

INDICADORES DE LA DESERTIFICACIÓN: UNA PROPUESTA PARA LAS TIERRAS MEDITERRÁNEAS AMENAZADAS

FRANCISCO LÓPEZ BERMÚDEZ

Resumen

La vulnerabilidad de los geosistemas a las sequías, a una presión humana excesiva o a inadecuados cambios en los sistemas de utilización de la tierra, puede ocasionar una pérdida de productividad y de su capacidad de recuperación que conduzcan a la desertificación del territorio. La observación de los paisajes detecta que las acciones humanas incorrectas potencian la tendencia e intensidad de determinados procesos naturales de degradación. En las regiones mediterráneas, este deterioro es favorecido por la conjunción de factores climáticos adversos, a diversos factores geomorfológicos y a la elevada erosionabilidad de los suelos. La necesidad de identificar un conjunto de indicadores a diferentes escalas espaciales y el desarrollo de una metodología específica, constituyen herramientas necesarias para la planificación y la aplicación de un modelo de desarrollo sostenible. En este trabajo se realiza una aproximación al problema, identificando un conjunto de indicadores biofísicos y socio-económicos de la desertificación que pueden servir de antecedente y orientación.

Palabras clave: indicadores, desertificación, erosión del suelo, degradación de la tierra, acción antrópica, recursos naturales, impacto ambiental, desarrollo sostenible.

Introducción

Entre los importantes cambios y alteraciones medioambientales que están afectando a las regiones mediterráneas áridas, semiáridas y subhúmedas secas a finales de milenio, el riesgo de desertificación, constituye uno de los problemas más severos. Así ha sido reconocido en la *Convención de Naciones Unidas para combatir la Desertificación, Anexo IV Mediterráneo Norte* (CCD, 1994). La desertificación es uno de los más serios problemas ambientales a escala global, es un proceso complejo y dinámico que reduce la productividad y el valor de los recursos naturales, como resultado de variaciones climáticas y actuaciones humanas adversas (UNCE, 1992; CCD, 1994).



La desertificación se interpreta como una disminución, prácticamente irreversible, al menos a escala temporal humana, de los niveles de productividad de los ecosistemas terrestres, como resultado de la sobreexplotación, uso y gestión inapropiados de los recursos en territorios fragilizados por las sequías y la aridez. La degradación de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad, degradación de aguas y suelos, puede ocasionar, por un lado, una marcada disminución del potencial biológico o productivo, y, por otro, inducir a ecosistemas cada vez más pobres y vulnerables. La conjunción de ambos procesos puede ocasionar la ruptura del equilibrio geoecológico y conducir inexorablemente a una acentuación de la crisis climática, así como ambiental y socio-económica expresadas en la desertificación del territorio.

Es el ser humano quien ha creado condiciones propicias para la desertificación de un número creciente de paisajes mediterráneos, el clima más o menos árido y la recurrencia de sequías no son más que condiciones favorables (López Bermúdez, 1990, 1995a, 1996a). La desertificación representa una seria amenaza para la fertilidad del suelo en extensas áreas de las tierras mediterráneas españolas y, en particular, para el Sureste ibérico, por dificultar, e incluso impedir, la conservación de la base de recursos naturales imprescindible para el desarrollo sostenible. El cambio de tendencia y la reestructuración hacia un modelo de desarrollo viable (en la actualidad ningún país aplica un modelo de desarrollo durable), requiere un compromiso político al más alto nivel sobre el desarrollo y la cooperación internacional y, además, una responsabilidad compartida entre todos los estamentos de la sociedad, que incluya a los gobiernos, a las administraciones comunitarias, nacionales, regionales y locales, a las organizaciones no gubernamentales, a las instituciones financieras, las empresas, la industria, el comercio y todos y cada uno de los ciudadanos.

En los umbrales del nuevo milenio, la desertificación es el paradigma del estado ambiental de extensas zonas de las regiones mediterráneas.

La vulnerabilidad de los geosistemas mediterráneos a la desertificación

A lo largo de una historia milenaria, en buena parte de las regiones mediterráneas se han acumulado muchos factores de tensión que han afectado acusadamente a sus paisajes y recursos naturales básicos suelo, agua y vegetación. La sensibilidad de las tierras mediterráneas a la erosión y a la desertificación provienen de un gran número de factores que obedecen a diferentes procesos escalados en el espacio y en el tiempo, en diversos grados de magnitud (Ibáñez *et.al.*, 1997). A finales de milenio, extensas áreas presentan una excepcional concentración de problemas ambientales entre los que destacan la degradación del suelo y el riesgo de desertificación. Ambos resultan de la convergencia de factores climáticos, geomorfológicos y antrópicos sobre unos ecosistemas vulnerables que ofrecen la tendencia a serlos más por el potencial efecto del cambio climático global (Duplessy *et.al.*, 1991; Comisión Nacional del Clima, 1994; Puigdefábregas, 1994; Houghtton *et al.* 1996; Moreno y Fellous, 1996). Los modelos, estadísticas, estimaciones y previsiones realizadas por:

1. *Programa Mundial sobre el Clima;*
2. *Grupo Intergubernamental de Expertos sobre los Cambios Climáticos;*



