

Esquema metodológico para la valoración del cambio de usos del suelo (Sierra de Ayllón)

Pilar ALGUACIL GARCÍA

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos veinticinco años, en el medio rural y en especial en las áreas de montaña, se han producido profundos cambios que afectan tanto al paisaje agrario como a las actividades productivas allí desarrolladas. Unas veces la invasión de nuevos usos al suelo (residencia secundaria, actividades de ocio, etc.) desplazan los usos tradicionales, otras se avanza hacia verdaderos desiertos humanos como consecuencia de la emigración. Valorar el significado de estas transformaciones supone todo un reto para la geografía rural. Las fuentes disponibles en los diferentes organismos (Ayuntamientos, Cámaras Agrarias, Ministerio de Agricultura, etc.) son parciales e incompletas, sobre todo cuando se refieren a fechas poco recientes. Por otra parte el abandono de una actividad no siempre debe valorarse como una pérdida; gran parte de las tierras de cultivo abandonadas son terrenos marginales que sólo la penuria de los años cincuenta hacía rentable cultivar, con el consecuente deterioro del suelo sobre el que se asentaban estas prácticas. Es pues necesario analizar gran número de variables, no siempre de fácil cuantificación, así como establecer las interacciones entre ellas, para sólo después de conocer el funcionamiento del sistema determinar criterios que permitan una valoración de los cambios observados.

En el presente artículo se expondrá la metodología ensayada por Elena Bordiú y Pilar Alguacil en la Sierra de Ayllón, que aborda la valoración del cambio de usos del suelo tanto desde el punto de vista de sus consecuencias para el paisaje, como desde el del aprovechamiento de los recursos productivos.

2. AMBITO ESPACIO-TEMPORAL

El citado estudio se circunscribe a una superficie de 613 km², en el extremo oriental del Sistema Central, al Noroeste de la provincia de Guadalajara (ver Mapa de la Fig. 1).

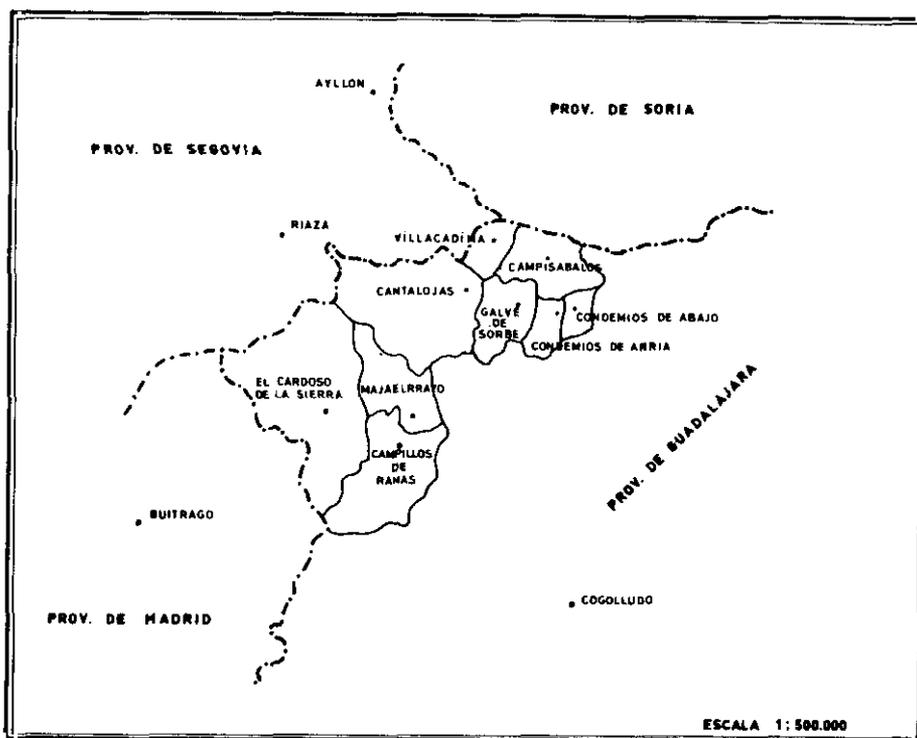


Fig. 1.—Mapa de situación de la zona de estudio.

