la erosión y de la desertificación en los ambientes mediterráneos, es preciso comprender el funcionamiento de sus geoecosistemas y paisajes (Ibáñez *et al.*, 1997). Por otro, es que a medida que avanza el conocimiento científico y técnico sobre su naturaleza, causas e impactos, se hace evidente la necesidad de desarrollar y consolidar modelos de fácil aplicación, así como la de diseñar metodologías, con el objetivo de producir información adecuada que sirva a las necesidades de quienes puedan tomar decisiones políticas. Finalmente, el creciente protagonismo ecológico, social y político de los aspectos relacionados con la desertificación, exige que la información tenga un formato adecuado para trabajos de síntesis para la toma de decisiones en ámbitos globales, políticas sectoriales o bien para la información pública general (López Bermúdez, 1997).

En síntesis, las implicaciones ambientales visibles y más relevantes de la erosión hídrica y de la desertificación se expresan en:

- Perturbación en la regulación del ciclo hidrológico;
- Degradación de la cubierta vegetal, el bosque es sustituido por formaciones secundarias de arbustos y matorral, cada vez más abiertas, que pueden dejar de existir. Modificaciones aerodinámicas con el paso de una superficie cubierta, donde la vegetación introduce cierta rugosidad, a un suelo desnudo que será vulnerable a la erosión (Fig. 3);
- Reducción excesiva de la biomasa y pérdida de biodiversidad;
- Invasión de especies vegetales específicas de suelos degradados. Expansión del xerofitismo;
- Aceleración de las erosiones hídrica y eólica;



FIGURA 3. Degradación de la cubierta vegetal por roturaciones y deforestación.

Deterioro, incluso pérdida, de la estabilidad estructural del suelo y tendencia a la formación de compactaciones y costras. Disminución de la porosidad, de la capacidad de infiltración y del contenido en humedad, a la vez que se incrementa los valores de las escorrentías superficiales y de su potencial erosivo;

Transferencias de suelo y nutrientes de las partes altas de las laderas a las bajas;

Acumulación de sedimentos y nutrientes al pie de las laderas, vaguadas, lechos fluviales y embalses;

Aumento de la pedregosidad. Afloramiento en superficie del material parental;

Presencia de una gama de colores, de diversos tonos, correspondientes a estratos más profundos del suelo y regolito que **afloran** por decapitación de los horizontes superiores;

Pérdida de la base de sustentación de las raíces de las plantas;

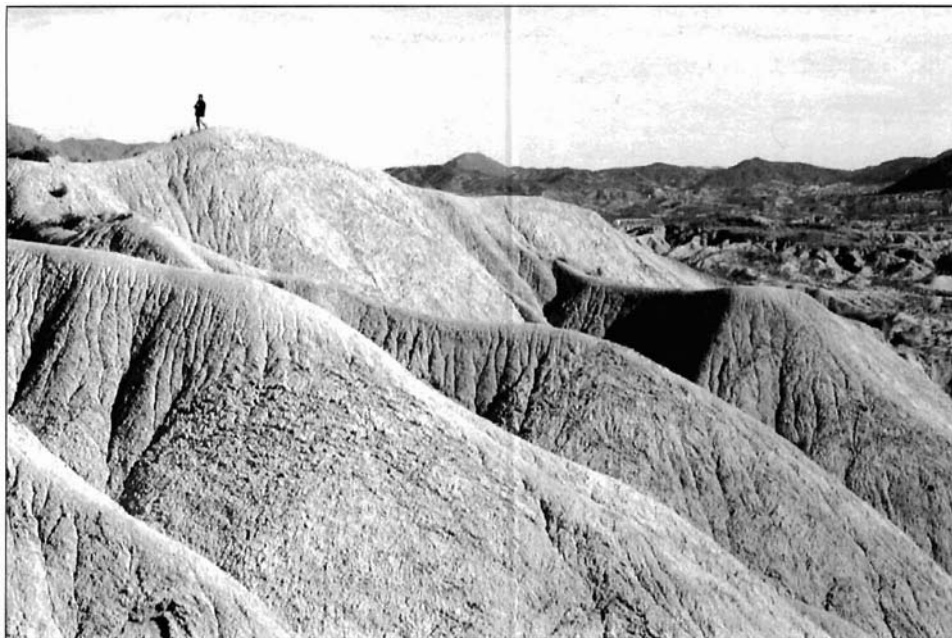
Incisiones de diversa magnitud en el terreno: surcos, regatos, cárcavas, barrancos y ramblas;