3. *Plan de Acción del Mediterráneo-Plan Azul (PNUMA, 1988;*
4. *Programa Medioambiental CORINE (1992) de la Unión Europea;*
5. *Mapa Mundial de la Desertificación (UNEP, 1992);*
6. Y los proyectos de la Unión Europea en el marco del programa de investigación sobre medio ambiente y clima (European Commission, 1998):
MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) (1996);
EFEDA (The ECHIVAL Field Experiment in Desertification-threatened Areas);
Characterization of the Aridity Processes on Mediterranean Europe. Protection and Management Guidelines;
Remote Sensing of Mediterranean Desertification and Environmental Changes (RESMEDES);
Modelling vegetation dynamics and degradation in Mediterranean Ecosystems (MODMED);
Policy models of the Natural and Anthropogenic Dynamics of Degradation and Desertification and their Spatio-Temporal Manifestations;
An integrated approach to assess and monitor desertification processes in the Mediterranean basin (DeMon);
An Integrated Methodology for Projecting the Impact of Climate Change and Human Activity on Soil Erosion and Ecosystem Degradation in the Mediterranean;
Wind Erosion and Loss of Soil Nutrients in Semi-Arid Spain;
Desertification and its relevance to contemporary environmental problems in the Mediterranean;
Modelling the effect of land degradation on climate, MODULUS: A spatial modelling tool for integrated environmental decision-making;
Synthesis of change detection parameters into a land-surface change indicator for long-term desertification studies (RESYSMED);
An integrated approach for sustainable management of irrigated lands susceptible to degradation/desertification;
Restoration of Degraded Ecosystems in Mediterranean Region (REDMED);
Modelling Mediterranean Ecosystem Dynamics (ModMED III);
Consequences for the mitigation of desertification of EU policies affecting forestry activity: a combined socio-economic and physical environmental approach;

y otros programas y proyectos de investigación nacionales y regionales de los países del Sur de Europa, estiman, que durante los próximos 40 ó 50 años, gran parte de las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas mediterráneas pueden registrar un incremento de las temperaturas y del albedo, y una significativa disminución de las precipitaciones y acentuación de las sequías que pueden incrementar la fragilidad de los ecosistemas. Sin embargo, el grado de degradación ambiental y el riesgo de



desertificación, de las regiones mediterráneas europeas está ligado, básicamente, a un modelo de desarrollo socio-económico que no permite el desarrollo sostenible.

Para amplias zonas de los países mediterráneos europeos, la degradación del suelo y ecosistemas que soporta, es un problema particularmente grave. A pesar de la reducida extensión y espacial fragmentación de las regiones mediterráneas del Sur de Europa, su biogeodiversidad (climática, hidrológica, biológica, edáfica y geomorfológica) es de las más altas de la Tierra. Después de los bosques tropicales, las tierras mediterráneas son las más frágiles del planeta por sus características ambientales tales como la aridez, precipitaciones irregulares, con frecuencia intensas y con gran potencial de erosión, frecuentes y prolongadas sequías, recurrencia y extensión de los incendios, pérdida de suelo por erosión hídrica, salinización de aguas y suelos, deterioro de la estructura del suelo... Bajo estas condiciones, la estructura de la cubierta vegetal se degrada y sólo especies vegetales particularmente adaptadas pueden sobrevivir, aquellas con mayor resiliencia (Puigdefábregas, 1995). Todo ello, junto a la crisis de la agricultura tradicional asociada, recientemente, a la retirada de cultivos y abandono de la tierra auspiciadas por la *Política Agraria Comunitaria* (PAC), sobreexplotación de las aguas subterráneas, contaminación química y concentración de la actividad económica en las áreas próximas al Mediterráneo como resultado del crecimiento urbano, actividades industriales, turismo y agricultura irrigada intensiva, genera una alta sensibilidad a los procesos de degradación y de desertificación (López Bermúdez, 1995; Van der Leew, 1995, 1997).

En las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas mediterráneas, la degradación del suelo, básicamente por erosión hídrica, salinización y desertificación amenaza, aproximadamente, al 60 % de los ecosistemas (UNEP, 1991), lo que constituye uno de los más importantes riesgos ambientales de los países del Sur de la Unión Europea. Una cartografía reciente de la desertificación en el mundo, realizada por UNEP (1992), incluye a muchas áreas del Mediterráneo Norte como severamente afectadas por desertificación, áreas que han sido confirmadas por CORINE (1992) y MEDALUS (Mairota *et al.*, 1998).