Dentro de la Sierra se diferenciaban netamente dos comarcas, una al Norte del cordal Somosierra-Sierra de Ayllón-Sierra del Alto Rey¹, donde la emigración aun siendo elevada² no llega a producir el grave despoblamiento³ que caracteriza a la comarca situada al sur de la Sierra⁴. A efectos metodológicos se distinguen en cada una de ellas dos zonas con uni-

¹ Incluye: Cantalojas, Campisábalos, Los Condemios, Galve de Sorbe y Villacadima.

² Con base 100 en 1864, en 1981 el índice demográfico es 34.

³ Con base 100 en 1864, en 1981 el índice demográfico es 8,5.

⁴ Incluye: El Cardoso de la Sierra y municipios anexionados, Majaelrayo y Campillo de Ranas.

dades ambientales homogéneas, cuyos rasgos más representativos figuran en el Cuadro 1.

El período analizado se ve determinado por la disponibilidad de fotografía aérea, razón por la que se limita a 25 años (período demasiado corto para analizar la evolución de la vegetación) de 1956, año para el que se utilizan los fotogramas del Servicio Cartográfico del Ejército (escala aproximada 1:30.000) a 1980, fecha de un vuelo del MOPU (escala aproximada 1:20.000).

3. METODOLOGÍA

Se parte del criterio de que el medio natural funciona como una infraestructura que delimita los usos del suelo, máxime en un área de montaña donde topografía y climatología imponen serias limitaciones al hombre, que moviliza los recursos naturales apoyándose en los vegetales o «productores» capaces de transformar la energía solar en biomasa que, a su vez, es transformada por los «consumidores» (el propio hombre y sus rebaños). Esta interacción hombre-medio da lugar a unos paisajes agrarios que pueden estar en equilibrio con el medio o bien degradarlo, cuando la presión antrópica va más allá de la capacidad de acogida del territorio para los usos del suelo en él establecidos. De ahí que al decrecer la actividad económica, o incluso desaparecer como consecuencia de la emigración, para valorar los cambios producidos en el agrobiosistema sea necesario definir, por una parte las clases de capital que podemos encontrar: «el suelo, capital imprescindible y prácticamente no renovable, los árboles, y otras estructuras leñosas, los distintos tipos de pasto y varios tipos de ganado» (P. Monserrat Recorder s/fch), y por otra las variables socioeconómicas y culturales que configuran la actividad humana.

El diagrama metodológico de la Fig. 2 describe el flujo de trabajo. En primer lugar se analizaron las variables del medio físico y se establecieron las relaciones necesarias para comprender el funcionamiento del medio físico en su conjunto, y a partir de ahí establecer la calidad del medio, entendida como mérito en el sentido global, y de los recursos a utilizar para no ser destruidos, o lo que es igual, para ser conservados de modo que su uso sea posible a perpetuidad. Pieza fundamental del análisis es la fotografía aérea al permitir cartografiar los cambios de uso del suelo, así como observar la respuesta del medio ante dichos cambios (disminución de regueros asociados a la escasa cobertura del tapiz vegetal, colonización de cárcavas, etc.).

En segundo lugar se analizaron las variables inherentes al sistema socioeconómico: sistema de asentamientos, teniendo en cuenta su cohesión interna y la accesibilidad a los centros de servicios y comercio (factor de gran importancia a la hora de valorar las posibilidades de explotación de los recursos en el marco de una economía de mercado), sistema agrario

