

ACTIVIDAD AGRARIA Y MEDIO AMBIENTE

A. López Ontiveros
Universidad de Córdoba

1. MEDIO AMBIENTE Y GEOGRAFIA

1.1. La concepción medioambientalista

El medioambientalismo (*environmentalism*) puede definirse como comprensivo de «las ideologías y prácticas que informan y fluyen en relación con el medio ambiente»¹. Aunque no es fácil definir un término tan polivalente como el de medio ambiente (*environment*). Según I. Burton:

«Para muchos especialistas que trabajan en problemas de calidad medioambiental, el término "*environment*" tiene relación con la naturaleza y los ecosistemas. Comprende la tierra, el aire, el agua, la flora y la fauna y sus interacciones tanto naturales como manipuladas o modificadas por el hombre. No obstante, esta no es una adecuada definición porque el medio ambiente puede también ser comprendido como incluyendo muchos productos de la actividad humana (gases de los automóviles, etc...). Y puesto que el hombre cambia la calidad del medio ambiente mediante su presencia en él, a su vez él está penetrado por el medio ambiente...

Planificadores y arquitectos frecuentemente amplían la definición de medio ambiente incluyendo cualquier cosa física o tangible y externa al hombre de cualquier origen. Así los edificios y calles constituyen una gran parte del medio ambiente urbano. Si el

¹ R. J. Johnston, *The Dictionary of Human Geography*, p. 107.

Esta separata pertenece al libro "GEOGRAFIA Y MEDIO AMBIENTE", editado por el Servicio de Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

I.S.B.N.: 84-7433-287-7

Depósito Legal: M-10514-1984

medio ambiente incluye (como algunos preferirían) todo lo que afecta a la salud física y mental del individuo, entonces claramente otras personas, su número y características constituyen medio ambiente de una clase social. Puesto que los procesos sociales están íntimamente ligados con actitudes y estados de espíritu, entonces el medio ambiente debe extenderse e incluir también los fenómenos psíquicos.»

Y por todo ello las universidades americanas han establecido nuevos programas que incluyen la palabra «medioambiental» para tratar temas de arquitectura, arqueología, conducta, diseño, economía, ingeniería, geología, salud, planificación, polución, psicología y sociología².

Pero esta polivalencia de lo medio ambiental no debe hacernos olvidar tres hechos que tienen importancia a nuestros efectos argumentativos:

1.º Que, como se ha dicho, el significado pristino de lo medioambiental tiene relación con la naturaleza y los ecosistemas (tierra, aire, agua, flora, fauna y sus interrelaciones entre sí), o lo que es lo mismo con los sistemas «consistentes en organismos vivos ligados uno al otro y a su medio físico, biológico y químico por cascadas de energía»³.

2.º Que esta concepción medioambientalista en Geografía no puede considerarse como un *revival* neo-romántico, meramente admirativo y contemplativo de la naturaleza, ni tampoco como una estrategia para el más eficaz manejo de la naturaleza, sino como enfatizadora «de una esencial armonía y unidad entre el hombre y la naturaleza», arrojando «al hombre social a un papel demasiado subordinado e inefectivo», y dando de lado a escuelas que consideraran la actuación humana como teniendo mayor efecto (posibilismo).

Incluso, y sin abusar del ingrediente, en esta corriente medioambientalista hay que reconocer la importancia central de los postulados éticos, concretados en aspiraciones como las siguientes: se exigen cambios sociales con vistas a la articulación de un sistema más orientado a la conservación; hay que creer en que el *homo sapiens* es capaz de reconocer sus dilemas y aporías y actuar responsablemente para no consumir su autodestrucción; es posible que nuestras ideas y actuaciones se encaminen hacia la coparticipación, la permanencia continuada en el planeta Tierra, la humildad de que ciencia y técnica no son infalibles ni siempre benefactoras⁴.

Y en este sentido es admirable el artículo pionero en nuestra Geografía y fuera de ella de M. de Terán, «Una Ética de conservación y protección de la Naturaleza», que antes —1966— de que los movimientos ecologistas hiciesen acto de presencia en nuestra literatura, diseña los presupuestos ideológicos que han hecho posible la concepción agresiva del hombre moderno frente a la naturaleza, así como la inflexión actual de esta concepción, al menos parcialmente, compensada por una «ética de conservación y protección» de aquélla⁵.

3.º Y, por último, que entre las ramas de la Geografía Humana, es pre-

² I. Burton. «The quality of environment: a review». *Geographical Review*, vol. LVIII, n.º 3, p. 473.

³ R. J. Johnston. Op. cit. *Definición de «ecosistema»*, pp. 98-99.

⁴ R. J. Johnston. L. c., nota 1.

⁵ Este artículo en Homenaje a Don Amando Melón y Ruiz de Gordejuela, Zaragoza, CSIC, 1966, pp. 69-76.

cisamente a la Geografía Agraria, por el carácter fronterizo de sus actividades objeto de estudio, a caballo entre medio físico y la intervención humana, a la que mejor conviene el concepto de ecosistema —*agrosistema* en este caso— como instrumento de comprensión. Por lo que pasamos a caracterizar éste.

1.2. El agrosistema como ecosistema transformado

La concepción de la Geografía Agraria en términos de ecosistema es muy reciente. De forma que Harris en 1969 al hacer una revisión del tema se ve forzado a afirmar que «pocos análisis ecológicos de sistemas agrícolas específicos han sido llevados a cabo todavía». Y la escasa bibliografía por él citada es de antropólogos, ecólogos, etc., más que de geógrafos⁶.

Y más notoria es la ausencia de estos planteamientos ecológicos en la Geografía Agraria española, no sólo respecto a los planteamientos de comprender nuestros sistemas agrarios en términos de ecosistema, sino también en la ausencia de análisis de las consecuencias ecológicas generales de nuestra situación agraria.

Desde un punto de vista general se pueden distinguir tres tipos de ecosistemas:

- Los originales, no influenciados por las actividades humanas, prácticamente inexistentes, pues el hombre ha hallado y manipulado todos los espacios terrestres.
- Modificados o alterados por el hombre y que exigen una cierta intervención de éste para su mantenimiento.
- Y transformados, en los que los primigenios han sido destruidos y sustituidos por cultivos y animales domésticos. El sistema agrícola, pues, es un ecosistema transformado.

Según Aparicio⁷, que recoge la anterior clasificación, las transformaciones en el ecosistema agrícola pueden clasificarse así:

- A) Directas y queridas por el hombre, que a su vez comprenden:
 - a) Transformaciones del biotopo:
 - En el suelo.
 - En la relación suelo-agua.
 - En otros factores del biotopo.
 - b) Transformaciones de la biocenosis, consistentes en:
 - Implantación de una especie y variedad vegetal determinada.

⁶ D. R. Harris, *The ecology of agricultural systems*, pp. 135 y ss.

⁷ J. Aparicio Santos, «Análisis de Sistemas Agrícolas». En *Tratado del Medio Natural*, tomo II, pp. 387 y ss.

- Consecución del mayor rendimiento posible de ciertas partes de la planta cultivada.
- Eliminación de las plantas distintas de la cultivada.
- Eliminación de animales o vegetales que producen enfermedades o perjuicios a los cultivos.

B) Indirectas y en parte no queridas por el hombre, pero provocadas por los sistemas agrícolas, cuya articulación abordaremos después.

Interesa ahora resaltar respecto a las transformaciones del biotopo varias cosas:

1.ª Las del suelo pueden ser de tipo físico (conseguidas mediante labores respecto a los flujos de agua, y aire del suelo, textura, estructura, perfil...) o químico (con la aportación de fertilizantes y enmiendas).

2.ª Respecto a la relación suelo-agua, consisten esencialmente en:

- Disminuir la evaporación mediante labores.
- Aumentar la proporción de agua infiltrada.
- Disminuir la evapotranspiración.
- Aportar agua exterior por riego.

3.ª Pero aún así y sumando todas las transformaciones de biotopo y biocenosis que se puedan imaginar en los agrosistemas más sofisticados, conviene no olvidar que éste siempre «es tributario de los mecanismos bioquímicos naturales de la fotosíntesis y de la asimilación clorofílica» y que exige el soporte de una película edáfica, en general fruto de un largo proceso geológico. Y además que el agrosistema es un «ecosistema truncado» o «ecosistema exportador», en el sentido de que el «hombre lo organiza para producir una cierta calidad y cantidad de materia viviente vegetal o animal»⁸, que sólo en la medida en que en el biotopo pueda ir reponiéndose por la fotosíntesis, podrá ir cumpliendo su cometido.

Ni que decir tiene que cuanto aquí se afirma del sistema agrícola es aplicable también al sistema forestal, o de pastizal, teniendo en cuenta que el grado de transformación puede ser mayor o menor o que en algunos casos extremos sólo en presencia de agrosistemas «modificados» en vez de «transformados», porque es evidente que sistemas «originales» puros no existen.

«Su característica diferencial es —dice Abreu y Pidal para el bosque—, que si cesasen las actividades humanas, tal sistema tendría permanencia, aunque evolucionaría de forma diferente, pero no llegaría a desaparecer como sucedería con el agrícola, que precisa de la actuación humana (cultivo) para subsistir.»⁹

Si a estos niveles de generalización del agrosistema la cosa está clara,

⁸ G. Bertrand. *Pour une histoire écologique de la France rurales*. p. 24.

⁹ J. M.ª Abreu y Pidal. «Análisis de sistemas. Bosques». En *Tratado del Medio Natural*, tomo II, p. 435.

sin embargo el campo de investigación geográfica al respecto no tiene límites, pues de acuerdo con la finalidad de nuestra disciplina de estudiar las diferencias espaciales, lo ideal sería comprender en esta dirección los distintos agrosistemas, preguntándonos para cada uno de ellos, siguiendo a Harris¹⁰:

- ¿Cómo está organizado o cuál es su estructura?
- ¿Cómo funciona?
- ¿Qué grado de estabilidad tiene?
- ¿Cómo ha evolucionado a través del tiempo?
- ¿Cómo se desarrollará en el futuro?

Todo ello, no obstante, en el estado actual de la investigación es una quimera —al menos en España—, pero lo que no lo es tanto es intentar clasificar las *modificaciones indirectas*, que se han inducido, están induciendo y se inducirán en un próximo futuro a causa del funcionamiento de los agrosistemas actuales presentes en el mundo y reflexionar sobre la gravedad de sus efectos. Estructuremos, pues, estas modificaciones y analicemos después algunas de ellas.

1.3. Las transformaciones indirectas inducidas por los agrosistemas

Como hemos dicho, junto a las transformaciones directas y queridas —y en principio beneficiosas— del agrosistema, existen otras indirectas o secundarias «porque no son inherentes a él, que son provocadas por las anteriores y cuya importancia en el deterioro de los ecosistemas es con frecuencia superior al motivado por aquéllas»¹¹. Hasta tal punto son ellas graves en los actuales sistemas agrarios, que al decir de la FAO «los principales problemas con que se enfrentan la agricultura, la explotación forestal y la pesca no son únicamente los de evitar la contaminación del medio, sino los de conseguir, en el proceso de desarrollo, la conservación de la capacidad de producción de los recursos naturales básicos para la alimentación y la agricultura mediante la adopción de medidas racionales de explotación y conservación»¹². En último término porque la manipulación humana del agrosistema no está respetando las mínimas exigencias que imponen sus biotopos y biocenosis para seguir produciendo pero también renovándose.

Según las clasificaciones más al uso, éstas consecuencias indirectas son:

- a) Reducción del área agrícola por las siguientes causas:
 - Desertificación y erosión edáfica.
 - Retroceso del regadío por anegación y salinización.
 - Reducción de este área por la competencia campo-ciudad.

¹⁰ D. R. Harris. Op. cit., p. 135.

¹¹ J. Aparicio Santos. Op. cit., pp. 388-389.

¹² Los recursos naturales y el medio humano para la agricultura y la alimentación, p. 2.

- b) La contaminación por causa agrícola.
- c) La deforestación generalizada.
- d) El empobrecimiento genético de especies animales y vegetales.
- e) El balance energético deficitario en la agricultura.

No obstante, ante la imposibilidad de abordar toda esta temática aquí, por razones de espacio, nos limitamos a desarrollar desertificación y erosión edáfica, si bien ello irá precedido de unas consideraciones sobre aumento de población, necesidades alimentarias y superficie cultivada, supuesto que el sector agrario sigue siendo la principal base de la alimentación mundial.

En la exposición de nuestro tema, a su vez, siempre que sea posible se desarrollarán tres niveles de análisis:

- Análisis de los mecanismos fundamentales que hacen posible el fenómeno estudiado.
- Situación global del mismo a escala mundial y su evolución prevista para el próximo futuro.
- Análisis de la situación española, que tenderemos a comprenderla dentro del mundo mediterráneo, como unidad de escala, que presenta caracteres genuinos biogeográfica, agraria e históricamente.

2. AUMENTO DE POBLACION, NECESIDADES ALIMENTARIAS Y SUPERFICIE CULTIVADA

No es objeto de estudio aquí el crecimiento de la población mundial, pero es imprescindible destacar al respecto los siguientes hechos:

- Hasta el siglo XVIII hay un lento crecimiento de la población con tendencia al estancamiento.
- De 1900 a 1970 se supera este estancamiento y se cuadruplica la población mundial.
- En 1970 pueblan la Tierra más de 4.000 millones de hombres, población que según la ONU en el año 2007 estará en torno a 7.700 millones, en el 2050 entre 14 y 15.000 millones, para cuya alimentación, según la FAO, en dicho año se debe haber incrementado la producción de alimentos en 17 ó 18 veces la de 1960.