El Anexo IV del Convenio Naciones Unidas sobre Desertificación

El Anexo IV del *Convenio de Lucha contra la Desertificación de Naciones Unidas* (CCD, 1994), que entró en vigor el 26 Diciembre de 1996 al ser ratificado por más de 50 países (en la actualidad lo han ratificado 120 países), recoge las condiciones particulares de los *Países del Mediterráneo Norte* al riesgo de desertificación por sus:

- (a) *Condiciones climáticas semiáridas que afectan a amplias zonas;*
- (b) *Suelos pobres con marcada tendencia a la erosión y propensos a la formación de costras superficiales;*
- (c) *Relieve desigual, con laderas escarpadas y paisajes muy diversificados;*
- (d) *Grandes pérdidas de cubierta vegetal a causa de repetidos incendios;*
- (e) *Crisis de la agricultura tradicional, con el consiguiente abandono de tierras y deterioro del suelo y de las estructuras de conservación de suelos y aguas;*



- (f) *Explotación insostenible de los recursos hídricos, que es causa de graves daños ambientales;*
- (g) *Concentración de la actividad económica en las zonas costeras.*

Ante estas condiciones, el diseño y aplicación de planes y estrategias para combatir la desertificación es una cuestión vital para el desarrollo durable de las poblaciones que habitan las áreas amenazadas. La percepción y evaluación de la crisis ambiental y social que concurren en la degradación, resulta fundamental para el establecimiento de programas de explotación sostenible de los recursos, en su conservación y, en definitiva, de lucha contra la desertificación. Aún sin necesidad de invocar a los potenciales impactos del posible cambio climático global de origen natural o antrópico, sólo considerando el actual mantenimiento de la presión socioeconómica y modo de gestión sobre los recursos básicos suelo, agua y vegetación, el futuro puede ser problemático para los ambientes áridos, semiáridos y subhúmedos secos mediterráneos.

Los síntomas o huellas de la desertificación se hallan presentes por extensas áreas de las tierras mediterráneas y tienden a ensancharse, en muchos casos, de modo acelerado. La desertificación de amplias zonas es un problema creciente que sería necesario afrontar con recomendaciones y medidas concretas adaptadas, tanto a las circunstancias específicas de cada país, región o zona, como a la necesidad de que estas medidas se integren en el entorno en que han de ser realizadas. Por los conocimientos que actualmente se poseen de la desertificación en las tierras mediterráneas, no hay un modelo único, un patrón específico para todas las regiones afectadas o amenazadas. Parece no haber soluciones simples y generales para combatir la desertificación, lo que puede hacerse varía ampliamente de un lugar a otro en función de su situación geográfica, características ambientales, modos de ocupación del territorio y demás circunstancias económicas, sociales, culturales, científicas y tecnológicas.

La desertificación de las zonas más o menos secas mediterráneas es una patología que podría prevenirse y combatirse:

- * Mejorando el conocimiento de los principios climáticos, hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos;
- * Con un sostenible uso y gestión de los recursos naturales;
- * Con medidas de orden científico y tecnológico;
- * Con medidas económicas, sociales, administrativas y políticas.

Sin embargo, la lucha contra la desertificación es tanto más difícil y costosa cuanto más degradados estén los geosistemas y el clima sea más árido (López Bermúdez, 1995a).

La necesidad de indicadores de la desertificación.

La información sobre los procesos y consecuencias de la desertificación en los territorios mediterráneos amenazados presenta, en la actualidad, dos problemas relevantes. Por un lado, 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 y especializada que sirva a las necesidades de quienes toman decisiones públicas y privadas. Por otro, 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, para la puesta en práctica de políticas sectoriales o bien para la información pública general.

El concepto de "indicador", recientemente, está ganando interés por la importancia que a los problemas ambientales se les está dando y por la utilidad que tienen las políticas de vigilancia medioambiental. La identificación de una batería de indicadores de la desertificación, con criterios científicos, puede dar imágenes sintéticas del problema de degradación (López Bermúdez, 1997). Sin embargo, conviene tener en cuenta, que la identificación y desarrollo de indicadores de la desertificación, es un proceso dinámico y cambiante por la interrelación existente entre los procesos biofísicos y las actividades humanas. Un elemento de conflicto de los indicadores es que deben recoger cada vez más una información compleja en un número limitado de componentes paramétricos ya que para la toma de decisiones es importante abreviar la información. (Jiliberto *et al.*, 1996). Los criterios de selección de los indicadores podrían ajustarse al siguiente formato:

- * El indicador ambiental debe estar basado en un conocimiento científico sólido de los sistemas geoecológico y antrópico. Sus atributos y significado deben ser fiables y estar bien fundamentados;
- * El indicador de desertificación debe ser un síntoma de una patología ambiental y constituir, a la vez, una síntesis que permita un conocimiento más amplio;
- * El indicador debe responder a problemas ambientales que interesen en la toma de decisiones y en la información pública general de las poblaciones afectadas (Jiliberto *et al.*, 1996). En consecuencia, deben servir para evaluar la política ambiental y para integrar los aspectos ambientales (en este caso, de la desertificación) en las políticas sectoriales y económica;
- * El desarrollo de indicadores de impacto debería incluir una valoración inicial des *status* de la degradación, tanto en sus aspectos cuantitativos como cualitativos. Esta valoración debería servir para establecer áreas prioritarias en el marco de los *Programas Nacionales* y para justificar los esfuerzos en la movilización de recursos (INCD, 1997);
- * Deberían seleccionarse un número limitado de indicadores, estar adaptados a los problemas de la implantación de la Convención de Naciones Unidas y ser representativos de la zona en consideración (INCD, 1997);
- * Para cada región afectada debería establecerse un conjunto mínimo de indicadores de uso universal. Este es el objetivo principal del Proyecto 3 del Programa MEDALUS III (Kirkby, 1997), desarrollar un conjunto de indicadores regionales que sirvan de herramienta a los planificadores a escalas regional, nacional y europea en la lucha contra la desertificación;