CUADRO 1
ZONAS CON UNIDADES AMBIENTALES HOMOGENEAS

| <i>Municipios</i> | <i>Litología</i> | <i>Caract. Geomorf.</i> | <i>Fisiografía</i> | <i>Vegetación</i> | <i>Suelos</i> | <i>Clima</i> |
|---|-----------------------------------|---|--|---|---|--|
| El Cardoso y municipios anexionados | Granito, gneis, micacitas. | Zócalo paleozoico. Bloque elevado tajado por talveg de fondo angosto, dirección Noroeste-Sureste. Drenaje lateral en laderas. Abundantes procesos erosivos. | Altitud: 1.200-2.262 metros. Pendientes: en general superiores al 25%. Las rupturas de pendiente dan lugar a valores 10% en espacios reducidos y dispersos. | Distribución en mosaico. Roble Encina Jarales Brezales Matorral Mixto Pino repob. | Acidos, lixivios. Predominio rankers y xerorankers asociados a t. pardas de melojo. | (Papadakis) Transición entre: Ti, P, ME y Tv, t, ME (ver anexo). |
| Majaelrayo Campillo de R. Sector oriental de Colmenar de la S. y Peñalba. | Pizarras y cuarcitas paleozoicas. | Crestones de cuarcitas dirección N-S. Laderas muy erosionadas con abundantes litosuelos. Canchales de cuarcita. Entre ambos, superficie de erosión sobre pizarras labrada por valles de erosión lineal. Depósitos miocenos fosilizando sup. de erosión con profundas cavas. | Altitud: 2.048-1.000 m. Pendientes 25% en laderas de bloques culminados por cuarcitas. Superf. de erosión con pendiente media reducida incrementada en los frecuentes talvegs por encima del 10-25%. | Robledal Jaral Pinar de repoblación. | Predominio litosuelos y xerorankers. | TV, t; ME |

| | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|-----------|
| Campisábalos Villacadima | Calizas y margas cretácicas. Margas, areniscas, conglomerados y arcillas miocenas. Calizas pontienses. | Meseta delimitada al N por S. ^a de Pelayo y al S por un talud que hace el contacto con la depresión. Procesos erosivos moderados. Predominio drenaje vertical. | Altitud: 1.300-1.521. Predominio de pendientes 10% en la meseta y superiores en el resto; los mayores valores se dan en el talud. | Pinar Enebral Pastos secos Cultivos de secano. | Rendzinas. Suelos poco evolucionados. Pardo-calizos. | Ti, P; ME |
| Cantalojas Galve Condemios de Arriba Condemios de Abajo | Cuarcitas y pizarras del Ordovícico. Pizarras arcillosas silúricas. Grawacas. Margas abigarradas y areniscas del Triásico. Areniscas, arenas y arcillas albenses. Areniscas y conglomerados del Triásico. | Zócalo paleozoico. Bloque levantado formado por S. ^a Ayllón y Alto Rey dirección NO-E. Procesos erosivos. Predominio drenaje lateral. Abundante escorrentía. Valles angostos dirección O-E. Depresión septentrional donde se establece contacto zócalo paleozoico-sediment. Fenómenos pseudogley. | Altitud: 1.200-2.200 m. Zócalo: Predominio de pendientes 25%. Depresión: Altitud: 1.200-1.400. Pendiente 10%. | Zócalo: predominio pino Hayedos relictos muy localizados en alturas superiores a 1.500 m. Restos robledal. Brezal Jaral Pastos secos disseminados. Depresión: Pastos húmedos síliceos. Cultivos. | Tierras pardas subhúm. Tierras pardas meridionales. Fenóm. pseudogley. | Ti, P; ME |

y, por último variables demográficas que permiten establecer los posibles desfases entre recursos y población a lo largo del tiempo, a la vez que son la clave para analizar las perspectivas futuras en zonas de estas características.

Una vez estudiado el funcionamiento del medio físico y del sistema socioeconómico, se pueden establecer criterios de valoración, tanto desde el punto de vista ecológico (conservación del paisaje natural o agrario en equilibrio con el medio), como desde el punto de vista productivo (usos agropecuarios y silvopastoriles).