Pero a efectos agrarios no sólo hay que considerar el crecimiento global, sino también la tendencia a la urbanización y el aumento del nivel de vida sobre todo en los P.D. (países desarrollados), factores que han inferido e inferirán un crecimiento selectivo de determinados productos agrarios: carne, leche, frutas, hortalizas, café, cacao, etc., más exigentes también en inputs químicos y técnicas que en principio podríamos afirmar que conllevan riesgos ecológicos.

Pero sobre todo el crecimiento reciente de la población y las otras mutaciones concomitantes han inducido dos cambios mayores en el espacio y actividad agrarias:

1.ª Desde mediados del siglo XIX el aumento del espacio agrario no sólo ha afectado a las zonas de grandes civilizaciones agrarias tradicionales (Europa, India y este de Asia), sino a los «países nuevos» (EE.UU., Canadá, Rusia asiática, Australia, Argentina, Suráfrica) y más recientemente a todos los países en vías de desarrollo.

2.ª Se ha producido una intensificación de la producción por medio de la irrigación, fertilización, control de plagas, uso de plantas y animales de alta calidad genética, sustitución parcial de granos por raíces y tubérculos, sustitución de la ganadería extensiva por la intensiva, etc.

El paradigma de esta intensificación se ha operado mediante la llamada «revolución verde», cuyos cambios más notables han consistido en:

- Desarrollo de cereales y otras especies que toleran mejor el frío, resisten en mayor grado la sequía, son menos receptivos a las enfermedades, más sensibles a los abonos, de mayor rendimiento y más ricas en proteínas. Ejemplo, el maíz híbrido que ha progresado hacia el norte ochocientos kilómetros.
- Éxito histórico al conseguir desarrollar nuevas variedades de trigo y arroz en regiones tropicales y subtropicales con una maduración precoz que faculta varias cosechas.
- Reducida sensibilidad de las semillas al fotoperíodo, parcialmente a causa de su linaje cosmopolita, pudiéndose sembrar, por ejemplo, tanto en Turquía como en Paraguay.

A decir de un entusiasta de estos logros «esta revolución verde puede afectar al bienestar de mayor número de personas en un plazo más corto de tiempo que cualquier otro adelanto tecnológico en la historia»¹³.

No obstante, ante esta situación hay que hacerse varias preguntas: ¿puede aún aumentarse el espacio agrícola?, ¿hasta dónde y hasta cuándo los incrementos de productividad pueden seguir consiguiéndose?, ¿cómo subvenir a las necesidades alimenticias de una población tan creciente?

Según el informe *El mundo en el año 2000*¹⁴, las previsiones respecto a la producción mundial de alimentos en el período 1970-2000 señalan una tasa anual de crecimiento promedio de 2,2 por 100, similar a las tasas sin precedente que se registraron en los decenios 1950, 1960 y principios del de 1970, incluido el período de la «revolución verde». Y aunque esta tasa global es superior a la del crecimiento de la población del mundo, sin embargo, hay que matizar entre P.D. y P.M.D. (países menos desarrollados).

¹³ L. R. Brown. «La producción humana de alimento como proceso en la Biosfera». En *El Hombre y la Ecosfera*, pp. 88-89.

¹⁴ G. O. Barney. *El mundo en el año 2000*, pp. 62 y ss.

En los primeros, el consumo per capita aumentará el 21 por 100 respecto a los niveles de 1970 (con incrementos del 40-50 por 100 para Japón, Europa Oriental y URSS, 28 por 100 para USA), pero en los P.M.D. el aumento en la producción alimentaria apenas logrará superar la tasa de crecimiento demográfico, y aún dentro de ellos, con enormes variaciones:

- Asia Meridional, Norte de Africa y Medio Oriente apenas mostrarán alguna mejora.
- En Africa, al Sur del Sahara, el consumo per capita disminuirá efectivamente.
- América Latina y Asia Oriental son los de incrementos más fuertes: 25 por 100 por el total del período. Luego América Latina,

«... es la única región importante del mundo en desarrollo, que según las previsiones, tiene un consumo de calorías promedio que para el año 2000 sobrepasará en 20 por 100 o más las normas fijadas por la FAO. En las demás regiones con P.M.D. —el sur, el este y el sureste de Asia, las regiones pobres del norte de Africa y del Medio Oriente, y en especial el centro de Africa, que según las previsiones sufrirá un descenso catastrófico en la alimentación per capita— la cantidad de alimento disponible para los grupos más pobres de la población será insuficiente para que los niños lleguen a alcanzar el peso y la inteligencia normales y para que los adultos puedan llevar una vida normal y gocen de buena salud».

Por otra parte, conviene advertir que según estas previsiones, la mayor parte del incremento en la producción de alimentos se obtendrá mediante el empleo más intensivo de inputs energéticos que aumenten el rendimiento y utilicen en forma intensiva la energía exterior al sistema agrícola y mediante la aplicación de la llamada «tecnología dura». Porque una vez más según este informe la extensión de tierras labrantías aumentará sólo el 4 por 100 para el año 2000, pues la mayor parte de las tierras fértiles ya se encuentran bajo cultivo (en 1970 una hectárea cultivada sostenía a 2,6 personas; en el año 2000 la relación será de una hectárea para cuatro personas).

Frente a estos cálculos serios y ponderados no caben argumentos de ciencia ficción, como los de Colin Clark¹⁵, ni cabe tampoco esgrimir otras fuentes, como los estudios mismos de la FAO, que leídos a la ligera pueden prestar-se a interpretaciones equívocas. Porque es cierto que la FAO afirma que,

¹⁵ Por ejemplo, cuando afirma que según una dieta, tipo norteamericana, bastan con 2.000 m² para alimentar a una persona, y con 640-680 m²/persona si la dieta de referencia es de tipo japonés, e incluso con técnicas muy avanzadas se puede llegar a 27 m²/persona y a prescindir de la fotosíntesis en la producción agrícola (pp. 174 y ss.).

Todo, por lo demás, muy acorde con su fobia anti-FAO (institución según The Economist, por él citada, «permanentemente dedicada a demostrar que no hay suficientes alimentos en el mundo», y que, según él, «como otras muchas organizaciones similares, parece derrochar gigantescas sumas de dinero y dedicar buena parte de sus energías en maniobras políticas que aseguren su propia perpetuación»). «En este sentido el mundo mejoraría si la FAO se desmontase y una fracción de sus ingresos se dedicara a las Universidades e instituciones privadas donde se está llevando a cabo una verdadera labor de educación e investigación») y su optimismo científico sin límites (porque cuando se pueda alimentar a cada persona con un área no superior a 27 m², en expresión de un poeta: «Estos tiempos serían magníficos si los hombres pudieran despertar/ y hacer acopio de todas sus fuerzas para comprender/ las maravillas que la ciencia despliega ante sus ojos» (pp. 153 y ss. y 189).

«...la evidencia disponible indica que los recursos globales de suelos son suficientes para hacer frente a una considerable expansión de la demanda mundial actual de productos agrícolas y alimentarios. Las principales dificultades estriban en la desigual distribución geográfica de esos recursos con respecto a la densidad de la población y al nivel de la tecnología aplicada en su utilización.»¹⁶

Pero también es verdad que, según este mismo organismo, los suelos disponibles del mundo tienen enormes limitaciones por sequía, deficiencias nutricionales o toxicidades relacionadas con la composición química o mineral, escasa profundidad, exceso de agua y permagel. De forma que sin limitaciones graves sólo hay un 11 por 100 de suelos en el mundo. Estos son los porcentajes de suelos sin limitaciones graves por grandes unidades continentales:

América del Norte	22
América Central	25
América del Sur	15
Europa	36
África	16
Asia Meridional	18
Asia Septentrional y Central	10
Asia del Sudeste	14
Australasia	15
Total Mundial	11

Y también es verdad, que según este organismo se ciernen sobre los suelos idénticas amenazas que las que antes hemos reseñado¹⁷. Por lo que es realmente sensato ante este panorama interrogarse por estas causas, que coadyuvan a la pérdida de superficie cultivada y además ver igualmente los efectos de medio ambiente de una agricultura actual y futura que para subvenir a las necesidades crecientes de una población tiene que apoyarse en aportes energéticos externos y en técnicas y medios que en absoluto son inocuos ecológicamente. De entre todas estas causas de pérdida de superficie productiva a nosotros ahora, como dijimos, nos interesa la erosión edáfica y la desertificación, cuyos mecanismos básicos pasamos a analizar.

¹⁶ Los recursos naturales y el medio humano..., p. 2.

¹⁷ Los recursos naturales y el medio humano..., p. 5.

3. LOS PROCESOS DE DESTRUCCION DEL SUELO

3.1. La importancia de la erosión edáfica y sus principales factores

En las conclusiones de la Conferencia de las Naciones Unidas de Nairobi sobre la desertificación (1977) está implícita la creencia de que el suelo es un don preciado y frágil, cuya desaparición históricamente incluso ha determinado el ocaso de muchas civilizaciones, como también creía Liebig, padre de la química del suelo. Su importancia, con la fuerza de los pioneros, así es descrita por Bennet en 1948, antes de que se internacionalizara tan aguda problemática:

«La conservación del suelo —dice— es en mi opinión el desarrollo agrícola más significativo del tiempo presente. Se ha probado, asimismo, como el único camino práctico mediante el cual se puede obtener una permanencia real para nuestra tierra cultivada. Naciones y civilizaciones han declinado, e incluso perecido, como resultado de su mal uso, negligencia y erosión de la tierra. Y la casi generalizada escasez de alimento hoy a lo ancho del mundo ha de ser explicada por el empobrecimiento del suelo.

El mal uso y descuido del suelo han llevado a la humanidad a la encrucijada de un camino... donde sólo hay dos sendas para proseguir, una correcta y otra falsa. Desde ahora, a menos que tomemos el camino correcto, moviéndonos rápida, efectiva y persistentemente con la tarea de la conservación del suelo, nos enfrentaremos con dificultades sucesivamente más serias para proporcionar a la humanidad alimento suficiente. La creciente longevidad a causa del avance de la ciencia médica y el consiguiente crecimiento de la población mundial unidas al retroceso de tierra productiva pueden finalmente derrotar a la humanidad.»¹⁸

Con precisión, el concepto clásico de erosión edáfica puede definirse como:

«Disgregación, arranque y transporte de las partículas superficiales de la litosfera terrestre, como reacción de este agente pasivo frente a unos agentes activos, los fluidos externos —principalmente el agua y el aire— movilizados por gradientes energéticos derivados de la radiación solar y de la gravitación terrestre»¹⁹.

Y en este sentido es claro que la erosión tendrá unas causas activas climáticas, lluvias y vientos, dando lugar a la erosión hídrica y eólica respectivamente, y unas causas pasivas, que facultan los procesos. Entre estas últimas sobresale entre todas la ausencia de vegetación, porque la vegetación —y el bosque de forma óptima— defiende el suelo contra la erosión de forma directa

¹⁸ H. H. Bennet. «Soil conservation in a hungry world». *Geographical Review*, vol. 38, n.º 2, 1948, p. 311.

¹⁹ J. Aguiló Bonnin y otros. «El suelo. Causas de destrucción del suelo». En *Tratado del Medio Natural*, tomo I, pp. 499 y ss., donde también pueden encontrarse el análisis de los mecanismos, factores, tipos e índices de medida de los dos grandes grupos de erosión, hídrica y eólica.

(amortigua el choque de las gotas de lluvia contra el suelo; ofrece resistencia al agua en su movimiento y disminuye la velocidad de la escorrentía; sus raíces contribuyen a la sujeción del suelo) y de forma indirecta (porque la vegetación y sus restos mejoran la estructura del suelo mediante la incorporación de materia orgánica y porque favorece la infiltración y secado del suelo mediante la transpiración que efectúa entre aguaceros)²⁰.

Y hasta tal punto la vegetación es eficaz contra la erosión de los suelos, que como puede verse en el cuadro I de «Índices de protección de la vegetación», en bosque o matorral continuo la erosión es nula y, por el contrario, con formaciones ralas, cultivos agrícolas y terrenos desnudos los índices de protección son muy bajos e incluso inexistentes y por tanto la erosión muy alta, e incluso, llegando al arrastre total²¹.

Evidentemente que la ausencia o desaparición de vegetación tiene en primer lugar causas físicas, que se concretan sobre todo en las sequías periódicas propias de climas con gran irregularidad interanual, generalmente en las márgenes desérticas (NE del Brasil, Sahel africano, partes de la India, climas más secos de la cuenca mediterránea, etc.). Pero aún así, como ha ocurrido en el Sahel de 1968 a 1973 y en otros países como Sudán, Somalia, Etiopía y Kenia, que han sufrido la degradación de sus suelos a consecuencia de la reciente sequía, los efectos no hubiesen sido tan graves si la propia sequía no se hubiese visto realzada en sus efectos por razones de tipo humano (altas densidades de población para estos espacios y sobrepastoreo), olvidándose además un hecho básico: que no ha habido ningún cambio de clima en el Sahel sino la tráfica y cíclica repetición de unos años secos, que por lo demás apreciaron los análisis estadísticos²². Hecho que no conviene olvidar para que las consecuencias y causas no se distorsionen y para que el «amenagement» campesino sea adecuado al medio.

Por tanto, hay que afirmar que la desaparición de la vegetación y/o la consiguiente erosión edáfica obedece a causas humanas principalmente, entre las que destacamos tres: deforestación antrópica, pastoreo abusivo y sistemas y prácticas agrícolas. Supuesto que la primera, aunque fundamentalísima, no es objeto de nuestro análisis, digamos algo sobre los mecanismos y procesos del sobrepastoreo y prácticas agrícolas.