* También debe tenerse en cuenta el costo requerido para el desarrollo de los indicadores. La recopilación y análisis de un alto volumen de datos exige substanciales recursos financieros y tiempo (INCD, 1997);

* La identificación y desarrollo de indicadores debería ser práctico y útil para los países y regiones afectados, y fácilmente manejables con el fin de facilitar los trabajos de la Conferencia de las Partes (INCD, 1997);

* Por la complejidad del problema que presentan los indicadores, el INCD (1997) considera importante que el *Comité de Ciencia y Tecnología* (CCT), de la *Convención de N.U. de Lucha contra la Desertificación*, debería estudiar seriamente la cuestión de los indicadores. Un panel *ad hoc* debería estudiar esta importante cuestión y elaborar una lista de indicadores.

De lo anterior se entiende la dificultad en encontrar un sistema de indicadores de desertificación válido para los países mediterráneos y, mucho más, para todos los países áridos, semiáridos y subhúmedos afectados. Sin embargo, se desprende, de lo expuesto, que los indicadores biofísicos y socioeconómicos de la desertificación deberían ser fácilmente identificables, suministrar una visión sintética del estado de la degradación del sistema bioproductivo, ser útiles para la toma de decisiones y coherentes con los intereses ambientales, económicos y sociales del territorio afectado.

Aproximación a un conjunto de indicadores de desertificación en ambientes mediterráneos.

Muchos son los organismos e instituciones que individualizan indicadores de impacto ambiental, especialmente la *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico* (OCDE) y, en particular, su Comité de Política Ambiental. El *Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo* (PNUD), el *Programa de Naciones Unidas sobre Medioambiente* (PNUMA), el *Banco Mundial*, la *Organización Meteorológica Mundial* (OMM), el programa CORINE de la U.E., la *Agencia Europea de Medio Ambiente* (AEMA), la *Oficina Estadística de la Unión Europea* (EUROSTAT), así como la *Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas* (CEPE). Sus trabajos y estadísticas incluyen algunos indicadores, sobre todo socioeconómicos, de la desertificación. Algunos investigadores también han identificado visibles síntomas o indicadores del proceso de degradación por desertificación (Giordano, 1991; Dregne et al., 1991; Willians et al., 1994; Enne et al., 1995; Fantechi et al., 1995; López Bermúdez, 1995b, 1996b, 1997, 1998; Rubio & Bochet, 1996; Brandt & Thornes, 1996).

Pese a la escasa disponibilidad, y a veces fiabilidad, de observaciones y estadísticas sobre la extensión y severidad de los procesos de desertificación a diferentes escalas, se conocen bastantes síntomas y respuestas de los ecosistemas de las regiones mediterráneas ante los impactos de la acción humana. El inventario de indicadores que aquí se presentan, no es ni puede ser exhaustivo, es sólo un intento provisional de aproximación que puede servir de antecedente y orientación. No existe, en la actualidad, un único método de homogeneización y comparación de variables ambientales de la desertificación entre los países mediterráneos; además, los procesos de



desertificación no se activan al mismo tiempo y en el mismo espacio (Williams *et al.*, 1994). Por ello, la constatación e identificación de indicadores de la desertificación para las tierras mediterráneas, y la elaboración y evaluación de índices de desertificación a partir de la combinación de varios indicadores, es una tarea ardua que rebasa ampliamente las intenciones de este trabajo.

Indicadores de riesgo de desertificación en las tierras mediterráneas

Criterio	Indicadores
----------	-------------

Suelo

Cambios en la detección de parámetros en la superficie del suelo, mediante respuestas espectrales;

Erosionabilidad (propiedades físicas, químicas y biológicas);

Erosión pluvial (splash, salpicadura);

Erosión hídrica (laminar, concentrada, escorrentías, incisiones de diversa magnitud, surcos, cárcavas, abarrancamiento (Fig. 1), producción de sedimentos...). Decapitación y ablación por escorrentías que produce la transferencia de partículas y nutrientes de las partes altas de las laderas a las partes bajas;