Presencia de columnas, pedestales y montículos de erosión;

Hundimientos y socavones por remoción y evacuación de material por conductos debajo de la masa de suelo y regolito (*sufusión o piping*);

Topografía abarrancada: *badlands* (Fig. 4);

Salinización y alcalinización en los horizontes superficiales del suelo, notoriamente en los regadíos que usan aguas de mala calidad química;



**FIGURA 4.** Los paisajes abarrancados, ocupan considerables extensiones en el Sureste Ibérico y constituyen la expresión máxima de los procesos de erosión hídrica y una manifestación evidente de la desertificación del territorio.

- Aumento de la salinidad en los humedales y cursos de agua;
- Acidificación (pH, exceso de Al, Cu, Co, Fe, Mn, Zn);
- Degradación de los recursos hídricos e incremento de la variabilidad en el régimen de los cursos de agua;
- Reducción del agua disponible debido al deterioro de los flujos hídricos y a la sobreexplotación de las aguas subterráneas;
- Desaparición de fuentes y manantiales, y de los humedales y fauna a ellos asociados;
- Incremento del riesgo de avenidas e inundaciones;
- Puede producir alteraciones climáticas por incremento del albedo y del contenido en polvo en la atmósfera;
- Cambios en el microclima del suelo por modificaciones en la absorción de energía solar, flujos de calor sensible, temperatura, evaporación, etc.;
- Incremento de la aridificación;
- Reducción de la superficie de tierra fértil (Fig. 5);

...

- Finalmente, la erosión y la desertificación, como consecuencia de lo anterior, registran importantes implicaciones socioeconómicas, probablemente, las más graves y preocupantes: desequilibrios en los rendimientos y producción de los agrosistemas,



FIGURA 5. El desmantelamiento de los suelos por erosión pluvial e hídrica reduce implacablemente la superficie de tierra fértil y compromete el desarrollo sostenible en las áreas afectadas.

disminución o pérdida de ingresos económicos, ruptura del equilibrio tradicional entre las actividades pastorales y agrícolas, abandono de tierras y cultivos (Fig. 6), deterioro del patrimonio paisajístico, emigración, etc.

Estas manifestaciones pueden ser interpretadas como indicadores de la degradación de los sistemas naturales y sociosistemas por un uso no sostenible de los recursos básicos.

### **Estrategias de investigación**

En España, el Plan Nacional de I + D, creado en 1986 (se encuentra en la tercera fase, 1996-1999), como instrumento esencial para el fomento, la planificación y la coordinación de la investigación científica y el desarrollo tecnológico, incluye líneas específicas de investigación con el objetivo de paliar los efectos de los fenómenos de la erosión y de la desertificación. así como dar respuestas a las graves consecuencias ambientales y socioeconómicas en los territorios afectados.

Los instrumentos de I + D en el Plan Nacional con prioridades en erosión y desertificación se explicitan en (CICYT, 1997):

- \* Programa Nacional de I + D en Medio Ambiente
  - Cambios demográficos;





FIGURA 6. El abandono del espacio agrícola en ambientes áridos y semiáridos, desencadenan importantes problemas medioambientales, entre los que destacan los erosivos.

- Cambios en los usos del suelo;
- Cambios en la cubierta vegetal;
- Diversidad biológica;
- Incidencia de los factores climáticos.

\* *Programa Nacional de I + D sobre el Clima.*

- Procesos relativos al cambio climático y a la desertificación;
- Importancia del clima:
- Variabilidad climática.

\* *Programa Nacional de I + D Agrario.*

- Mejora de las prácticas agrícolas: técnicas de cultivo: maquinaria; uso efectivo del pastoreo:
- Protección forestal y forestación.