3.2. Sobrepastoreo y erosión edáfica

El sobrepastoreo o exceso de ganado en una superficie dada tiene las siguientes consecuencias:

—Produce un exceso de pisoteo sobre suelos erosionados, que son

²⁰ J. M.ª Abreu Pidal. «Análisis de Sistemas. Bosques». En Tratado del Medio Natural, tomo II, p. 463.

²¹ J. Aguiló Bonnin y otros. Op. cit., p. 523.

²² G. O. Barney. Op. cit., pp. 421-423.

CUADRO I
INDICES DE PROTECCION DE LA VEGETACION

TIPO DE VEGETACION	ESTADO DE LA VEGETACION	PENDIENTES	INDICES DE PROTECCION
FORESTAL	Masas arbóreas densas (densidad > 0,7).	Para cualquier pendiente	1,0
	Masas arbóreas de densidad inferior a 0,7 con sustrato arbustivo o herbáceo no degradado.	Para cualquier pendiente	1,0
	Masas arbóreas de densidad inferior a 0,7 con sustrato arbustivo o herbáceo degradado.	3	0,4
		2	0,8
		1	1,0
	Vegetación arbustiva no degradada.	Para cualquier pendiente	1,0
	Vegetación arbustiva degradada.	3	0,2
		2	0,6
		1	0,8
	Pastizales bien conservados.	Inferiores al 30%	0,9
Superiores al 30%		0,6	
Para cualquier pendiente		0,3	
3		0,0	
AGRICOLA	Cultivos agrícolas sin prácticas de conservación.	2	0,5
		1	0,9
		1 y 2	1,0
	Cultivos agrícolas con prácticas de conservación.	3	0,3
TERRENOS DESNUDOS	3	0,0	
	2	0,5	
	1	0,9	

1. Pendiente inferior a la de iniciación de la erosión.

2. Pendiente comprendida entre la de iniciación de la erosión y la de arrastre total.

3. Pendiente superior a la de arrastre total.

(Estos valores son relativos a cada tipo de suelo diferenciado en la cuenca).

Fuente: Aguiló Bonnin, J. y otros: «Causas de destrucción del suelo». En *Tratado del Medio Natural*, Tomo I, p. 523.

arrastrados con toda la vegetación sujeta a ellos. Se agrava este efecto en fuertes pendientes en climas de sequías largas y precipitaciones de alta densidad horaria.

- Es altamente selectivo, arruinando las especies más apetitosas para el ganado, y haciendo proliferar las que éste rehúsa.
- Origina zonas con suelo desnudo donde la erosión actúa sin ningún freno.
- Y, por último, induce el ramoneo, que si es excesivo también tiene consecuencias notables a efectos erosivos: facilitan la mayor circulación del viento; mayor impacto de los meteoros sobre el suelo; aminora la importación por bombeo profundo de nutrientes, necesaria para los pastos; reduce el humus; disminuye las sombras y los microclimas en torno al árbol tan necesarios para algunas especies de pastos, etc.

Pero el sobrepastoreo y sus consecuencias a su vez dependerán de la clase de ganado existente, ya que sus preferencias alimenticias son distintas y específicas sus formas de pastar: el vacuno recogiendo las plantas con la lengua, el equino cortándolas con los labios, el ovino segándolas con los dientes a ras del suelo e incluso arrancándolas de raíz; el caprino de forma similar pero tendiendo mucho al ramoneo y el desplazamiento. En general, todo pastoreo de una sola especie empobrece más los pastos, y si además, como ocurre en las zonas más áridas el predominio es de ovino y caprino, los efectos erosivos son más intensos. Hasta el punto que hay una extensa bibliografía sobre la cabra como agente fundamental en la desertización del espacio mediterráneo²³.

Por otra parte, hay que indicar que el sobrepastoreo actual esencialmente se debe al aumento de población y consiguiente incremento de necesidades alimenticias, pero también al hecho de que gran número de estas cabezas pastorean sobre todo en los P.M.D. en zonas de pastos libres, que se prestan mal a una regulación jurídica para un aprovechamiento racional y no abusivo. Hasta el punto de que es muy ilustrativo comparar por sus coincidencias el mapa de desertificación mundial con el mapa de presión del pastoreo en zonas libres. Es algo similar a lo que ocurre con los pastos escuálidos y degradados de nuestras escasas superficies comunales²⁴.

²³ «Incidencias de la fauna doméstica sobre el medio natural». En Tratado del Medio Natural, tomo II, pp. 305 y ss. Y sobre el papel erosionante de la cabra y bibliografía sobre el tema, F. J. Simoons, «Contemporary research themes in the cultural geography of domesticated animals». Geographical Review, vol. 64, n.º 4, 1974, pp. 564-565.

²⁴ G. O. Barney. Op. cit. Y para el caso de España, L. Tarrafeta Puyal. La capitalización de la agricultura española, 1962-1975, p. 193, advierte que «la práctica del sobrepastoreo se debe, en gran parte a factores institucionales que impiden, el que, sin una previa reforma del marco legal, aquella técnica de explotación incorrecta pueda llegar a interrumpirse». Porque, como dice Abreu Pidal «los propietarios de ganado, que no cuentan, por regla general, con terrenos fijos en los que mantener su explotación ganadera, tienen que cambiar cada año el pastizal de que disponen, por lo que pierden todo interés en su conservación». Y otro tanto ocurre con los pastizales del Estado, adjudicados por subasta, el pastoreo en común de rebaños de distintos dueños sobre terrenos de uso comunal, así como en el sistema de arriendo a tanto por cabeza que «permite a la empresa ganadera introducir un número de cabezas superior al que admite el pastizal».

3.3. Causas agrícolas de la erosión edáfica

En otro orden de cosas la erosión edáfica es también producida por los sistemas agrícolas y prácticas culturales utilizados a lo ancho y largo del mundo. Aún sin entrar en el tema machaconamente repetido por el pionero Faulkner de que el arado —la labor de arar— es la causa principal de la erosión edáfica y expresión generalizada a escala mundial de «la insensatez del agricultor» (tesis las suyas, por otra parte, que al cabo de los años se han visto confirmadas en parte con la técnica del «no cultivo»)²⁵, es claro que entre los métodos y sistemas agrícolas generadores de erosión edáfica destacan los siguientes:

1) La generalización del *monocultivo* a escala mundial es una causa que facilita la erosión edáfica porque la acción de una única planta engendra una destrucción selectiva de los nutrientes que necesita y distorsiona la estructura del suelo. Y tanto es así, que en grandes áreas donde se impuso sistemáticamente, parcialmente se ha tenido que dar marcha atrás en esta práctica. La progresión de los monocultivos obedecen a varios factores entre los que destacamos dos. Por una parte, a causa del desarrollo de una agricultura rentabilista hay una tendencia a las grandes explotaciones especializadas en producción por razones de ahorro de costos y beneficios de economía de escala, y por otra, hay otra tendencia igualmente a las especializaciones regionales para optimizar las vocaciones agroclimáticas y edáficas de zonas más o menos homogéneas y las ventajas que se derivan de grandes estructuras de comercialización y transformación igualmente homogéneas. Pero también los monocultivos se expansionan a causa de las demandas homogéneas de productos de calidad, a causa del aumento del nivel de vida en los P.D. (piénsese en las demandas de unos cuantos productos tropicales por la población de estos países) y por la expansión formidable de la cerealicultura. En medios intertropicales a causa del cambio en la preferencia de dieta alimenticia en estas poblaciones debido a un efecto demostración inferido por los hábitos de la raza blanca. En zona templada en buena medida con los monocultivos maiceros impuestos por la creciente demanda de proteínas animales. Bien es verdad que en todos estos casos, arroz y trigo no son especialmente proclives a desencadenar efectos erosivos, aunque sí en monocultivos persistentes, pero sí es especialmente esquilmante el maíz.

El sistema de monocultivo es grave sobremano en sus consecuencias medioambientales en medio intertropical y especialmente ecuatorial. No sólo porque la deforestación exigida para su implantación desencadena la desertificación por erosión, laterización, cambios en la circulación del aire y clima más seco y cálido, sino porque, por ejemplo, en la cuenca del Amazonas el 98 por 100 de los suelos son pobres para soportar la agricultura o los pastos artificiales. El Amazonas es un «falso paraíso», «un castillo construido sobre

²⁵ E. H. Faulkner. La insensatez del agricultor. Erosión, un planteo ecológico. Buenos Aires, Librería «El Ateneo» Editorial, 1974. 138 pp. (1.ª edición inglesa de 1943).

arena», donde el bosque lluvioso (*rain forest*) prospera a pesar de sus pobres suelos y no a causa de ellos. Una capa de raíces cubre el piso de la jungla, absorbiendo los nutrientes de la materia descompuesta y el agua tibia que cae de la cubierta forestal. Las bacterias y microorganismos en este clima tropical requieren sólo seis semanas para descomponer las hojas, ramas y frutos caídos, bastante menos del año que se necesita en las zonas templadas. El rápido metabolismo de la jungla no proporciona ninguna oportunidad para que el terreno evolucione hacia un perfil fecundo con humus. Cuando la vegetación es aclarada el suelo se endurece como un ladrillo bajo el sol ecuatorial. Por ello los esquemas de conversión de estas superficies en explotaciones cerealísticas y ranchos fallan miserablemente. Sus cosechas iniciales son satisfactorias a causa de las cenizas de la combustión del bosque pero al tercer año los nutrientes faltan y el suelo se hace improductivo²⁶.

Y por todas estas causas también, una opinión tan autorizada como la de Andreae²⁷, haciéndose eco de un sentir muy generalizado, preconiza que en medio intertropical sólo se debería practicar agricultura de especies arbóreas, pues toda otra clase de agricultura herbácea deja sin protección el suelo y la erosión es ineluctable. Pero tan drástica decisión inexorablemente conduciría a la dependencia económica aún mayor de los P.M.D. que son los predominantes en este medio, que tienen graves problemas alimentarios por su fuerte crecimiento de población y que en gran medida quedarían reducidos a suministradores de «frutos de lujo» (café, cacao, piña, plátano, etc.) para los países desarrollados. No obstante, más adelante se bosquejarán otras soluciones para este medio intertropical.

2) El segundo problema mayor de las técnicas agrícolas en relación con la erosión edáfica es el del *barbecho*; máxime teniendo en cuenta su reciente y selectiva expansión, ya que a su práctica en zona templada —donde se ha reducido drásticamente— y especialmente mediterránea en los tradicionales sistemas del tercio, trienal y año y vez, se ha unido la del sistema de *dry farming* en las márgenes áridas. Su justificación desde luego se ha discutido mucho y aún hoy no existe acuerdo sobre las causas de su necesidad.

Una teoría muy aceptada considera que el barbecho entero es necesario o al menos muy conveniente en los secanos que reciben pocas precipitaciones porque su práctica y/o las labores que conlleva propicia la acumulación de humedad como reserva para el cultivo del año siguiente en los horizontes profundos del suelo.

Pero posteriormente se duda de estas supuestas ventajas, y parece haberse demostrado también que,

«si el barbecho resulta bueno para el suelo y el cultivo siguiente, no es precisamente porque por sí mismo almacene humedad, sino más bien porque sus labores eliminan las malas hierbas. La falta de vegetales, cultivados o silvestres, permite una tempera-

²⁶ W. Drozdziak. «Tackling the last frontier». *Time*, n.º 16, 1982, pp. 51 y ss.

²⁷ B. Andreae. *Farming development and space. A world agricultural geography*, p. 75.

tura superior en el suelo y, al humedecerse éste, por penetración del agua de lluvia, se intensifica en él más la actividad de los microorganismos. Esta intensificación y la misma ausencia de vegetales hacen que los componentes inorgánicos —nitrógeno, fósforo, etc.— se acumulen en el suelo»²⁸.

Pero, por último, desde el punto de vista ecológico el barbecho «exige además de dejar el suelo improductivo durante un cierto tiempo, el mantenerlo sin vegetación y con frecuentes labores para mantener el suelo pulverizado... (que) son precisamente las condiciones para que se produzca una alta susceptibilidad a la erosión.

Por lo tanto, hay que concluir que la obtención de unos beneficios, reales o ficticios, que pueden conseguirse por otros medios, no justifican una continuada pérdida de capital suelo, que a la larga es superior a ellos, debiéndose suprimir totalmente o por lo menos procurar su reducción al mínimo posible en los terrenos cuya pendiente es suficiente»²⁹.

3) Evidentemente, la erosión edáfica se enseñoera, en tercer lugar, por razones obvias, en *terrenos en pendiente*, viéndose aquella magnificada si prácticas culturales como la de no cultivar en el sentido de las curvas de nivel, barbecho, ausencia de sembrado en fajas, carencia de forrajeras, etc., son la norma. Y recientemente, aún, un nuevo revulsivo en esta situación lo constituye la introducción del tractor, que además a partir de determinadas pendientes no puede moverse sino de arriba abajo porque de otra forma perdería el equilibrio.

El elenco en el mundo de tierras cultivadas con pendiente excesiva, económica y ecológicamente marginales es abrumador: en África la Kabilia argelina, montañas marroquíes, Ruanda-Burundi, Lesotho...; en América del Sur pendientes andinas; Asia meridional, etc. Y en España, todas las Subéticas, Alpujarras, sierras interiores de todo el Levante español y tantas otras. Muchas de estas tierras han llegado a los momentos actuales decrépitas y exhaustas porque los «espacios refugio» por razones bélicas, de marginación étnica, motivos sanitarios, etc., han constituido espacios preferentes de poblamiento denso. Pero, además, recientemente pueden no ser soluciones sino todo lo contrario —catalizadores de nuevos procesos erosivos— o bien su despoblación casi total por razones de éxodo emigratorio con lo que han desaparecido las técnicas de control erosivo que históricamente se habían creado —caso de los abancalamientos— o bien su sobrecarga poblacional por razones de «boom» demográfico. En cualquier caso, el espacio mediterráneo, tierra de promisión en este tema, será analizado bajo esta óptica más adelante.