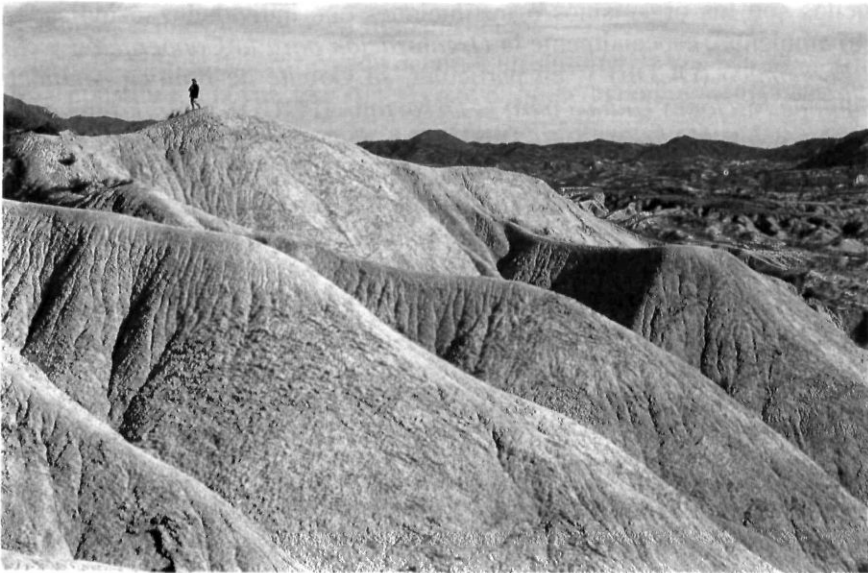


Fig. 1.- La erosión hídrica es un proceso natural cuya amplitud se agrava con el mal uso del suelo y la vegetación por el hombre. Su incidencia ambiental, económica y social es alta, constituyendo uno de los más importantes procesos de la desertificación de las tierras mediterráneas. Paisaje abarrancado en la Cuenca del río Chícamo (Murcia).

Hundimientos y socavones por remoción y evacuación de materiales por debajo de la masa del suelo y regolito (*piping*)

Movimientos en masa y deslizamientos del terreno causados por la acción conjunta de la gravedad y el agua, especialmente, durante los períodos de lluvias abundantes;

Creación de microestructuras superficiales: partículas de suelo dispersas por la superficie, arenas litadas, pedestales de erosión, empedrados de cantos y gravas...;

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

Degradación estructural (por actividad agromecánica, compactación, encostramiento superficial,...);

Degradación biológica (pérdida de nutrientes en cantidad y calidad, relación C/N...);

Pedregosidad. Con el adelgazamiento progresivo del suelo, se produce un aumento de la pedregosidad e incluso el afloramiento en superficie de las capas más profundas del suelo y material parental;

Salinización-sodificación (conductividad eléctrica, adsorción e intercambio iónico, pH, efectos osmóticos...);

Acidificación (pH, exceso de Al, Cu, Co, Fe, Mn, Zn);

Contaminación por residuos urbanos, industriales, mineros y agrícolas (Fig. 2); nitratos, fosfatos, metales pesados, lodos residuales de depuradoras...);



Fig. 2.- Los daños que se están produciendo al medio ambiente y a la salud por el incorrecto uso de los productos químicos peligrosos (cianuros orgánicos e inorgánicos, biocidas y productos fitosanitarios, etc.) son de una gran importancia y activan determinados procesos que pueden desembocar en la desertificación del territorio.

Pérdida de fertilidad. Con el tiempo el suelo puede perder completamente su capacidad productiva. Los ecosistemas con suelos erosionados son siempre sensibles y frágiles. La degradación del suelo, recurso vital del patrimonio natural, constituye la verdadera desertificación ya que sin él, no es posible la vida vegetal ni animal;

La erosión y desertificación del suelo también provoca efectos indirectos o *out site* por incrementar el contenido de *sedimentos en suspensión* en los cursos de agua, incrementar el riesgo de *inundaciones*, procesos de *sedimentación y acumulación de sedimentos* en canales de regadío, en embalses y llanuras

Clima

Alteración del sistema atmósfera-suelo-planta;
Sequías (recurrencia, duración e intensidad)(Fig. 3);

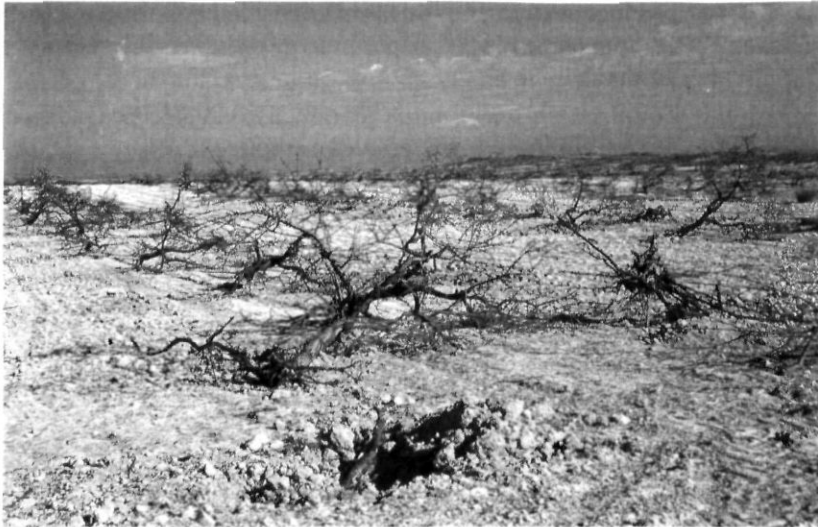


Fig.3.- Las sequías son fenómenos recurrentes y característicos del clima mediterráneo que pueden activar determinados fenómenos de desertificación en aquellos geosistemas fragilizados por la acción humana. La ubicación de las tierras mediterráneas en una zona fronteriza entre climas húmedos (en el Norte) y clima áridos (en el Sur), les confiere una alta vulnerabilidad a los cambios en la circulación general. Campo de almendros afectados gravemente por la sequía 1991-1994.