3.1. Criterios y método para la valoración desde el punto de vista ecológico

A un determinado tipo de clima, suelo, topografía, etc., corresponde una vegetación potencial que el hombre transforma. El bosque climácico, sometido a las sucesivas actuaciones humanas (cortas repetidas, fuego, sobrepastoreo, etc.) puede entrar en fases de degradación más o menos avanzadas, siendo entonces sustituida la vegetación natural por agrupaciones que se sitúan en niveles inferiores de la escala evolutiva. Pero un sistema biosocioeconómico como el que nos ocupa, se caracteriza porque al cesar las actividades el sistema tiene carácter de permanencia y la vegetación evoluciona hacia la clímax, cuando la degradación no es irreversible, o bien hacia agrupaciones más o menos estables de las que a veces resulta muy difícil salir. De ahí que sea la variable vegetación la que se ha elegido para evaluar la dinámica del sistema, por cuanto constituye la «síntesis de todas las influencias del medio: clima, suelo, acción del hombre y de los animales, es decir, de todas las condiciones del hábitat, de modo que cualquiera de los aspectos ofrecidos por la vegetación actual deberá ser interpretado como el resultado de las modificaciones antropozógenas sobre el tapiz vegetal, cuya existencia en aquel punto determinaron clima y suelo» (Abreu y Pidal, J. M., 1981).

Ahora bien, ¿cómo valorar con objetividad unos cambios cuyo significado es eminentemente cualitativo? Dado que la evolución de las especies vegetales puede situarse dentro de una serie evolutiva, optamos por establecer una escala de ratio en la que cada número cardinal (del 0 al 10) corresponde a un nivel dentro de la serie evolutiva hacia la clímax, tal como propone Gómez Orea. Siguiendo el método utilizado por González Bernáldez en el Plan Especial de Protección del Medio Físico de la provincia de Madrid y tomando como punto de referencia las escalas de regresión propuestas por L. Ceballos, se elaboró el baremo de la Fig. 3.

No obstante, el papel que cada formación vegetal desempeña en lo relativo al control de la erosión y regulación hidrológica está en función tanto del estado en que se encuentra dicha formación, como de sus características intrínsecas y de su situación geomorfológica, razón por la que pon-