4) En otro orden de cosas, las prácticas agrícolas actuales han introducido un nuevo factor erosivo con la generalización con frecuencia abusiva, de *fertilizantes*.

«La sustitución de abonos orgánicos por abonos minerales, exclusivamente —dice Du-

²⁸ A. Cabo Alonso. «El barbecho en los secanos españoles». Finisterra. Revista portuguesa de Geografía, vol. XV, n.º 29, 1980, pp. 7-8.

²⁹ J. Aguiló Bennin y otros. «Acciones y tecnologías para la defensa y restauración del medio natural. La conservación del suelo». En Tratado del Medio Natural, tomo III, p. 308.

chaufour—, unida a la exportación masiva de los residuos del cultivo, provoca un descenso del tanto por ciento húmico, acompañado de una degradación de la estructura y, a veces, de una acidificación.»

Descenso del porcentaje húmico que va acompañado a su vez de varios procesos edáficos desfavorables:

- Descenso de la capacidad de cambio de los suelos.
- Disminución de la actividad biológica de los microorganismos del suelo.
- Descenso del crecimiento y de la actividad radicular de las plantas, que contribuyen a menguar la respiración y absorción de los elementos nutritivos esenciales³⁰.

En sí mismos todos estos procesos, que pueden sintetizarse en la llamada *mineralización progresiva de los suelos*, evidentemente constituyen una degradación de los suelos cultivados, pero además es que faculta una más intensa erosión por la degradación aludida de su estructura y por disminución de la cubierta protectora del humus que se ve así empobrecido.

5) Y, por último, sin ánimo de ser exhaustivos, hay que aludir a algunos otros hechos propiciadores de la erosión, como la quema de rastrojos y, sobre todo, *el exceso de laboreo del suelo*. Opiniones autorizadas de especialistas en estos temas nos ahorran todo comentario personal:

«El número e intensidad de las labores, así como el tipo de las mismas, como puede ser con volteo o sin volteo de las capas del suelo, no siempre obedece a la necesidad real de los cultivos. La tradición local o el desconocimiento técnico de los verdaderos efectos de la operación, son causa de muchas labores inapropiadas, bien sean por el momento de su aplicación, por su frecuencia, forma, profundidad o tipo de apero empleado».

De aquí la importancia de técnicas actuales como las del «cultivo mínimo» y el «no cultivo» a que luego aludiremos³¹.

El exceso de trabajo del suelo, en general, destruye o disminuye la estabilidad de la estructura y particularmente origina:

- Descenso de los cementos húmicos por debajo del mínimo indispensable.
- Otro tanto ocurre con las lombrices edificadoras del complejo húmico-arcilloso.
- «Los agregados procedentes de una división puramente mecánica de elementos más gruesos son inestables y son destruidos por las lluvias de las tormentas».

El trabajo del suelo a profundidad constante, por último, crea «la suela

³⁰ P. Duchaufour. Manual de Edafología, pp. 392-393.

³¹ J. Aguiló Bonnin y otros. Op. cit., p. 309.

de arado», que origina una mala aireación con tendencia al hidromorfismo, es impenetrable para las raíces, y en suma, es inductor de un decrecimiento peligroso de la fertilidad³².

4. LA DESERTIFICACION PROGRESIVA

4.1. La magnitud del fenómeno a escala mundial

De acuerdo con los procesos descritos se distinguen tres tipos de erosión edáfica según Henin^{32bis}:

- a) Erosión en capas (*sheet erosion*), con descarnamiento del horizonte A₁, rico en humus, apareciendo, de trecho en trecho manchas claras del horizonte A₂ y con acumulación de las piedras del horizonte arrastrado.
- b) Formación de regueros (*rill erosion*) con pequeños arroyos y formación de pequeños conos de deyección.
- c) Abarrancamiento en el que no sólo el suelo desaparece, sino que también es atacada la roca madre.

Pero para nosotros tiene más interés el recordar que el final de un proceso erosivo puede acabar, pese a la vaguedad del término, en *desertificación*, la cual podría ser definida como un proceso que

«comprende una serie de cambios ecológicos que hacen que la tierra deje de servir para la agricultura o para ser habitada por el hombre, habiendo desaparecido la capa vegetal y de suelo fértil y quedando solamente tierra inerte»³³.

En suma, la desertificación es la culminación del proceso de erosión edáfica.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre la desertificación que se celebró en Nairobi, del 29 de agosto al 9 de septiembre de 1977, publicó una «Nota explicativa y mapa mundial de desertificación», de donde están sacados los dos cuadros adjuntos. De acuerdo con el cuadro II (superficie afectada o que es probable que resulte afectada por la desertificación) y el correspondiente mapa, se deduce:

³² P. Duchaufour. L.c.

^{32bis} Citado por P. Duchaufour. Op. cit., p. 377.

³³ G. O. Barney. Nota en op. cit., p. 421.

CUADRO II
 SUPERFICIE AFECTADA O QUE ES PROBABLE QUE RESULTE AFECTADA
 POR LA DESERTIFICACION (POR CONTINENTES)

	DESIERTO EXTREMO EXISTENTE	GRADO DE PELIGROS DE DESERTIFICACION			TOTAL	PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE TERRESTRE TOTAL
		MUY ELEVADO	ELEVADO	MODERADO		
(Millares de km ²)						(%)
Africa	6.178	1.725	4.911	3.741	16.555	55
América del Norte y Centroamérica ...	33	163	1.313	2.854	4.363	19
América del Sur ...	200	414	1.261	1.602	3.478	20
Asia	1.581	790	7.253	5.608	15.232	34
Australia	—	308	1.722	3.712	5.742	75
Europa	—	49	—	190	238	2
TOTAL	7.992	3.449	16.460	17.707	45.608	35

Fuente: *Los recursos naturales y el medio humano para la agricultura y la alimentación*. FAO, p. 83.

1.º La superficie total de desiertos existente o con peligro de desertificación es aterradora: 35 por 100 de la superficie terrestre, destacando por continentes Australia (75 por 100) y Africa (55 por 100).

2.º El peligro de desertificación se extiende casi a toda Australia —aunque de forma muy grave a áreas no muy extensas—. Africa, por el contrario, es el continente con más peligro de desertificación generalizada en cifras absolutas y con diferencia, el de más superficie amenazada con «peligro muy elevado». Prácticamente todo el Sahel, el «cuerno de Africa», los bordes saharianos septentrionales y en Suráfrica, Namibia, y el reborde oriental (Lesotho, Montes Drakensberg, etc.), tienen amenazas muy serias, que se continúan por los bordes de la dorsal desértica asiática (sobre todo en la Península arábiga, Pakistán, etc.). Siendo significativos fuera de estos tres continentes los índices en el nordeste de Brasil, bordes costeros pacíficos de América (Chile y Perú y buena parte del oeste mejicano y estadounidense) y España.

En general, la progresión del desierto está masivamente ligada a las márgenes de los desiertos existentes, como puede verse en el cuadro III, pero conviene no infravalorar ese 28 por 100 de la zona subhúmeda afectado, sobre todo, por un peligro moderado, donde es bien claro que el agente perturbador es el hombre, ya que el clima permite aquí una situación biotásica estable a efectos erosivos.

CUADRO III
 SUPERFICIES AFECTADAS O QUE ES PROBABLE QUE SEAN AFECTADAS
 POR LA DESERTIFICACION (POR ZONAS BIOCLIMATICAS)

	ZONA BIOCLIMATICA (1)							
	HIPER- ARIDA	ARIDA	SEMI- ARIDA	SUB- HUMEDA	HIPER- ARIDA	ARIDA	SEMI- ARIDA	SUB- HUMEDA
	(Millares de km ²)				(% de superficie total de tierra)			
Desierto extremo existente	7.992	—	—	—	100	—	—	—
<i>Grado de peligros de desertificación</i>								
Muy elevado	—	1.110	2.181	159	—	6	12	1
Elevado	—	13.440	2.440	580	—	77	14	4
Moderado	—	2.105	12.452	3.173	—	12	69	23
TOTAL	7.992	16.655	17.073	3.912	100	95	95	28

Fuente: *Los recursos naturales y el medio humano para la agricultura y la alimentación*. FAO, p. 63.

(1) Definido según la aridez climática, sobre la base de la relación de las precipitaciones con la evapotranspiración: hiperárido menos de 0,03; árido 0,03 a 0,20; semiárido 0,20 a 0,50 y subhúmedo de 0,50 a 0,75.

En suma, el desierto existente y probable es un sólo aspecto del extendido deterioro de los ecosistemas por efecto de las presiones combinadas del clima desfavorable y la explotación agraria, pero de tal magnitud que resultan aterradoras sus perspectivas.

«La desertificación será probablemente, dice *El mundo en el año 2000*, uno de los factores más importantes en la modificación del paisaje desde hoy día al año 2000. Si para el año 2000 se convirtieran en desiertos todas las tierras que las Naciones Unidas han clasificado como con grandes probabilidades de desertificación, los desiertos ocuparían más de tres veces los 7.992.000 kilómetros cuadrados que ocupaban en el año 1977»³⁴.

4.2. El problema de la erosión en España. Indicadores de su magnitud

Y aterrador también es comprobar en el mapa de desertificación mundial que la única nación europea que presenta peligro de desertificación es España (ni siquiera las otras penínsulas mediterráneas), que además éste es generalizado (todo el Levante, Andalucía, Valle del Ebro, ambas Submesetas, etc.) y que en buena medida es grave. De forma que los 238.000 kilómetros cuadra-

³⁴ G. O. Barney, L.c.

dos —casi la mitad de España—, que aparecen en el cuadro para Europa, corresponden por entero a España y de ella 49.000 kilómetros cuadrados con peligro «muy elevado». Desgraciadamente en esto España es africana.

Hace tiempo García Fernández —1956— y Bennet —1960—³⁵, describieron con fuerte dramatismo, como puede verse en la nota, el fenómeno erosivo en España, cuyo análisis en el caso del segundo tiene la importancia que el confiere su calidad de especialista y pionero en el tema de erosión y conocedor de la misma a lo largo y ancho del mundo.

CUADRO IV
AREAS EROSIONADAS EN ESPAÑA
(Miles de hectáreas y porcentajes)

	SUPER- FICIE TOTAL	GRADO DE EROSION DISTRIBUCION EN %				
		INAPRE- CIABLE	LEVE	MODE- RADA	GRAVE	TOTAL
	1	2	3	4	5	6
Galicia	2.943	49,9	20,2	23,8	6,1	100,0
Guipúzcoa, Asturias, Santander	2.312	50,0	17,8	24,3	7,9	100,0
Aragón-Navarra	5.809	34,5	9,4	30,1	26,0	100,0
Cataluña-Baleares	3.694	54,2	8,2	24,5	18,1	100,0
Castilla la Vieja-Leonesa. Logroño	9.918	30,4	13,7	36,2	18,6	100,0
Castilla la Nueva	8.722	26,7	10,7	31,2	31,4	100,0
Levante	3.462	34,2	5,9	24,9	35,0	100,0
Extremadura	4.160	38,7	7,0	26,9	27,4	100,0
Andalucía Oriental	4.208	27,4	10,8	14,7	53,8	100,0
Andalucía Occidental	4.519	37,5	16,8	21,5	28,5	100,0
Canarias	727	35,8	21,4	16,4	26,8	100,0
TOTAL	50.475	35,6	10,8	27,6	25,8	100,0

Fuente: Medio Ambiente en España. Informe General, pp. 496 y ss.

³⁵ J. García Fernández. «La ley de conservación de los suelos agrícolas en España». Estudios Geográficos, n.º 64, 1956, pp. 491-494; y H. H. Bennett. «Soil erosion in Spain». Geographical Review, vol. I, n.º 1, 1960, pp. 59-72.

El primero, citando a otros autores escribía: «España es uno de los países que padecen la erosión del suelo con mayor fuerza. Hay zonas de las provincias de Almería, Granada y Murcia que se citan como ejemplo de lo que la erosión es capaz de destruir... Si se tiene en cuenta que el promedio anual de pérdida de tierra es en nuestros suelos de 5 mm de profundidad por hectárea, y que un terreno se considera bien defendido cuando pierde tan sólo 8 décimas de milímetro, se aprecian las dimensiones que adquiere este problema en nuestro país» (p. 491).

Y el segundo: «La acelerada erosión del suelo ha sido activa en España durante centurias. Excepto en los páramos de suave pendiente y en otras áreas relativamente llanas, se estima que entre el 60 y 80 por 100 de la tierra cultivada en las provincias centrales y meridionales ha sido seriamente erosionada. En algunas de las vertientes más inclinadas, incluso alguna de la tierra abancalada, ha sido irreparablemente dañada.

... Toda la tierra cultivada, con un gradiente del 3 por 100 o más, ha sido afectada. En vertientes que exceden el 5 por 100, y en muchas de menos inclinación, tanto la película edáfica como la roca madre ha sido arrancada. Algunas de las tierras más erosionadas han sido abarrancadas más allá del límite normal de arabilidad. Como resultado, los suelos con un perfil definido ABC son escasos excepto en las áreas casi llanas o de escasa pendiente y en las áreas recientemente puestas en cultivo...