Erosividad de las lluvias (intensidad, frecuencia de lluvias de alta energía y capacidad erosiva);

Evapotranspiración (temperatura, humedad...);

Albedo;

Viento (intensidad, frecuencia...);

Cambio climático (variaciones de parámetros, ciclos...).

Geomorfológicos

Pendientes;
Disposición y longitud de las laderas;
Exposición de las laderas;
Rugosidad de la superficie;
 Tipos y velocidad de *meteorización*.

Vegetación

Dinámica de la vegetación;
Distribución espacial y densidad;
Reducción y pérdida de biodiversidad. Alteraciones de la biomasa (productividad primaria neta, relación biomasa radicular/biomasa parte aérea...);
Perturbación en la regulación del ciclo hidrológico;
Perturbación en la capacidad de regulación en la infiltración y percolación del suelo y control de la erosionabilidad del suelo;
Interceptación y trascolación;
Modificaciones aerodinámicas. Paso de una superficie cubierta, donde la vegetación introduce cierta rugosidad, a un suelo desnudo que será muy vulnerable a las erosiones hídrica y eólica;
Degradación de la cubierta vegetal. El bosque es sustituido por formaciones secundarias de arbustos y matorral cada vez más abiertas. Con el tiempo pueden dejar de existir;
 El paso de una cubierta vegetal con actividad cloroflica normal a un suelo desnudo, puede ocasionar una importante variación del albedo. La erosión del suelo se refleja en la *escasez de vegetación*, incluso su ausencia, en la *sustitución de especies arbóreas espontáneas* (encina y alcornoque, por ejemplo), *por el matorral y la estepa*. Invasión de especies vegetales específicas de suelos degradados. *Expansión del xerofitismo;*
 En relación con lo anterior, la desertificación puede producir *cambios en el microclima del suelo* por modificaciones en la absorción de energía solar, flujos de calor sensible, temperatura, evaporación...;
Aridificación (estructura, composición, morfología, patrones espaciales, tipos biológicos, sistemas radiculares, *ratios* de germinación...).

Aspectos socio-económicos

Presión demográfica;
Falta de percepción de la fragilidad del suelo, del avance de la desertificación y de la irreversibilidad de muchos procesos;



Acumulación de sales en los suelos, *por irrigación con agua de mala calidad química.*

Disminución de la superficie de tierra fértil y de sus valores ecológico y económico;

Deterioro de las condiciones de vida rural debido a la *depreciación de los sistemas soporte de la producción y de la vida;*

Abandono de tierras de cultivo y prácticas de conservación. En consecuencia, emigración de la población rural y acentuación de los desequilibrios regionales (Fig.4);

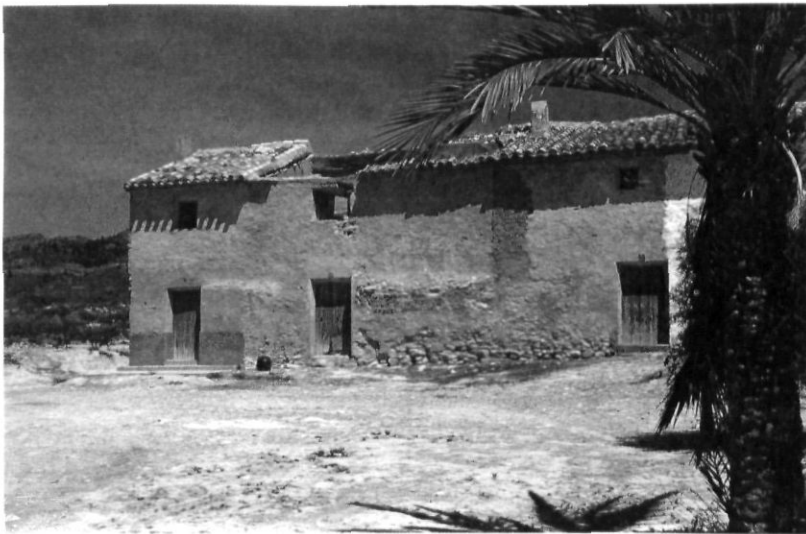


Fig.4.- El abandono de las tierras de cultivo en seco y la emigración rural, en los ambientes de aridez acusada, conlleva también el abandono de las prácticas de conservación del suelo, ecosistemas y agrosistemas asociados. Este fenómeno acentúa procesos de degradación de la tierra y pérdida de patrimonio cultural que conducen a la desertificación.