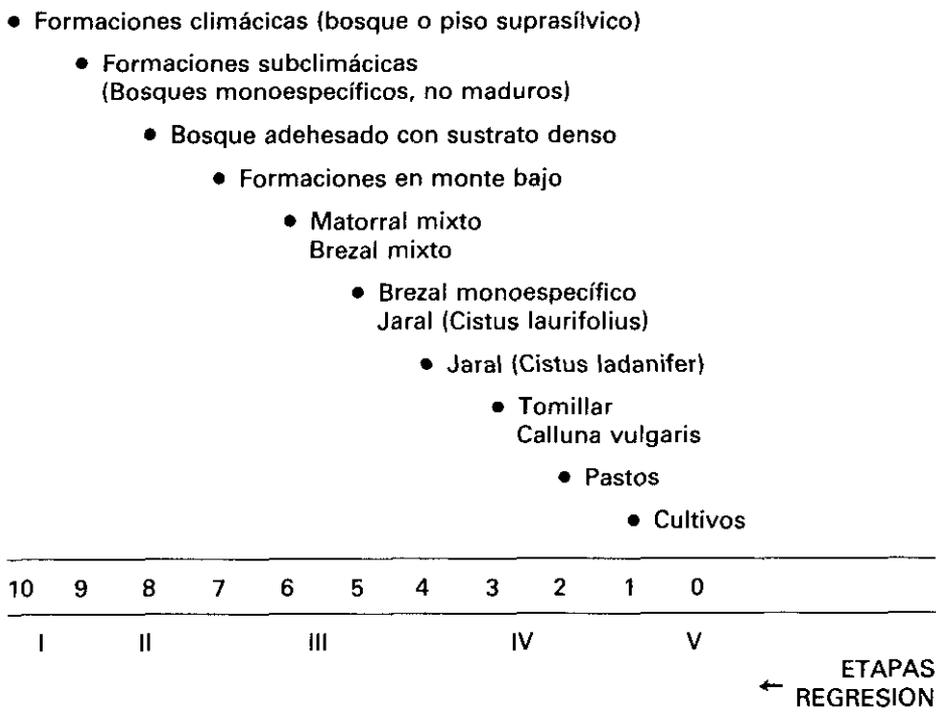


FIG. 3.—Baremos para la valoración de la vegetación en la Sierra de Ayllon

deramos la valoración climácica con los índices de protección de la vegetación (Tratado del Medio Natural, 1981) recomendados por la FAO, a través de los cuales se mide la protección de la vegetación respecto al suelo, teniendo en cuenta la pendiente y la erosionabilidad del suelo, mediante los conceptos de pendiente de iniciación de la erosión y pendiente de arrastre total⁵. Llegamos así a la valoración final, según se expresa en el Cuadro 2.

Una valoración de estas características exige una cartografía muy precisa que se vio dificultada por las escalas de trabajo (1:50.000, 1:30.000 y 1:20.000). Sólo la última escala puede considerarse suficiente para el trabajo de fotointerpretación exigido, por lo que se empezó por la fotografía de 1980 donde se delimitaron las diferentes formaciones vegetales (hayedos, quercineas, matorral, cultivos, etc.), diferenciándose, en cada una de ellas, áreas con diferente tonalidad y textura a fin de determinar mediante trabajo de campo las características de la vegetación en cada una de

⁵ Ambos conceptos se definen en el apartado de valoración productiva.

las áreas marcadas. Posteriormente se procedió a la fotointerpretación con la fotografía de 1956 que al ser de menor escala presentaba dificul-

CUADRO 2
TABLA DE VALORACION ASIGNADA A LA VEGETACION
EN LA SIERRA DE AYLLON

| Designación | (VE) Valoración ecológica | (I) Índices de protección | | | (VE × I) Valoración final | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-----|-----|---------------------------------|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Matorral suprasilvi- co..... | 10 | 1, | 1 | 1 | 10 | 10 | 10 |
| Idem. degradado..... | 6 | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 4,8 | 3,6 | 1,2 |
| Pastos psicroxerófi- los..... | 10 | | * | | | | |
| Montes subclimáci- cos..... | 9 | 1 | 1 | 1 | 9 | 9 | 9 |
| Idem. con sustrato degradado..... | 7 | 1 | 0,8 | 0,4 | 7 | 5,6 | 2,8 |
| Arbolado claro con sustrato denso..... | 7 | 1 | 1 | 1 | 7 | 7 | 7 |
| Montes bajos..... | 7 | 1 | 1 | 1 | 7 | 7 | 7 |
| Dehesas sust. denso.. | 8 | 1 | 1 | 1 | 8 | 8 | 8 |
| Pastos de siega y cul- tivos arbolados..... | 7 | 1 | 1 | 1 | 7 | 7 | 7 |
| Matorral 1..... | 6 | 1 | 1 | 1 | 6 | 6 | 6 |
| Matorral 2 (sin degradar)..... | 5 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 |
| (degradado)..... | | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 4 | 3 | 1 |
| Matorral 3..... | 4 | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 3,2 | 2,4 | 0,8 |
| Eriales y pastos secos | 2 | | * | | | | |
| Cultivos agrícolas sin prácticas de con- servación..... | 1 | 0,9 | 0,5 | 0 | 0,9 | 0,5 | 0 |
| Pinares con tangen- cia de copa..... | 6 | 1 | 1 | 1 | 6 | 6 | 6 |
| Pinares sin tangencia de copa..... | 1 | | | | | | |

Índices de protección:

- 1) Pendiente inferior a la iniciación de la erosión.
- 2) Pendiente comprendida entre la iniciación de la erosión y el arrastre total.
- 3) Pendiente superior a la de arrastre total.

(*) Los pastos tienen un índice de protección de 0,9 hasta el 30% de pendiente, a partir del cual el índice se reduce a 0.