La mayor parte de la tierra erosionada es cultivada, aunque las áreas fuertemente dañadas están constantemente siendo abandonadas aquí y allá» (p. 59).

Recientemente todo esto además se ha visto corroborado por estudios más meticulosos. Nosotros para mostrar la importancia de esta erosión comentamos tres indicadores, extraídos del «Informe General sobre el Medio Ambiente en España»³⁶.

a) En el cuadro IV aparecen las áreas erosionadas según los estudios realizados por el Servicio de Conservación de Suelos y el Servicio Hidrológico Forestal, anteriores a la creación de ICONA. Los criterios de clasificación de erosión están inspirados en los de la clasificación del Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA) y son:

- Leve, si el suelo ha perdido menos del 25 por 100 del horizonte A.
- Moderada, si ha perdido hasta el 75 por 100 del horizonte A.
- Fuerte, todo el A y hasta el 25 por 100 del B.
- Muy fuerte, con barranqueras y cárcavas.

Para el total nacional, estas son las cifras absolutas y relativas:

TIPO DE EROSION	HECTAREAS	% SOBRE TOTAL SUPERFICIE
Erosión leve	5.444.141	10,8
Erosión moderada	13.923.342	27,6
Erosión grave fuerte	9.326.718	} 25,6
Erosión grave muy fuerte	3.707.964	

Luego en principio no andaba muy descaminada la Conferencia de Desertificación, aunque los conceptos utilizados en uno u otro caso no sean intercambiables.

CUADRO V
PROVINCIAS CON MAS EROSION EN ESPAÑA

ENTRE 20-30%	ENTRE 30-50%	MAS DE 50%
Santa Cruz de Tenerife	Jaén	Almería
Cádiz	Málaga	Granada
Badajoz	Córdoba	
Cáceres	Huelva	
Valencia	Las Palmas	
Castellón	Murcia	
Ciudad Real	Alicante	
Zamora	Toledo	
Valladolid	Madrid	
Salamanca	Guadalajara	
Burgos	Cuenca	
Ávila	Albacete	
Tarragona	Zaragoza	
Sevilla	Teruel	

Fuente: *Medio Ambiente en España. Informe General*, p. 494.

³⁶ *Medio Ambiente en España. Informe General*, pp. 494 y ss.

b) A la vista de este mismo cuadro y del V está bien claro que la erosión es grave, por orden aproximadamente decreciente en el Sureste (sobre todo, Granada y Almería), Andalucía, Canarias (sobre todo, las orientales), Submeseta Sur, Valle del Ebro, Submeseta Norte, País Valenciano y Extremadura, o sea, en toda la España seca.

CUADRO VI
DEGRADACION ESPECIFICA EN Tm/km²/año

CUENCA HIDROGRAFICA	NUMERO DE EMBALSES CON				N.º TOTAL DE EMBALSES
	MAS DE 4.000	2.000-4.000	1.000-2.000	MENOS DE 1.000	
2. Duero	4	5	20	5	34
3. Tajo	5	29	14	0	48
4. Guadiana	0	12	2	2	16
5. Guadalquivir	7	39	10	0	56
6. Sur	8	9	0	0	17
7. Segura	0	3	11	1	15
8. Levante	9	8	13	2	32
9. Ebro	0	20	39	12	71
10. Pirineo Oriental	2	3	5	0	10
Totales	35	128	114	22	299

Fuente: *Medio Ambiente en España. Informe General*, p. 514.

c) Y, por último, en el cuadro VI puede verse la degradación específica de las cuencas de los embalses españoles, como expresión igualmente de la intensidad erosiva. No obstante, a este respecto son sumamente significativas las cifras globales, pero no tanto el análisis por cuencas y embalses porque la erosión habría que calibrarla en relación con una serie de parámetros que en el cuadro no están expresados: caudal del colector, estado de la vegetación de la cuenca, pendientes, composición litológica, etc. Pero abundando en la espectacularidad de la degradación específica española, baste indicar que de los dieciséis principales ríos del mundo sólo dos presentan una degradación muy superior a los españoles —el Ching y el Lo con más de 7.000 tm/km²— siguiendo a mucha distancia el Amarillo y el Kosi con valores cercanos a 3.000 tm/km² y todos los demás con valores irrisorios en relación con los españoles, por ejemplo, el Ganges, 1.518; el Indo, 449; el Amazonas, 63; el Mississippi, 97; el Nilo, 37³⁷.

³⁷ Los recursos naturales y el medio humano..., p. 6.

4.3. Las causas elementales de la erosión española

Tres causas físicas, rasgos geográficos muy elementales de la Península Ibérica, creemos con García Fernández, que son los primeros que hay que valorar como agentes de la erosión edáfica española:

1) La abundancia de terrenos en pendiente que es fruto del predominio de espacios montañosos en la Península. Obsérvese sin más en el cuadro VII el alto porcentaje de tierras desarboladas y agrícolas por encima de 800 metros —con lo que se excluyen gran parte de las superficies de nuestros altiplanos— y se podrá comprobar que tienen que ser muchos los terrenos propicios para la erosión.

CUADRO VII
SUPERFICIE AGRARIA ESPAÑOLA SEGUN ALTITUD

AREAS	0-400	400-800	800-1.200	1.200-1.600	1.600-2.000	> 2.000	TOTALES
Forestales	6.198	8.682	7.127	2.668	708	180	25.563
Boscosas	2.955	3.940	3.387	1.220	251	39	11.792
Desarboladas	3.243	4.742	3.740	1.448	457	141	13.771
Agrícolas	6.759	9.474	5.936	424	25	1	22.619
Rústicas	12.957	18.156	13.063	3.092	733	181	48.182
No rústicas e improductivas	897	639	412	159	96	117	2.320
TOTALES	13.854	18.795	13.475	3.251	829	298	50.502

Fuente: *Medio Ambiente en España. Informe General*, p. 458.

Nota: Superficie en miles de hectáreas, altitud en metros.

2) También la erosión es propiciada por una climatología adversa en este sentido, la de carácter mediterráneo, que como sabemos domina en dos terceras partes de la Península Ibérica, y que se caracteriza por fuerte sequía estival, concentración estacional de las lluvias, notable irregularidad interanual, muy alta intensidad horaria de las precipitaciones, etc. Y si a ello se une la precariedad de la vegetación natural a causa de la singular evolución climática en los últimos estadios geológicos las posibilidades erosivas aumentarán.

3) Y, por último, en España hay un predominio de tierras arcillosas, que en la clásica clasificación tripartita de Iberia silíceo, caliza y arcillosa, ocupan amplios espacios. Tierras arcillosas que no sólo se extienden por amplias depresiones llanas, bajas y relativamente estables (Valle del Guadalquivir,

cuencas terciarias de la Submeseta Norte y Sur) sino también por cuencas intramontanas y de relieves periféricos atormentados, como es visible en todo el sector externo de las Cordilleras Bética, andaluzas y levantinas, Cordillera Ibérica, Cordillera Costero-Catalana, etc.

Pero indudablemente estos hechos físicos sin la intervención del hombre no hubiesen desencadenado una erosión tan catastrófica como la analizada. Porque, deshechada hoy por todos la teoría de las estepas, es evidente que la vegetación climática de gran parte de la Península es el bosque, garantía de estabilidad a efectos erosivos como hemos visto. Luego hemos de reflexionar sobre los aspectos de estas intervenciones antrópicas.

4.4. La importancia y antigüedad de la actuación antrópica en el medio mediterráneo

Y en este sentido lo primero que hay que significar es que la erosión antrópica en España y, en general, en el mundo mediterráneo es muy antigua, como corresponde a una civilización agraria —la mediterránea— de las primeras del mundo. Más que el recurso a datos de historiadores, por otra parte con poca sensibilidad y conocimientos ecológicos para detectar estos hechos, quiero utilizar las observaciones de dos edafólogos, Rohdenburg y Sabelberg³⁸. Según estos autores la importancia de la erosión antrópica de los suelos mediterráneos «de consecuencias mucho más profundas en comparación con Europa Central», ha sido tal que su olvido ha causado «diversas evaluaciones equivocadas de la intensidad de la pedogénesis en el Holoceno».

«Los espacios vacíos entre las manchas de los suelos se han de explicar por la erosión antrópica desencadenada... (y) es por sí sola de tanta importancia como la que en conjunto quisieron atribuir al Cuaternario los propugnadores de la hipótesis de los suelos relictos terciarios. La intensa erosión de los suelos explica también que sean desmantelados los muy intensos y compactos horizontes Ca de todas las cubiertas edáficas y que, por tanto, aparezcan superficialmente como costras calcáreas, de tal manera que esta forma de afloramiento sea considerada como regla en los casos normales». No bastando, por ejemplo, para Cataluña con la «radical erosión de los suelos en tiempos históricos» que Butzer asocia «a sucesos históricos de gran trascendencia, a saber, la deforestación durante la colonización romana, o bien la decadencia del cultivo durante y después de la época de la invasión de los bárbaros», sino que existen también «áreas de intensa erosión antrópica de los suelos, causada en parte desde hace miles de años».

Si a todo esto, pues, unimos la erosión de tiempos recientes y actuales, con presión demográfica y de cultivo generalizada, no debe extrañar el panorama erosivo de los suelos españoles que hemos descrito.

³⁸ H. Rohdenburg y U. Sabelberg, «La posición del Mediterráneo Occidental en el paisaje ecológico, en la geografía de los suelos y en el desarrollo de la geomorfología climática». *Estudios Geográficos*, n.º 142, 1976, pp. 83-100. (Traducción A. López Ontiveros).

Sin duda lo anteriormente comentado va unido principalísimamente a una deforestación generalizada, pero como este tema, según se ha repetido no es objeto de estudio en este artículo, pasamos a ver otros aspectos de la agricultura mediterránea y española que tienen relación con nuestro fenómeno.

Si en el mundo mediterráneo, a causa de la compartimentación del relieve, los espacios agrícolas pueden dividirse en llanuras costeras, vertientes de montaña, montañas, cuencas interiores y altiplanos y mesetas interiores, lo primero que quiero probar es que históricamente —hasta el siglo XIX— la agricultura tiene tendencia a refugiarse en la montaña y sus vertientes, más que en las llanuras, con lo cual evidentemente se propiciaba más la erosión, en general ya intensa por las razones de clima y relieve aducidas.

Las evidencias sobre este hecho histórico son muchas. Por ejemplo, Planhol y Rognon³⁹ caracterizan toda una etapa del devenir agrario mediterráneo —siglo XIX— en función entre otros parámetros de la conquista y colonización de las grandes llanuras, estadio de los que en España tenemos magníficos ejemplos con las Marismas del Guadalquivir, buena parte de la Ribera del mismo río, Delta del Ebro, etc., aunque por supuesto otras grandes huertas como la de Murcia y Valencia tengan antigüedad mucho mayor.

Este hecho, a su vez, tiene explicaciones geográficas, históricas y de técnicas que pueden verse desde la óptica de la montaña y de la llanura. La montaña faculta una ocupación temprana y persistente en el mundo mediterráneo porque:

- Ha sido tierra de promisión para el poblamiento —el pueblo fortaleza es norma en el Mediterráneo y en España— por razones bélicas, como refugio de minorías étnicas marginadas, como bastión de bandidos y héroes.
- Por razones hidrológicas porque los bordes montañosos propician los torrentes o surgencias kársticas, el afloramiento de capas freáticas amplias o más reducidas fruto de infiltración en aluviones. Y es obvio incluso, sin resabio determinista alguno, que el agua, bien escaso en la cuenca mediterránea, coadyuva a la ocupación humana.
- Por razones climáticas, la montaña mediterránea puede servir de soporte a géneros de vida campesina hasta 1.500-2.000 metros, sobre todo, en zonas con pendientes suaves, a diferencia de las montañas europeas del Noroeste, repulsivas para el poblamiento a partir de los 300 metros.
- La montaña mediterránea, por último, presenta en general suelos más sueltos y fáciles de labrar para una tecnología elemental, anterior a la mecanización. De aquí, por ejemplo, la gran virtualidad productiva y de manejo agronómico de los ruedos en pendiente de nuestros pueblos fortaleza.

³⁹ X. de Planhol y P. Rognon. *Les zones tropicales arides et subtropicales*, pp. 392 y ss.

A *sensu contrario* la llanura ha sido parcialmente repulsiva hasta el siglo XIX por las siguientes causas:

- Vulnerabilidad defensiva, especialmente intensa en las llanuras costeras.
- Facilidad para la inundación catastrófica, sobre todo si su post-pais es especialmente abrupto.
- Es hábitat idóneo para el mosquito vector y transmisor de la malaria que presentaba carácter endémico, especialmente en los sectores pantanosos, por lo demás muy frecuentes en llanura.
- Sus tierras, fuertes y pesadas, eran de difícil manejo con la azada y posteriormente con el ganado de labor y el arado.

Bien es verdad, que junto a estas razones, es muy frecuente atribuir en España y en el Mediterráneo el retraso de la colonización de las llanuras a razones de estructura de propiedad. Toda vez, que habiendo sido apropiadas éstas por los grandes propietarios, menos progresivos en los sistemas de aprovechamientos hasta tiempos recientes y con explotaciones ganaderas, no sienten la necesidad de ponerla en cultivo y habitarla. Pero que esto pueda haber ocurrido no niega las anteriores causas sino que coadyuva a la explicación.

Evidentemente, pues, la importancia de la ocupación humana, y sus desmedidas densidades a veces, ha debido ser un factor notable en los procesos erosivos edáficos, que sin duda se han acentuado al final del período y antes de su vaciamiento por una presión demográfica insostenible. Los habitantes de la Cabrera leonesa teniendo que cultivar en pendientes cuyas labores habían de realizar atados para no rodar a los abancalamientos inaccesibles de las Alpujarras e interior de sectores alicantinos, ejemplifican este hecho mejor que todos los datos demográficos que se pudieran aportar.