\* *Programa Nacional de Recursos Hídricos.*

- Aspectos hidrológicos de la desertificación: Uso del agua, explotación de acuíferos, gestión de recursos hídricos.

Además, existen otros programas sectoriales de diversos ministerios y otros específicos de las Comunidades Autónomas, así como los Programas de I + D de la Unión Europea EPOCH (*Environment and Climate*), FAIR (*Fishing, Agriculture, Industry Research*) y otros.

Programas y proyectos contemplan los aspectos más relevantes de la erosión y desertificación, con el objetivo de mejorar el conocimiento de los procesos implicados y determinantes, las relaciones con el Cambio Global, la modelización de los fenómenos y su evolución espacial y temporal, sus efectos en los sistemas naturales y sobre la agricultura, la prevención de riesgos, la reversión o no de los procesos y la recuperación de las tierras afectadas.

Por los importantes avances obtenidos años atrás en el conocimiento de causas y factores que ocasionan la erosión y desencadenan la desertificación, parece aconsejable que la investigación debería orientarse ahora a la identificación de los complejos mecanismos que rigen las relaciones entre el medio biofísico, la actividad económica, el cambio climático y la evolución del proceso. Parece razonable que la investigación ha de suministrar información válida sobre los mecanismos que hagan compatible la actividad económica con la preservación del potencial biológico de las zonas semiáridas afectadas o susceptibles de estarlas. Para ello:

- Profundización en el conocimiento de los factores y procesos de la desertificación. Especialmente de algunos factores como el clima y la erosión que muestran signos de comportamiento caótico;
- Desarrollo de métodos y sistemas de observación y de información ambiental que permitan el seguimiento de los procesos de erosión y desertificación y que faciliten la toma de decisiones en la gestión del territorio. Como por ejemplo el *Sistema de Información Ambiental de Andalucía* (SINAMBA) de la Junta de Andalucía y la *Red de Estaciones de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y Desertificación* (RESEL) de la Secretaría General para la Conservación de la Naturaleza (Rojo *et al.*, 1996);
- Mayor concentración en el diseño de técnicas de rehabilitación, mitigación y prevención;
- Resolución de problemas cualitativos y cuantitativos en la transferencia de resultados;
- Dar mayor importancia a los proyectos de demostración. Desarrollo de técnicas y modelos climáticos, hidrológicos y ecológicos para ser aplicados. A la vez que proyecten las previsible consecuencias del cambio climático y del cambio en las actividades socioeconómicas. Identificación y caracterización de áreas sensibles y vulnerables o Unidades de Respuesta a la Erosión y a la Desertificación. Áreas de actuación en el territorio;
- Incrementar los esfuerzos para la acción conjunta de los agentes sociales, económicos e institucionales para la formulación, desarrollo y transferencia de los resultados de la investigación.

Quizás, con el actual y buen nivel de conocimientos sobre la erosión y la desertificación, se debería pasar de la constatación y evaluación de los procesos de degradación en áreas ya conocidas, a determinar tendencias en estas áreas; a localizar otros territorios susceptibles

de registrar estos procesos; a identificar un conjunto de indicadores y diagnósticos basados en un conocimiento sólido de los sistemas climático, ecológico y antrópico que, además, integren los resultados de la investigación en las políticas sectoriales y económicas y sirvan de herramienta a los planificadores en la lucha contra la erosión y la desertificación; a reconocer criterios para diseñar un sistema de evaluación detallada y permanente de la erosión y desertificación en España.

## CONCLUSIONES

La sensibilidad y vulnerabilidad de las tierras mediterráneas áridas y semiáridas de España a la erosión y desertificación derivan de un gran número de factores que obedecen a diferentes procesos multiescalados en el tiempo y espacio. Especial relevancia tiene la posición astronómica de transición o frontera entre los climas templado-húmedo, asociados a las borrascas atlánticas del frente polar, y los secos del cinturón subtropical de altas presiones tan remisos a las precipitaciones. Cualquier alteración de la dinámica que ejerzan sobre el Mediterráneo y sobre la mitad meridional de la península Ibérica las circulaciones polar y subtropical, así como la alteración y extensión del desierto del Sahara, puede incrementar el riesgo de erosión y desertificación (Balairón, 1997).