NOTA AL CUADRO 2

Matorral subserial (1): Valor = 6. Incluye:

— Vertiente Norte:

- Brezal mixto denso (brezos, calluna, enebro, gayuba, etc.).
- Enebral denso (enebro, aulaga).

— Vertiente Sur:

- Matorral mixto (jara pringosa, estepa, brezo, calluna, con especies arbóreas).
- Brezal (brezos, genistas, calluna, roble).
- Piornal (piornal, genistas, brezos, roble).

Matorral subserial (2): Valor = 5. Incluye:

— Vertiente Norte:

- Brezal mixto denso degradado.
- Enebral denso degradado.
- Jaral denso (jara estepa con matas de roble).

— Vertiente Sur:

- Matorral mixto (jara pringosa, estepa, brezo, calluna).
- Brezal denso monoespecífico.

Matorral subserial (3): Valor = 4. Incluye:

— Vertiente Norte:

- Jaral aclarado o degradado de estepa.

— Vertiente Sur:

- Jaral pringoso (*Cistus ladanifer*) a veces mezclado con jara estepa (*Cistus laurifolius*).

tades fáciles de soslayar una vez realizado el trabajo de campo y conocida la situación actual, dado que la evolución de la vegetación se ajusta a leyes evolutivas conocidas. Los mapas de usos del suelo se cartografiaron a escala 1:50.000 al no disponerse de escalas mayores. En ellos se recogen 19 clases de uso:

1. *Cultivos*: Áreas donde la vegetación natural se ha eliminado para la introducción de especies que precisan de la intervención continua del hombre.

2. *Cultivos y pastos de siega*: Se utilizó esta categoría allí donde la reducida extensión del ager hizo imposible cartografiar por separado cultivos de secano, huertas y prados de siega arbolados.

3. *Prados de siega*: Prados generalmente con cerca de piedra, en los que el pasto se aprovecha mediante siega.

4. *Eriales*: Pastos de terófitos sobre cultivos abandonados.

5. *Pastos secos silíceos*: Pastizales de ciclo corto otoñal/primaveral, compuestos por terófitos. Presencia ligada a uso pascícola.

6. *Pastos secos calizos*: Pastos compuestos por terófitos en suelos esqueléticos o por vivaces en los suelos más profundos. Presencia ligada a uso pascícola.

7. *Pastos húmedos silíceos*: Comunidades herbáceas en recintos con humedad edáfica.

8. *Pastos húmedos calizos*: Areas similares a las anteriores, situadas en el sector calizo.

9. *Pastos psicroxerófilos alpinizados y cervunales*: Pastos especializados, adaptados a situaciones extremas que aparecen por encima de los 1.800 m. Hernández Bermejo y Sainz de Ollero los cartografían en ocasiones en altitudes inferiores, por lo que se siguió idéntico criterio. Las reducidas dimensiones de los recintos con humedad edáfica suficiente para la aparición del cervunal en el piso subalpino ha obligado a incluirlos aquí.

10. *Piornal*: Matorral con dominio de las especies del género *Cytisus*.

11. *Enebral*: Areas donde la especie dominante es el enebro, en mosaico con aulagares que tampoco se han podido cartografiar por separado, por problemas de escala.

12. *Brezales*: Areas donde predominan las especies del género *Erica*, acompañadas por *Calluna vulgaris*, *Juniperus communis*, *Arctostaphylos uva-ursi* (gayuba), o especies del género *Cistus*, según la localización.

13. *Jarales*: Areas con dominio del género *Cistus*.

14. *Matorral mixto*: Formaciones de matorral donde la abundancia de especies ha impedido determinar la dominante. Conviven los géneros *Erica*, *Cistus* y un cortejo de acompañantes que varía según la localización.

15. *Hayedos*: Enclaves donde domina el *Fagus Sylvatica*.

16. *Robledales*: La especie representativa es el *Quercus pyrenaica*, aunque existen enclaves con *Q. Petraea* y otras especies iberoatlánticas.

17. *Encinares*: Areas donde la especie dominante es el *Quercus Ilex*.

18. *Arbolado claro*: Roble o encina sobre diferentes sustratos arbustivos.