Pero posteriormente en España y en el Mediterráneo, a partir del siglo XIX y especialmente a partir de los años cuarenta-cincuenta del siglo XX, se produce un vaciamiento casi absoluto en muchos casos de la montaña, cuyos efectos ecológicos, entre ellos erosivos, tampoco han sido buenos. Porque la conservación de los recursos montañosos, aunque sean como reserva, requiere una cierta densidad demográfica, imprescindible para mantener la presión a ciertos niveles, evitando (entre otros) la erosión⁴⁰, ya que si bien su humanización ha sido estimuladora de ésta, sin embargo, los montañeses mediterráneos habían también ideado técnicas para su defensa.

En primer lugar, en las vertientes y montañas mediterráneas se había desarrollado un sistema de abancalamientos, tan profuso, perfecto y variado, que constituye la admiración de los especialistas en el tema⁴¹. Sistema que había sido posible por una inversión secular de trabajo en tiempos muertos en

⁴⁰ E. Ballcells Rocamora. «El concepto ecológico de territorio montañoso: revisión general». En *Supervivencia de la Montaña*. Actas del Coloquio Hispano-Francés sobre las Áreas de Montaña, p. 57.

⁴¹ X. de Planhol y P. Rognon. Op. cit., pp. 137 y ss.

un medio de alta densidad y que al ser abandonado se está destruyendo y reactivando la erosión.

Y en segundo lugar, el espacio agrícola mediterráneo en régimen de autarquía había desarrollado y fosilizado unos sistemas de cultivo, en muchos casos policulturales y en muchos casos también muy conservacionistas ecológicamente. Hagamos algunas observaciones en este sentido a los modos tradicionales de utilización del suelo en el Mediterráneo, que según Birot⁴², pueden ser:

a) *Intensivos*, divididos a su vez en:

- *Policultivo seco sin barbecho* a base de cereales-leguminosas alternantes en campos de olivo-vid (*coltura promiscua*) como en el norte de Cataluña. Es claro que el mismo carácter policultural, la componente arbórea de la cubierta vegetal e incluso la ausencia de barbecho garantiza la estabilidad de la película edáfica.
- *Cultivos arbustivos y arbóreos secos predominantes*, que acoge todos los viñedos y olivares, pero también los muchos frutales (higueras, prunáceas, manzanos, etc.) y otras especies (algarrobo, nogal, almendro, serbal, etc.) mezclados, que hoy se preconizan precisamente como base anterosiva de la llamada agrosilvicultura o selvicultura tridimensional.
- *Cultivos irrigados* que en grandes huertas o pequeñas huertas tradicionales, se articulaban en un mosaico abigarrado de textiles, hortalizas y frutales dispersos, con efectos similares a los del primer grupo.

b) *Extensivos*, comprendiendo:

- *Monocultivo cerealista*, que al menos en España se presentaba bajo las dos rotaciones clásicas del año y vez y cultivo al tercio. En especial el segundo era muy respetuoso con el balance energético exigido por el suelo y desde luego bastante eficaz frente a la erosión porque en el año de erial permanecía protegido por el rastrojo y descansaba de labores, amén del enriquecimiento que en el sistema podían aportar la intercalación de las leguminosas y el estiércol proveniente de la amplia cabaña ganadera, de labor y renta, que conllevaba.
- *Cerealicultura yuxtapuesta a cultivos arbustivos*, en realidad una transición entre las formas a) y b).
- *La dehesa*, que Birot llama *champ arboré* y que creo define con precisión: «...bosque claro artificial, compuesto de árboles pertenecientes a la asociación vegetal primitiva pero tratados como una plantación, habiendo sido barrido el sotobosque. Periódicamente se trabaja y se obtiene una cosecha de cereales. En el intervalo el barbecho herbáceo

⁴² P. Birot. La Méditerranée et le Moyen-Orient, pp. 155-158.

sirve de pasto». Sobre la virtualidad de la dehesa a efectos conservacionistas baste decir que constituye la delicia de todos los ecologistas por la estabilidad que impone al biotopo, por la perfecta adaptación de la biocenosis, por la inmejorable acogida que supone para la fauna salvaje e incluso por su capacidad productiva⁴³.

- Pastos extensivos y cultivos cerealistas nómadas*. Estos cultivos en sí y supuesto el amplio ciclo de sus rotaciones —hasta 20 años— no puede decirse que fueran excesivamente desencadenantes de la erosión. Lo que ocurre es que espoleados por otras actividades más depredatorias como el carboneo y, sobre todo, por la deforestación para apertura y soleamiento de los pastos, ayudan a instaurar un sobrepastoreo, que éste sí que es nefasto desde el punto de vista erosivo, y al que ahora aludiremos.

Por tanto, pues, en conjunto los sistemas de cultivo tradicionales en el Mediterráneo podemos afirmar que llegaron a un equilibrio inestable para conservar en la medida de lo posible unos suelos frágiles y escasos. Aunque en determinados ciclos históricos este equilibrio fue catastróficamente roto. Baste pensar, por ejemplo, en los efectos de la generalización masiva de la cerealicultura extendida por los castellanos en los refugios de policultivo moriscos de la Penibética. Pero sobre todo, en la fase final del período tradicional analizado, con una fortísima población demandando alimentos y generalizados los monocultivos a causa de la apertura comercial, es cuando se debió producir la erosión edáfica más intensamente por razones agrícolas. Ya que al intensivismo cultural hay que unir otros factores concomitantes que estimulan aquélla: máxima expansión de la agricultura en tierras marginales escabrosas y en pendiente, incendio de la vegetación natural para realizar las rotaciones, deforestación, laboreo en el sentido de la pendiente, ausencia de forrajeras en las alternativas, dispersión y proliferación de parcelas, a las que tanta importancia da Bennett en el artículo citado, etc.

Pero junto a todas estas razones de tipo agrícola, la erosión mediterránea se ha visto estimulada también históricamente por el sobrepastoreo (baste pensar en el caso de España en la importancia de la Mesta y sus usos no siempre encomiables y la relación que siempre se establece entre ella y la deforestación), cuyos efectos erosivos se han visto multiplicados por la selectividad de las especies ganaderas dominantes (por otra parte, las más adaptadas a los pastizales mediterráneos), cabra y oveja, a cuya peligrosidad ecológica por la forma de pastar —especialmente la segunda— ya hemos aludido. Sin olvidar el cerdo ibérico, que con su característico «bicheo» remueve el suelo y desarraiga la vegetación.

⁴³ Vid. F. Parra. «La dehesa 1. El equilibrio del hombre con la Naturaleza» y «La dehesa 2. La transformación del bosque mediterráneo», *Quercus*, n.º 2, 1982, pp. 15-18 y n.º 3, 1982, pp. 45-47; y P. Campos Palacin. «La crisis de la dehesa tradicional y la degradación de los recursos naturales en Extremadura». En *Extremadura Saqueada. Recursos Naturales y Autonomía Regional*, pp. 515-543.

5. PRACTICAS Y SISTEMAS ANTIEROSIVOS

Es claro que todas las causas humanas e históricas que hemos detectado como impulsoras de la erosión edáfica pueden y deben removerse —si es que sus efectos no han sido irreversibles— para evitar o paliar este azote. Y en este sentido, aunque aquí no tratemos el tema, hay que preconizar un *no rotundo* a la deforestación indiscriminada, que especialmente en el medio mediterráneo no debe presentar paliativos, y una impulsión racional y adecuada a la reforestación. Sin descartar en muchos espacios mundiales la silvicultura tridimensional (agrosilvicultura en terminología de la FAO) que conserva el suelo contra la erosión y mejora las condiciones climáticas locales, proporciona madera y frutos y forraje para alimentar animales⁴⁴.

E igualmente nadie puede dudar de las prácticas de conservación y recuperación de suelos degradados, dirigidas en todos los países por servicios estatales, que en su faceta específicamente agrícola fomentan y estimulan el «cultivo a nivel», los aterrazados, abancalados, estabilización de cárcavas y barrancos, drenajes, etc⁴⁵.

Pero además, la estabilidad ecológicas de los suelos depende de una serie de modificaciones en sistemas y alternativas de cultivo, de entre las cuales vamos a aludir al problema de monocultivo y excesivas especializaciones, peculiaridades de las opciones de aquéllas en medio tropical, ídem en medio templado y análisis especial del «no cultivo» (*no-till*).

5.1. Nuevas observaciones sobre el monocultivo

Señala Buttell⁴⁶, refiriéndose a EE.UU. —aunque sus aseveraciones nos parecen extrapolables a la agricultura mundial— que las tendencias estructurales más importantes, que ha experimentado la agricultura y el sistema alimentario en el siglo XX son: a) Una tendencia a las explotaciones a gran escala y de producción especializada. b) Un aumento de la mecanización. c) Un aumento del uso de inputs bio-químicos. d) Una tendencia hacia la especialización regional de la producción. e) Y un nivel cada vez mayor en la elaboración de los alimentos y en el mercado interregional. En suma, una tendencia al monocultivo regional y comarcal en grandes explotaciones, igualmente monoculturales, y una

⁴⁴ J. Sh. Douglas. «Agricultura de rescate del suelo: silvicultura tridimensional». En *Agricultura y Medio Ambiente*, pp. 51-83. Especies que se prestan a esta práctica parece que son las siguientes: leguminosas arbóreas (algarrobo, algarrobo americano, árbol de la lluvia, numerosas especies de acacia, jehebunt, árbol del sebo, castaño polinésico, lucena, algarrobo africano y de la miel, tamarindo), árboles con frutos en cúpula (nogal, pino araucano, nogal americano, avellano, nogal blanco, haya, nogal del pan, roble), árboles torrajeros (haya india, árbol de la alfalfa, palmera datilera) y algunos tipos de espinos.

⁴⁵ Para estas técnicas vid. J. Aguiló Bonnin y otros. «La conservación del suelo». En *Tratado del Medio Natural*, tomo III, pp. 287 y ss.

⁴⁶ F. H. Buttell. «Estructura agraria y ecología rural: hacia una política económica del desarrollo rural». *Agricultura y Sociedad*, n.º 13, 1979, pp. 261 y ss.

expansión de las técnicas y apoyos que aquél exige, así como la comercialización que le conviene.

E incluso esta tendencia productivamente muy competitiva intenta liquidar estructuras seculares que encajan muy mal en el sistema, cuales son la de «bocage», «acabando con setos, cercas y pequeños espacios de bosque» con vistas a implantar los métodos monoculturales. Quizás el caso más espectacular de esta destrucción coactiva del «bocage» sea la propiciada por el *Genie Rural* francés en Bretaña. Aquí, después de una quincena de años, ha sido destruido en vastas extensiones y las cercas han sido arrasadas en más de 100.000 hectáreas (40.000 kilómetros de cercas arrasadas sólo en el departamento de Finistère). Las operaciones de concentración parcelaria, la mecanización y el desarrollo del monocultivo cerealista (trigo y maíz) explican esta transformación del paisaje, aunque la destrucción expeditiva del «bocage» ha ido más allá de estas necesidades. Por ello las graves consecuencias, no previstas por los técnicos, no se han hecho esperar: desencadenamiento de una grave erosión de los suelos en pendiente, inundaciones, sequía agravada durante el verano de 1977⁴⁷.

Pero conviene que ahondemos más en las consecuencias medioambientales y económicas de la especialización y el monocultivo, sistema, que siguiendo a Bel y Mollard⁴⁸, podríamos calificar de más frágil:

—Frágil *económicamente* porque el monocultivo destruye las economías complementarias a niveles locales, comarcales o regionales y aunque las reconstituye a escala nacional o internacional es a costa de multiplicar las relaciones comerciales y de transporte de productos intermedios o terminados. Y es frágil también porque se presta a las estrategias especulativas de las grandes formas industriales, etc., y porque

«el proceso de concentración de las producciones en ciertas regiones tiene necesariamente como contrapartida la desertización de las zonas desfavorecidas por el juego principalmente de la concurrencia interregional o de las estrategias de las industrias alimentarias..., convirtiéndose a veces en el caso de la Comunidad Económica Europea las regiones favorecidas de antaño en el plano nacional, en las regiones desfavorecidas de la Europa de hoy».

—Frágiles los monocultivos en cuanto al *medio físico*, porque si bien pueden adaptarse a las vocaciones edáficas y climáticas de grandes regiones homogéneas, como puede ser el caso de EE.UU., sin embargo, lo hacen mal en relieves variados y escabrosos con unidades edáficas y climas locales y microclimas también muy diferentes. Y además climáticamente es lógico que sean más vulnerables a las contingencias e irregularidades.

—Y, por último, frágiles *ecológicamente* en sentido más amplio a causa de la selectividad de las extracciones y restituciones de sus agrosistemas y a

⁴⁷ J. Tivy, *Biogeography. A study of plants in the ecosphere*, p. 443; y P. Rhun, «Destruction d'un paysage: protestations paysannes et réflexions théoriques», *Herodote*, n.º 7, 1977, pp. 52-70.

causa del abuso que de hecho suponen en cuanto a productos químicos, mecanización, densificación zootécnica, erosión de suelos, multiplicación de las avalanchas e incendios, simplificación de tareas, etc., etc.

Por todo ello, pues, la amortiguación de los monocultivos es un serio reto que tiene planteada la agricultura mundial, aunque de muy difícil solución, ya que el cambio implica a la estructura agraria, agroalimentaria y comercial del mundo entero.