Incendios forestales (temperatura, frecuencia, duración, características de las zonas, episodios de lluvias posteriores), modifican la estructura física y la composición química del suelo. Producen pérdida de cubierta vegetal;

Prácticas agrícolas no idóneas (tipo, intensidad). Agromecánica;

Uso inapropiado de la tierra (cambios de uso, calidad de la tierra,...);

Eficiencia en el uso de agua del regadío;

Reducción del agua disponible debido al deterioro de los flujos hídricos y sobreexplotación de las aguas subterráneas (agotamiento del recurso, intrusiones marinas, salinización...);

Deterioro de ecosistemas de alto interés, por ejemplo, los humedales;

Estas manifestaciones pueden ser interpretadas como indicadores de la degradación de los sistemas naturales y socio-económicos por un uso no sostenible de los recursos básicos. Globalmente constituyen un paradigma del fenómeno de la desertificación que afecta al frágil equilibrio que sostiene a los geosistemas mediterráneos de las tierras secas, pero a la vez, muestran los caminos hacia el futuro, hacia lo que se debe y no se debe hacer. La evaluación de la desertificación, como fenómeno de crisis ambiental (puesto que se trata de una ruptura del equilibrio hombre-medio), es necesaria y está más que nunca justificada, porque en la actualidad, se tienen suficientes conocimientos sobre sus causas, mecanismos y consecuencias, así como sobre los medios que se pueden disponer para evitarla y mitigarla, cuando la degradación de la tierra no haya sobrepasado umbrales críticos. Sin embargo, los conocimientos sobre indicadores, su dinámica, distribución y evolución espacio-temporal, a diferentes escalas, son todavía insuficientes.

Conclusiones

El riesgo de desertificación que registran extensas áreas de los países mediterráneos europeos está activada por la explotación inadecuada de los recursos naturales básicos (suelo, agua y vegetación) en combinación con sequías repetidas y prolongadas. La mala gestión de las tierras cultivadas y forestales, la roturación de tierras marginales, el incorrecto y exceso de laboreo de los suelos, la sobreexplotación de las aguas subterráneas, la salinización de suelos y aguas, la contaminación, los incendios repetidos, la gestión ambiental incompatible, insuficiente o inadecuada respecto a la capacidad de acogida de los ecosistemas y agrosistemas... han desempeñado una función primordial en el desencadenamiento de los procesos de desertificación.

La desertificación constituye, probablemente, el problema global ambiental, económico y social más importante que presentan ciertas regiones mediterráneas de Europa, afectando severamente a la posibilidad de desarrollo sostenible.

Sin embargo, la evidencia de que los procesos de degradación existen, como muestran los indicadores, no implica que su validez pueda ser generalizada a todas las áreas mediterráneas con riesgo, ni que se pueda precisar su repercusión real. Se tienen bastantes conocimientos sobre la desertificación, pero faltan estudios sobre los aspectos locales o regionales a través de indicadores. La mera observación y descripción de la evolución de las formas de erosión, evaluación de tasas de erosión por medidas puntuales o aplicación de modelos, la descripción de los cambios de uso del suelo, la valoración cuantitativa del impacto de los incendios o de la sobreexplotación de las aguas subterráneas..., todos ellos como indicadores, no son suficientes. Parece necesario una organización analítica y una amplia elaboración metodológica de los indicadores que reflejen la *presión* de las actividades humanas sobre el ambiente y sobre la calidad y cantidad de los recursos naturales; la modificación de su *estado*, descriptivo de la calidad del medio y los recursos (suelo, agua, aire, flora, fauna) asociados a procesos de explotación socio-económica, y su traducción en una *res-*



puesta indicativa de las políticas y acciones económica, social y política que en materia medioambiental y de recursos naturales se realiza en los países y regiones afectadas o amenazadas.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto MEDALUS (*Mediterranean Desertification and Land Use*) financiado por la Unión Europea, contrato núm. ENV4-CT95-0119 (DG 12-DTEE) y del proyecto AGF95-0635 (Programa Nacional de Ciencias Agrarias), Plan Nacional de I+D (España), bajo los auspicios de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT).

Referencias

Brandt, J.; Thornes, J.B., Eds., 1996: *Mediterranean Desertification and Land Use*. John Wiley & Sons. Chichester, U. K., 554 pp.

CCD, 1994: *United 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. Geneva Executive Center-C. P. 76-1219 Châtelaina/Geneva: 71 pp.

Comisión Nacional del Clima, 1994: *Programa Nacional sobre el Clima*. Borrador. Documento de Trabajo nº 3. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente. Madrid, 160 pp.

CORINE, 1992: *CORINE soil erosion risk and important land resources*. Commission of the European Communities. Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection. EUR 13233 EN. Brussels: 97 pp & maps.

Duplessy, J.C.; Pons, A.; Fantechi, R., Eds., 1991: *Climate and Global Change*. Commission of the European Communities. Report EUR 13149 EN Brussels, 357 pp.

Enne, G.; Pulina, G.; Aru, A., Eds., 1995: *Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia*. Università degli Studi di Sassari. Università degli Studi di Cagliari. Sassari: 301 pp.

European Commission, 1998: *Environment and Climate Research Programme (1994-1998)*. Catalogue of Contracts. Phase I and Phase II, Topic 1.1.4.3. *Desertification*. Brussels, 46 pp

Fantechi, R.; Peter, D.; Balabanis, P.; Rubio, J. L. Eds., 1995: *Desertification in a European context: Physical and socio-economics aspects*. European Commission. Directorate-General XII. EUR 15415 EN. Brussels: 635 pp.

Giordano, A., 1991: *Studio della risorsa suolo, e della sua conservazione, mediante il telerilevamento*. Istituto Agronomico per l'Oltremare. Firenze: 182 pp.