En el umbral del nuevo milenio, erosión y desertificación constituyen los procesos más preocupantes de la geopatología de las regiones secas ibéricas y del Sureste en particular. Son síntomas de un mal fundamental, la ruptura del equilibrio entre el sistema de recursos naturales y el sistema socioeconómico que lo explota. Por ello, investigación, identificación y diagnóstico, evaluación permanente y detallada, previsión, elaboración y ejecución de proyectos y planes de acción y demostración, parece un buen camino para luchar contra la erosión y desertificación y avanzar hacia un desarrollo durable.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha elaborado en el marco de los Proyectos de Investigación MEDALUS (Mediterranean *Desertification* and *Land Use*) financiado por la Unión Europea, proyecto núm. ENV4-CT95-0121 (DG XII-DTEE), 1992-1998, del AGF95-0635 del Plan Nacional de I + D (1995-1998) y de la RESEL (Ministerio de Medio Ambiente).

## REFERENCIAS

- BALAIRÓN, L., 1997: El clima mediterráneo y sus características en el contexto de la circulación general atmosférica. En *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación*. J.J. Ibáñez, B.L. Valero y C. Machado, Eds. Geoforma Ediciones. Logroño: 131-160.
- BARBERA, G.G.; LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; ROMERO DÍAZ, A., 1997: Cambios de uso del suelo y desertificación en el Mediterráneo: el caso del Sureste Ibérico. En *Acción humana y desertificación en ambientes mediterráneos*. J. M. García Ruiz y P. López García, Eds. CSIC. Instituto Pirenaico de Ecología. ISBN: 84-921842-2-1. Zaragoza: 9-39.

- BOARDMAN, J.; FOSTER, I.D.L.; DEARING, J.A. Eds., 1990: *Soil Erosion on Agricultural Lands*. J. Wiley & Sons. ISBN: 0 471-92602-7. Chichester. England: 687 pp.
- CCD, 1994: *Unites Nations Convention to Combat Desertification. In those Countries Experiencing Serious Drought and /or Desertification, Particularly in Africa*. Interim Secretariat for the Convention to Combat Desertification. Geneve Executive Center-C.P.76-1219 Châtelaïne/Geneve: 71 pp.
- CHARNEY, J.G., 1975: Dynamics of deserts and drought in the Sahel. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 101:193-202.
- CICYT, 1997: *La I + D en España como instrumento contra la desertificación*. Secretaría General del Plan Nacional de I + D. Autores: E. Correal, J.M. García Ruiz, F. López Bermúdez, E. Manrique Reol, F. Martín de Santa Olalla, T. Mendizábal, J. Puigdefábregas, L. Rojo, J.L. Rubio. Madrid: 23 pp.
- DREGNE, H.E., 1983: *Desertification of the Arid Lands. Advances in Desert and Arid Land, Technology and Development*. Vol. 3 Harwood Academic Publisher. New York: 242 pp.
- DREGNE, H.E., 1986: Desertification of arid lands. In *Physics of desertification*. El-Baz & M-H.A. Hassan, Eds. Dordrecht, The Netherlands: martinus Nijhoff: 16 pp.
- GARCÍA RUIZ, J.M.; GONZÁLEZ REBOLLAR, J.L.; IBÁÑEZ MARTÍ, J.J.; LÓPEZ GARCÍA, P.; MARTÍN LOU, M.A.; PUIGDEFÁBREGAS, J.; DE LA ROSA, D.; RUBIO DELGADO, J.L., 1996: *Programa Interáreas del CSIC sobre Desertificación en ambientes mediterráneos: Aspectos físicos, culturales, sociales y económicos*. Instituto Pirenaico de Ecología. CSIC. Zaragoza: 27 pp.
- IBÁÑEZ, J.J.; GONZÁLEZ REBOLLAR, J.L.; GARCÍA ÁLVAREZ, A.; SALDAÑA, A., 1997: Los geosistemas mediterráneos en el espacio y en el tiempo. En *La evolución del paisaje mediterráneo en el espacio y en el tiempo. Implicaciones en la desertificación*. J.J. Ibáñez, B.L. Valero Garcés y C. Machado, Eds. Geoforma Ediciones. ISBN: 84-87779-30-1. Logroño: 27-130.
- INGRAM, J.; LEE, J.; VALENTIN, Ch., 1996: The GCTE Soil Erosion Network: A multi-participatory research program. *Journal of Soil and Water Conservation*, Vol. 51, Nº 5: 377-380.
- LÓPEZ CADENAS, F. (Dirección y Coord.), 1994: *Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión*. Tragsa-Tragsatec -Ediciones Mundi Prensa. ISBN: 84-7114-474-3. Madrid: 902 pp.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 1995: Desertificación: una amenaza para las tierras mediterráneas. *El Boletín*, 20: 38-48. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 1996a: L'erosion hydrique des sols et leur control. Dans *Érosion, desertification et aménagement du territoire dans les milieux semiárides méditerranéés*. F. López Bermúdez et P. Rognon, Eds. MED-CAMPUS-Universidad de Murcia. ISBN: 84-7684-759-9. Murcia: 123-155.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, 1996b: Erosión e intervención humana en las regiones mediterráneas de la Península Ibérica. En *Portugal-España. Ordenación territorial del Suroeste Comunitario*. A. Campesino y C. Velaco, Coords. Universidad de Extremadura. ISBN: 84-7723-255-5. Cáceres: 141-170.

- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 1996c: La degradación de tierras en ambientes áridos y semiáridos, Causas y consecuencias. En *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*. T. Lasanta y J.M. García Ruiz, Eds. Instituto de Estudios Riojanos. Sociedad Española de Geomorfología. Geofoma Ediciones. ISBN: 84-89362-09-2. Logroño: 51-72.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 1997: Gli indicatori della desertificazione nei Paesi Mediterranei dell'Europa. *Genio Rurale*, 6: 36-39.
- MAINGUET, M., 1990: La désertification: une crise autant socio-économique que climatique. *Sécheresse*, 1-3: 187-195.
- MORGAN, R.P.C., 1986: *Soil Erosion & Conservation*. Longman. ISBN: 0-470-20671-3. Essex. England: 298 pp.
- PUIGDEFABREGAS, J., 1995a: Erosión y Desertificación. *El Campo*, 132: 63-83.
- PUIGDEFABREGAS, J., 1995b: Desertification: Stress Beyond Resilience, Exploring a Unifying Process Structure. *Ambio*, Vol. 24, Nº 5: 311-313.
- ROJO, L.; SÁNCHEZ FUSTER, M.C., 1996: *Red de Estaciones Experimentales de seguimiento y evaluación de la erosión y desertificación*. LUCDEME (RESEL) *Catálogo de Estaciones*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid: 121 pp.
- SCOGING, H., 1991: Desertification and its management. In *Global Change and Challenge. Geography for the 1990s*. R. Bennet & R. Estall, Eds. Routledge. London: 57-79.
- THOMAS, D.S.G.; MIDDLETON, N.J., 1994: *Desertification Exploding the Myth*. J. Wiley & Sons. ISBN: 0-471-94815-2. Chichester: 177 pp.
- UNCED, 1992: *Report of the United Nations Conference on Environment and Development at Rio de Janeiro, Managing Fragile Ecosystems. Combat Desertification and Drought*. Chapter 12. U.N. New York.
- UNCOD, 1997: *Desertification its Causes and Consequences*. U.N. Conference on Desertification. Nairobi, Kenya. Published by Pergamon Press. New York: 448 pp.
- WILLIAM, S.J.; NEARING, M.; NICKS, A.; SKIDMORE, E.; VALENTIN, C.; KING, K.; SAVABI, R., 1996: Using soil erosion models for global change studies. *Journal of Soil and Water Conservation*, Vol. 51, Nº 5: 381-385.