5.2. Las opciones agrícolas en medio intertropical

El problema erosivo en medio intertropical quedó planteado anteriormente, denotándose la vulnerabilidad de dicho medio a toda deforestación. Ahora se trata, supuesto esto, de detectar qué opciones agrícolas son posibles, sin que la degradación de los suelos se produzca. Y las experiencias, aunque escasas, son unánimes. He aquí algunos ejemplos.

En el Alto Amazonas del Ecuador un estudio realizado confirma que el policultivo *slash-mulch*, una variante del cultivo itinerante (*shifting cultivation*), aunque sin incendio forestal, no tiene consecuencias ecológicas desfavorables. El mismo implica un aclareo del sotobosque y pequeños árboles (*socola*), el *plantío* a la sombra de los grandes árboles, el enterramiento de las semillas en el *mulch* o deshechos de matas y humus (es la *tumba*), que sirve de abono, y por último, uno o varios *chapeos*, escardas que diríamos nosotros, antes de las cosechas. El policultivo mezcla plantas anuales como el arroz, maíz y patatas, semiperennes como la papa china y mandi, plátanos y yuca, y perennes, principalmente árboles, como el café, cacao, cítricos, etc.

Por el contrario en esta misma zona el *ranching* bovino (*cattle ranching*) con grandes zonas de pastos produce efectos erosivos de los conocidos, compactación del suelo y plagas⁴⁶.

En el Alto Orinoco (Venezuela), a su vez, el sistema de *swidden cultivation* conocido como *conuco* (también variante del cultivo itinerante) pese a la práctica del fuego en la roturación, y pese a que por ello fue considerado por los primeros observadores como primitivo y destructivo, sin embargo, a los pocos años de abandonados «los rastrojos» presenta una rápida reconstrucción de la selva y una gran estabilidad en los nutrientes edáficos. ¿Por qué? Porque el sistema, esencialmente policultural, pese a su aparente anarquía y mescolanza, deja poco suelo expuesto a los efectos directos de la insolación y la lluvia; interplanta especies con diferentes hábitos de crecimiento y sistemas de raíces para asegurar la explotación vertical y lateral de la luz, calor, humedad y nutrientes disponibles; va progresivamente dejándose invadir por la vegetación natural, y en resumen, porque

⁴⁶ M. Hiraoka y Sh. Yamamoto. «Agricultural development in the upper Amazon of Ecuador». Geographical Review, vol. 70, n.º 4, 1980, pp. 423-445.

«el sustituir las especies salvajes por un conjunto de plantas cultivadas estimula más que el monocultivo la estructura y dinámica del ecosistema natural del bosque».

Y a mayor abundamiento, por influencia exterior, hay también *conucos* con tendencia al monocultivo de mandioca y maíz, y en este caso la persistencia del cultivo no es superior a los dos o tres años —muy superior en los otros casos—, fenece por agotamiento del suelo (no por invasión de la selva como en el policultivo) y los análisis de suelos de los rastrojos denotan mayores anomalías en la composición de nutrientes⁴⁹.

Y, por último, en otro medio intertropical, el africano de Nigeria, se ha llegado a afirmar y probar que el *mixed crop farming* (en este caso a base de plátanos, cassava, algodón, melón, mijo, cacahuete, batata, y otras especies herbáceas y arbóreas), en sus distintas variedades «es en los trópicos, y particularmente en los trópicos húmedos, desde un punto de vista ecológico la alternativa superior», no superada por ninguna otra, y también la más eficiente económicamente⁵⁰.

Luego, en conclusión, el no al monocultivo es rotundo para el mundo tropical húmedo y sus alternativas culturales tienen que inspirarse en la variedad de especies, que especialmente aquí fomenta la naturaleza, en la cobertura total del suelo, y en último término, en detectar ecosistemas transformados, agrosistemas, cuyo grado de transformación no sea tal que dejen al margen totalmente los mecanismos propios de la formación natural principal, la selva.

5.3. Algunas peculiaridades de las alternativas agrícolas en medio templado

Simplemente en este caso queremos aludir a principios de una alternativa conservacionista, superadora de criterios exclusivamente rentabilistas y coyunturales. Según autores citados reiteradamente⁵¹, estos criterios deben ser los siguientes:

- Supresión del barbecho o su máxima reducción en tiempo y espacio, por las razones que ya conocemos.
- Tratamiento adecuado del cultivo en pendientes, con supresión del mismo en las más empinadas, laboreo a nivel y «cultivo en fajas», alternando los distintos cultivos en las laderas.
- Empleo de forrajeras en las alternativas, especialmente las pluri-
anuales, porque sus ventajas antierosivas son obvias:

⁴⁹ D. R. Harris. «The ecology of swidden cultivation in the Upper Orinoco rain forest, Venezuela». *Geographical Review*, vol. 61, n.º 4, 1971, pp. 475-495.

⁵⁰ M. U. Igbozurike. «Ecological balance in tropical agriculture». *Geographical Review*, vol. 61, n.º 4, 1971, pp. 519-529.

⁵¹ J. Aguió Bonnin y otros. Op. cit., pp. 307 y ss.

«... el suelo queda cubierto en periodos más largos, no exigen casi laboreo, incorporan materia orgánica al suelo ya como residuos de su parte aérea, ya a través de sus raíces».

- Utilización de una cubierta del suelo —*mulch*—, natural como el rastrojo o artificial a base de productos industriales fabricados con este fin. Tanto la defensa del suelo como la aportación de materia orgánica justifican la práctica, que se opone radicalmente a la extendida costumbre de quemar los rastrojos. También ésta técnica es confirmación de las ideas pioneras de Faulkner.
- Y, por último, reducción al mínimo imprescindible de la intensidad y frecuencia de las labores, que nos introduce en la técnica del «no cultivo» (*no-till*).

5.4. La técnica del «no cultivo»

Un magnífico balance geográfico de la técnica del «no cultivo» en EE.UU., hecha por Gersmehl⁵² en 1978, nos permitirá decir algo sobre sus ventajas, inconvenientes y perspectivas. Pudo —dice este autor— haber surgido el «no cultivo» en 1920 ó 1930 en que eran en EE.UU. bien patentes ya los efectos de la erosión, pero no ha sido posible sino a partir de los años 60-70, cuando los herbicidas se han generalizado y además cuando éstos en su acción pueden discriminar entre cultivo y planta no querida. Entonces es cuando ha sido posible prescindir de las labores, pero también de las plantas que hacen competencia. A mediados de los 60 el «no cultivo» apenas si cubría unos pocos acres de tierra y en 1977 se extendía por casi 5 millones de acres, sobre todo en el *corn belt*. Previéndose una expansión espectacular para el año 2000 (más de 300 millones de acres), que el autor reduce mucho, pues la técnica tiene ventajas e inconvenientes. Los efectos ecológicos y económicos del «no cultivo» son éstos:

- Se interpone una barrera de materia orgánica muerta entre el suelo y la atmósfera que impide la erosión como en el *mulch*.
- La estructura del suelo es mejorada con menos tendencia a formar costra, mejorando su infiltración y humedad, decreciendo la escorrentía superficial y, por tanto, la erosión, pérdida de fertilidad, etc.
- No se invierte el perfil del suelo ni se destruyen los canales naturales de infiltración.
- La temperatura del suelo disminuye, lo que tiene cuatro consecuencias agronómicas: disminuyen también los residuos orgánicos en el suelo,

⁵² Ph. J. Gersmehl. «No-till farming: the regional applicability of a revolutionary agricultural technology». *Geographical Review*, vol. 68, n.º 1, 1978, pp. 66-79.

los pesticidas no son desactivados rápidamente, se retrasa la germinación de las semillas y el crecimiento de las raíces puede ser inhibido.

—Supone indudablemente un ahorro de trabajo humano, maquinaria, combustible, etc., aunque los costes de herbicidas aumentan.

En conjunto, estos efectos serán favorables o adversos según el medio físico, pero al menos en EE.UU. se reputan favorables y de aquí su expansión. Pero aún aquí hay graves limitaciones ante las que cabe destacar las siguientes:

—Hacia el Norte, más frío, no es previsible una fuerte expansión del «no cultivo» porque el retraso de la germinación y no destrucción de residuos, que induce, es especialmente grave en zonas frías.

—Hacia el Oeste —zonas más áridas— probablemente ocurrirá algo similar porque sencillamente los herbicidas no trabajan en ausencia de lluvia y por otras razones más técnicas.

—A niveles generales el «no cultivo» cuenta igualmente con una limitación psicológica muy seria. Es muy difícil convencer de la técnica a los labradores que se sienten orgullosos de serlo porque, ¿qué hacer si desaparecen parte de las labores y sobre toda la riega? De aquí que la técnica plantee un problema difícil de subutilización del tiempo del agricultor, siendo ideal para el *hobby farmer*, agricultor a tiempo parcial, agricultores de doble cosecha o agricultores-ganaderos, pero no para quienes no están en estas circunstancias.

De todo ello deduce Gersmehl para 1980 una curva de expansión del «no cultivo» poco superior a los 4 millones de acres en el *corn belt* y con tendencia al estancamiento. Concluyendo también que «la historia actual de la adopción refuerza la tesis que el "no cultivo" sólo es viable en una pequeña parte del país», aunque el aumento del coste de la energía puede ser un incentivo económico mayor para su expansión, así como una legislación nacional más estricta sobre conservación del suelo, ya que las tierras en pendiente, demasiado erosionables, no pueden seguir siendo cultivadas por las técnicas convencionales.

El «no cultivo» en España, en fase de promoción por las firmas vendedoras de herbicidas, sin duda puede ser una solución ecológicamente aceptable para tanta explotación marginal en terrenos ásperos y quebrados o en zonas despobladas y a bastante distancia de los centros de labor. Pero también, espoleada su expansión por las firmas comerciales de herbicidas, puede generalizarse a espacios con constricciones climáticas serias para que sea eficaz. Y en todo caso, puede ser generador de más paro agrario, especialmente grave en una estructura agraria, la española, con densidades humanas aún más altas en general que las norteamericanas. Por tanto, en puridad de principios, lo que puede ser una técnica ecológicamente mejorada, puede acarrear serios inconvenientes si se aplica miméticamente sin calibrar sus inconvenientes selectivos ecológicos, productivos y sociales que también los tiene.

6. LA «EXPLOTACION» DE LA NATURALEZA COMO FUENTE DE RENTA

Afirma Tivy que «el animal dominante y ahora probablemente el más poderoso y destructivo respecto al medio ambiente de cualquier planta es hoy el *hombre*», no sólo porque prácticamente no existen áreas donde sus actividades no hayan repercutido sobre la distribución y crecimiento de la vegetación, sino porque sus cultivos y especies ganaderas no admiten en general la competencia de las especies no domesticadas⁵³. Pero además, como hemos apuntado,

«...cada vez resulta más patente —dice Tarrafeta— que los innegables aumentos de producción agrícola conseguidos en los dos últimos decenios no se han debido tan sólo a la mayor utilización de inputs... sino también a que esta intensificación del proceso productivo ha estado comiendo una parte del capital tierra»⁵⁴.

Por ello con coherencia contable, el autor citado, en el análisis de la inversión agraria española intenta cuantificar, pese a sus dificultades, las disminuciones del stock de capital, que comprenden no sólo amortizaciones de capital sino también las pérdidas del capital tierra. En parte esas pérdidas obedecen al empobrecimiento y agotamiento de los recursos edáficos, en parte a su movilización y traslado físico por la erosión.

La pregunta, pues, ante la gravedad de esta situación, es cómo ha sido posible que el hombre permita la dilapidación masiva de este capital. En parte se entremezclan aquí factores ideológicos complejos de larga tradición relativos a la concepción de la relación hombre-naturaleza y factores sociales relacionados con la gestión y práctica de la actividad agraria.

La idea de dominación de la naturaleza por el hombre del período helenístico-romano, la ambigüedad del cristianismo respecto a ella (el hombre «dominador» de la naturaleza según el Génesis; pero el cristianismo también propugnador de una «unificación afectivo-cósmica» en el franciscanismo y sus escuelas), el mecanicismo de la naturaleza según la concepción renacentista, el pragmatismo «precapitalista» de la ética protestante y especialmente calvinista acabaron por proporcionar fundamento teórico a la época tecnológica que caracteriza la revolución industrial⁵⁵. Y si a ello unimos el optimismo científico que

⁵³ J. Tivy. Op. cit., p. 97.

⁵⁴ L. Tarrafeta Puyal. Op. cit., p. 191.

⁵⁵ M. de Terán. Op. cit., pp. 72 y ss. Merece la pena citar más por extenso la concepción cristiana al respecto según este autor, supuesto que el desarrollo del capitalismo se forjó y fue exportado por el Occidente tradicionalmente cristiano: «Es cierto que el cristianismo, al introducir la noción de un Dios creador y conservador del mundo, produjo, como dice Max Scheler, "una enorme desvitalización y desanimación de la naturaleza entera que estigmatizó como pagana, en favor de una poderosa exaltación del hombre como ser espiritual". Pero de otra parte, la naturaleza como criatura divina, aunque sujeta y ofrecida al hombre es también digna de amor y este estado de ánimo, que actúa en la Edad Media en la corriente espiritual del franciscanismo, restablece en nueva forma la que Scheler define como unificación afectivo-cósmica, arraigada en el mito y en la religión de la antigüedad clásica, a la vez que neutralizó los posibles efectos de la idea judaico-cristiana de la dominación del mundo natural por el hombre» (los subrayados del autor).

irrumpe vigoroso a partir de la Ilustración (la ciencia con panacea para el atraso y para la resolución de las contradicciones del hombre) y la creencia en la naturaleza como fuente inexhaustible de recursos tendremos el marco ideológico adecuado para explicar cuanto sabemos sobre el carácter depredador de la economía capitalista e incluso sobre la auténtica *Raubwirtschaft* o «economía de rapiña» que supone el tipo de agricultura actual y el olvido de los equilibrios biológicos que son algo más que un bonito artificio para explicar nuestra actividad en términos de ecosistema.