Houghton, J. T.; Meira, L. G.; Callander, B. A.; Harris, N.; Kattenberg, A.; & Maskell, K., 1996: *Climate Change 1995. The Science of Climate Change*. Cambridge University Press., 572 pp.



Ibáñez, J. J.; González Rebollar, J. L.; García Alvarez, A.; Saldaña, A., 1997: Los geosistemas mediterráneos en el espacio y el tiempo. En *La evolución del paisaje mediterráneo en el espacio y en el tiempo*. J. J. Ibáñez; B. L. Valero Garcés, C. Machado, Eds. Geoforma Ediciones. Logroño:27-130

INCD, 1997: *Report on ongoing work being done on benchmarks and indicators*. Intergovernment Negotiating Committee for the elaboration of an international convention to combat Desertification. Note by Secretariat A/AC.241/INF.4 New York: 12 pp.

Jiliberto, R.; Mantelga, M. A.; Sunyer, C.; Garcia, M. M.; Alvarez-Arenas, M., 1996: *Indicadores Ambientales. Una propuesta para España*. Ministerio de Medio Ambiente. Serie Monografías. Madrid: 146 pp.

Kirkby, M. J., 1997: *MEDALUS III: Regional Indicators Project. Coordinator's Summary*. First Annual Report Covering the Period 1 January to 31 December 1996. MEDALUS Office, King's College London. Department of Geography. University of London (U.K.). London: 186 pp.

López Bermúdez, F., 1990: Soil erosion by water on the desertification of a semi-arid mediterranean fluvial basin, the Segura basin. *Agricultural, Ecosystems and Environment*, 32 (2): 129-271.

López Bermúdez, F., 1995a: Las sequías: ¿un riesgo de desertificación para las tierras mediterráneas en el siglo XXI? *El Boletín*, 26: 32-44. Ministerio de Agricultura. Madrid

López Bermúdez, F., 1995b: Desertificación: una amenaza para las tierras mediterráneas. *El Boletín*, 20:38-48. Ministerio de Agricultura. Madrid.

López Bermúdez, F., 1996a: La degradación de tierras en ambientes áridos y semiáridos. Causas y consecuencias. En *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*. T. Lasanta & J. M. García-Ruiz, Eds. Instituto de Estudios Riojanos. Geoforma Ediciones. Logroño: 51-72

López Bermúdez, F., 1996b: Erosión y Desertificación: los problemas de las zonas áridas. En *Conservación de la Naturaleza*, H. Da Cruz, Ed. Editorial Complutense, S.A. Madrid:97-113.

López Bermúdez, F., 1997: Gli indicatori della desertificazione nei Paesi Mediterranei dell' Europa. *Genio Rurale*, 6: 36-39. Edagricole. Italia

López Bermúdez, F.; Gonzalez Barberá, G., 1998: Indicators of Degradation in Semi-Arid Mediterranean Agroecosystems of Southeastern Spain. In *Indicators for Assessing desertification in the Mediterranean*. G.Enne, A.Aru & M.D'Angelo, Eds. Osservatorio Nazionale sulla Desertificazione. Ministero dell' Ambiente. Porto Torres (Italy) (In press).

Mairota, P.; Thornes, J. B.; Geeson, N. Eds., 1998: *Atlas of Mediterranean Environments in Europe. The Desertification Context*. John Wiley & Sons. Chichester, Uk., 205 pp.



MEDALUS (*Mediterranean Desertification and Land Use*), 1996. Executive Summary Phase II. Edited by N.A. Geeson & J. B. Thornes. Commission of the European Communities. DG-XII. Environment and Climate Programme. Department of Geography. King's College of London. London: 30 pp.

Moreno, J. M.; Fellous, J. L., Eds., 1996: *Global Change and the Mediterranean Region*. Comité IGBP. Report of the Enrich/Start International Workshop. Toledo, Spain, 78 pp.

Puigdefábregas, J., 1995: Desertification: stress beyond resilience, exploring a unifying process structure. *Ambio*: 24: 311-313.

PNUMA, 1988: *El Plan Azul: El futuro de la Cuenca Mediterránea*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. España. Secretaría General de Medio Ambiente. Madrid: 493 pp.

Rubio, J. L.; Bochet, E., 1996: European Indicators of Desertification risks. *Second Meeting of the European Topic center on Soil*. Joint Research Centre. Ispra (Italy), 3 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

UNEP, 1991: *Status of Desertification and Implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification*. UNEP. Nairobi.

UNEP, 1992: *United Nations Environmental Program. Status of Desertification and Implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification*. UNEP/GCSS III/3. Governing Council. Third Special Session. Nairobi.

Van der Leew, S., Edit., 1995: *L'homme et la dégradation de l'environnement*. Éditions APDCA. Sophia Antipolis. France, 514 p.

Van der Leew, S., Edit., 1997: *Understanding the Natural and Anthropogenic causes of Land Degradation and Desertification in the Mediterranean Basin*. The Archaeomedes Project. Directorate General XII of the European Commission. Brussels. Volume: Synthesis, 426 pp.

Williams, M. A. J.; Balling, R. C., 1994: *Interactions of Desertification and Climate*. (Pre-published version). UNEP. WMO. Geneva: 208 pp.