No obstante, dentro de esta panorámica parece que la fisiocracia fue más respetuosa con tales equilibrios porque el lugar privilegiado asignado por ella a la agricultura y recursos naturales se fundamenta en que,

«...es la única actividad que deja aparecer un excedente (producto neto) una vez que son pagadas las herramientas o máquinas, reemplazadas las semillas, alimentadas las familias y el ganado». Siendo consideradas *a sensu contrario* «la artesanía y la industria como actividades estériles en la medida en que el trabajo del hombre por sí mismo no sería creador de valor».

E incluso Marx, tradicionalmente considerado como impugnador de estas ideas, en una interpretación no convencional, parece que no puede alejarse de una concepción ajena a una revalorización de la naturaleza en el sentido que nos ocupa. Porque en la «Crítica del Programa de Gotha» se opone a los socialistas alemanes, que consideran el trabajo como la única fuente de toda riqueza y afirma que,

«...la naturaleza es tanto fuente de los valores de uso como del trabajo que no es en sí mismo sino la expresión de una fuerza natural, la fuerza de trabajo del hombre». «Tal punto de vista —continúan diciendo Bel y Mollard— no es nada raro en Marx. El considera simplemente que la tierra no crea, *por sí misma*, valor, pero que éste es tanto más grande cuanto que el trabajo se asocia al máximo con la fuerza productiva de la naturaleza»⁵⁶.

Sea como fuere, lo que sí parece estar claro es que los agrónomos hasta la primera revolución agrícola tienen en sus prácticas un sentido más conservacionista, quizás a causa del mucho mayor peso que en la economía nacional tenía la actividad agraria, por otra parte asentada en superficies cultivadas más pequeñas, pues las expansiones en los «países nuevos» o se está iniciando o aún no se han producido. E igualmente los grandes propietarios, que practican una explotación en régimen indirecto saben muy bien que la renta de la tierra que perciben de los cultivadores no es sólo fruto de una apropiación de la plusvalía del trabajo de aquéllos sino también del capital tierra que hay que cuidar escrupulosamente; de aquí el predominio de los contratos parciarios sobre los arrendamientos, que responden no sólo a usos patriarcales en la con-

⁵⁶ F. Bel y A. Mollard. «Agricultura, energía y reproducción de la naturaleza». *Agricultura y Sociedad*, n.º 15, 1980, p. 312.

cepción de la gestión, sino al objetivo de asegurar una explotación ecológicamente óptima y sin menoscabo productivo del factor tierra. E incluso, si en algunas zonas, la norma eran los arrendamientos, como en el caso de la gran propiedad andaluza, siempre era costumbre que apareciese en el contrato que la explotación se realizaría «según uso del buen labrador» e imponiéndose el cultivo al tercio, garantía comprobada por siglos, de uso no esquilimante y estabilidad ecológica. Y por último, el pequeño campesino había acondicionado su restringido espacio cultivado con técnicas de control erosivo —caso de los abancalamientos— y sistemas policulturales prevalentes, garantía también de estabilidad del agrosistema.

Es posteriormente cuando, en el siglo xx y en especial después de la II Guerra Mundial, la producción agraria decrece mucho relativamente respecto al producto interior bruto, cuando el gran propietario ve posibilidades más rentables de inversión en industria y servicios, y cuando la tecnología agraria, mecánica, química y biológica, se expande, es entonces —repetimos— cuando el dispendio productivo y material de la tierra se hace norma y ésta se dilapida irresponsablemente.

Y muy recientemente, desde hace poco más de una década, a causa de las tendencias medioambientalistas actuales y el escepticismo sobre la creencia ciega en la virtud de ciencia y tecnología, cuando se analizan y descubren en profundidad las contradicciones ecológicas que la actual agricultura conlleva y en cierto modo cuando se valora la sabiduría agraria que ha sido acumulada por el campesino secularmente.

Siendo de desear —creemos— en esta encrucijada el impulso de una *agricultura biológica*, no tanto en el sentido al uso de agricultura sin inputs químicos y estrictamente natural, cuyos resultados y viabilidad económica desconocemos, sino en la acepción más genérica de agricultura ahorradora de inputs no renovables, autónoma en sus procesos en la medida de lo posible, y respetuosa con su patrimonio de base, el factor tierra.

BIBLIOGRAFIA

- ANDREAE, B.: *Farming development and space. A world agricultural geography*. Berlín-New York, Walter de Gruyter, 1981, 345 pp.
- BALLCELLS ROCAMORA, E.: «El concepto ecológico de territorio montañoso: revisión general». En *Supervivencia de la Montaña. Actas del Coloquio Hispano-Francés sobre las Areas de Montaña*. Ministerio de Agricultura, Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Madrid, 1981, pp. 51-68.
- BARNEY, G. O.: *El mundo en el año 2000. En los albores del siglo XXI. Informe Técnico. Informe preparado por el Consejo sobre la Calidad Ambiental y el Departamento de Estado*. Madrid, Editorial Tecnos, S. A., 1982, 985 pp.

- BEL, F. y MOLLARD, A.: «Agricultura, energía y reproducción de la naturaleza». *Agricultura y Sociedad*, n.º 15, 1980, pp. 293-324.
- BENNETT, H. H.: «Soil conservation in a hungry world». *Geographical Review*, Vol. 38, n.º 2, 1948, pp. 311-317.
- BENNETT, H. H.: «Soil erosion in Spain». *Geographical Review*, Vol. L, n.º 1, 1960, pp. 59-72.
- BERTRAND, G.: «Pour une histoire écologique de la France rurale». En DUBUY, G. et WALLON, A.: *Histoire de la France Rurale*. Tome I, Paris, Editions du Seuil, 1975, pp. 37-113.
- BIROT, P.: *La Méditerranée et le Moyen-Orient. T. I. Généralités. Péninsule Iberique-Italie*. Paris, PUF, 1964, 539 pp.
- BROWN, L. R.: «La producción humana de alimento como proceso en la Biosfera». En *El Hombre y la Ecosfera*. Selecciones de Scientific American, Madrid, H. Blume Ediciones, 1979, pp. 87-96.
- BURTON, I.: «The quality of environment: a review». *Geographical Review*, Vol. LVIII, n.º 3, 1968, pp. 472-481.
- BUTTEL, F. H.: «Estructura agraria y ecología rural: Hacia una política económica del desarrollo rural». *Agricultura y Sociedad*, n.º 13, 1979, pp. 257-306.
- CABO ALONSO, A.: «El barbecho en los secanos españoles». *Finisterra. Revista Portuguesa de Geografía*, Vol. XV, n.º 29, 1980, pp. 5-29.
- CLARK, C.: *Crecimiento demográfico y utilización del suelo*, Madrid, Alianza Editorial, S. A., 1968, 469 pp.
- DOUGLAS, J. Sh.: «Agricultura de rescate del suelo: silvicultura tridimensional». En *Agricultura y Medio Ambiente*. Paris, O.I.I. Promoción Cultural, S. A. UNESCO, 1974, pp. 51-83.
- DROZDIK, W.: «Tackling the last frontier». *Time*, n.º 16, 1982, pp. 47-55.
- DUCHAUFOUR, P.: *Manual de Edafología*, Barcelona, Toray-Masson, S. A., 1975, 476 pp.
- FAULKNER, E. H.: *La insensatez del agricultor. Erosión: un planteo ecológico*, Buenos Aires, Librería «El Ateneo» Editorial, 1981, 138 pp.
- FEENBERG, A.: *Más allá de la supervivencia. El debate ecológico*. Madrid, Editorial Tecnos, S. A., 1982, 91 pp.
- FLEURY, A. y MOLLARD, A.: «Sistemas de producción agrícolas y medio ambiente: contradicciones y perspectivas». *Agricultura y Sociedad*, n.º 20, 1981, pp. 97-107.
- FOURNIER, F.: *Conservación de suelos*, Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 1975, 252 pp.
- GARCIA FERNANDEZ, J.: «La ley de conservación de los suelos agrícolas en España». *Estudios Geográficos*, n.º 64, 1956, pp. 491-494.
- GAVIRIA, M. y NAREDO, J. M.: *Extremadura Saqueada. Recursos Naturales y Autonomía Regional*. Barcelona, Ruedo Ibérico, Ibérica de Ediciones y Publicaciones, 1978, 648 pp.
- GEORGE, P.: *El Medio Ambiente*. Barcelona, Oikos-Tau, S. A. Ediciones, 1972, 122 pp.
- GERSMEL, Ph. J.: «No-till farming: the regional applicability of a revolutionary agricultural technology». *Geographical Review*, Vol. 68, n.º 1, 1978, pp. 66-79.
- HARRIS, D. R.: «The Ecology of Agricultural Systems». En COOKE, R. U. y JOHNSON, J. H. (Edited by): *Trends in Geography. An Introductory Survey*, Oxford, Pergamon Press, 1969, pp. 133-142.

- HARRIS, D. R.: «The ecology of swidden cultivation in the Upper Orinoco rain forest, Venezuela». *Geographical Review*, Vol. 61, n.º 4, 1971, pp. 475-495.
- HIRAOKA, M. y YAMAMOTO, Sh.: «Agricultural development in the Upper Amazon of Ecuador». *Geographical Review*, Vol. 70, n.º 4, 1980, pp. 423-445.
- IGBOZURIKE, M. U.: «Ecological balance in tropical agriculture». *Geographical Review*, Vol. 61, n.º 4, 1971, pp. 519-529.
- INSTITUTO DE ESTUDIOS AGROSOCIALES: *La erosión y la conservación del suelo en España*. Madrid, 1955, 80 pp.
- JOHSTON, R. J. (Edited by): *The Dictionary of Human Geography*, Oxford, Blackwell Reference, 1981, 411 pp.
- LE PAPE, Y.: «La agricultura biológica: realidades y perspectivas». *Agricultura y Sociedad*, n.º 20, 1981, pp. 109-119.
- LOPEZ ONTIVEROS, A.: «El desarrollo reciente de la caza en España». En *Supervivencia de la Montaña. Actas del Coloquio Hispano-Francés sobre las Areas de Montaña*. Ministerio de Agricultura y Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Madrid, 1981, pp. 271-298.
- Los recursos naturales y el medio humano para la agricultura y la alimentación*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 1980, 70 pp.
- Medio Ambiente en España. Informe General*. Madrid, Subsecretaría de Planificación. Presidencia del Gobierno, 1977, 1.037 pp.
- PARRA, F.: «La dehesa/1. El equilibrio del hombre con la naturaleza». *Quercus*, n.º 2, 1982, pp. 15-18.
- PARRA, F.: «La dehesa/2. La transformación del bosque mediterráneo». *Quercus*, n.º 3, 1982, pp. 45-47.
- PLANHOL, X. de y ROGNON, P.: *Les zones tropicales arides et subtropicales*. París, Armand Colin, 1970, 487 pp.
- POUQUET, J.: *L'érosion des sols*. París, PUF, 1967, 126 pp.
- QUÉZEL, P., TOMASELLI, R. y MORANDINI, R.: *Forêts et maquis méditerranéens: écologie, conservation et aménagement*. París, Les Presses de l'Unesco, 1976, 83 pp.
- RAMOS FIGUERAS, J. L. (dirección) y otros: *Tratado del Medio Natural*. 6 tomos, Madrid, Universidad Politécnica, 1981.
- RHUN, P.: «Destruction d'un paysage: protestations paysannes et réflexions théoriques». *Herodote*, n.º 7, 1977, pp. 52-70.
- RODRIGUEZ MARTINEZ, F.: «Ecología y Geografía». *Paralelo 37º. Revista de Estudios Geográficos*, n.º 4, 1980, pp. 105-112.
- ROHDENBURG, H. y SABELBERG, U.: «La posición del Mediterráneo Occidental en el paisaje ecológico, en la geografía de los suelos y en el desarrollo de la geomorfología climática». *Estudios Geográficos*, n.º 142, 1976, pp. 83-100 (traducción A. López Ontiveros).
- ROQUERO LABURU, C.: *La conservación del suelo, problema nacional*. Madrid, Ministerio de Agricultura, 1954, 30 pp.
- SIMOONS, F. J.: «Contemporary research themes in the cultural geography of domesticated animals». *Geographical Review*, Vol. 64, n.º 4, 1974, pp. 557-576.
- TAMAMES, R.: *Ecología y desarrollo. La polémica sobre los límites al crecimiento*. Madrid, Alianza Editorial, 3.ª ed., 1980, 207 pp.
- TARRAFETA PUYAL, L.: *La capitalización de la agricultura española, 1962-1975*. Madrid, Publicaciones del Banco de Crédito Agrícola, 1979, 418 pp.

- TERAN, M. de: «Una ética de conservación y protección de la naturaleza». En *Homenaje a D. Amando Melón y Ruiz de Gordejuela*, Zaragoza, CSIC, 1966, pp. 69-76.
- TIVY, J.: *Biogeography. A study of plants in the ecosphere*. London, Longman, 2.ª ed., 1982, 459 pp.
- TRICART, J.: *La Tierra, planeta viviente*. Madrid, Akal Editor, 1981, 171 pp.
- TRICART, J. y KILLIAN, J.: *L'écogéographie et l'aménagement du milieu naturel*, Paris, F. Maspero, 1979, 325 pp.