19. *Pinares*.

En base a esta clasificación se cartografiaron los mapas de uso del suelo a escala 1:50.000⁶, uno para 1956 y otro para 1981, en cada una de las dos comarcas estudiadas. En ellos cada uno de los usos presentes se indica mediante una letra mayúscula. Ahora bien, 25 años es un período demasiado corto para que el abandono de cultivos, el descenso de la presión ganadera, o el cese de las actividades de rozado del matorral y carboneo del monte se traduzcan en una evolución de las especies suficiente como para que se produzca un cambio de nivel en la escala evolutiva. Lo

⁶ Los mapas pueden consultarse en las Memorias de Licenciatura de Elena Bordiú y Pilar Alguacil.

más frecuente es una densificación del bosque o del matorral, dando lugar a una mayor cobertura del suelo con la correspondiente disminución de regueros, colonización de arenales desnudos o de canchales, etc. Era imposible dado la escala del mapa subdividir cada una de las clases cartografiadas en función de la talla del arbolado, el nivel de degradación, etc. De ahí que se optase por aplicar subíndices indicadores de estas características, de suma importancia a la hora de establecer la valoración⁷. De este modo al tratar de valorar un brezal, se matizó que fuese acompañado por enebro y gayuba o especies de los géneros *Fagus* o *Quercus* en estado arbustivo, en cuyo caso recibían un 6, mientras que un brezal monoespecífico no degradado recibía un 5 y ello en cualquier pendiente dado su alto nivel de cobertura, mientras que cuando aparece degradado se pondera este valor en función de la pendiente, pudiendo recibir una valoración de 4, 3, ó 1. De igual modo un bosque subclimácico sólo recibirá valor nueve si su cobertura es completa y los ejemplares presentan talla arbórea, mientras que una dehesa se valorará con un 8, pero un monte bajo o degradado recibirá un 7, aunque sólo en caso de que el sustrato esté degradado y la cobertura sea incompleta se pondera con los Índices de Protección. Para poder ponderar las valoraciones en función de la pendiente se superpuso el mapa de pendientes. Por otra parte, el matorral subalpino no aparece diferenciado entre las clases cartografiadas, dado que su composición es similar al matorral del piso montano, lo que obligó a superponer el mapa de altitudes absolutas y tomar la isohipsa de 1.800 m como umbral de separación.

Para poder valorar cada uno de los mapas con el nivel de detalle exigido, y comparar posteriormente los dos años de estudio, se superpuso a cada mapa una trama con cuadrícula de 25 mm², dando a cada una el valor correspondiente. Dado que no siempre cada cuadrícula era ocupada por una sola formación se adoptó el convenio de valorar en función del uso que ocupase más del 50%, si bien se producen algunas excepciones. En aquellos casos en que dentro de una formación suficientemente extensa aparece una cuadrícula que corresponde a otra tipología, se tomó el valor general de la masa dominante (es el caso de un claro en el bosque, un afloramiento rocoso o un canchal de reducida extensión dentro del matorral o el bosque, etc). Al contrario, la escasa extensión y gran dispersión de algunas formaciones (cultivos en el área Sur de la sierra, pastos de siega arbolados, huertos, pastos húmedos), así como la especial significación ecológica de otras (hayedos), obligó a otorgar siempre el valor de estas formaciones a aquellas cuadrículas en que aparecían, aun cuando ocupasen una extensión inferior al 50%.

Una vez obtenidos los correspondientes mapas de valoración, se com-

⁷ r = zonas rozadas; c = cultivo disperso; p = intenso pastoreo, incendio, etc., sobre matorral; d = degradación; Mb = monte bajo; D = adehesado; s = seco (aplicado a pastos); a = invasión de matorral; t = aterrazamientos visibles en el pinar.

pararon cuadrícula a cuadrícula, obteniéndose una primera matriz en la que se refleja la superficie afectada por cada tipo de cambio (magnitud), expresada en porcentajes (ver Fig. 4). Asimismo se elaboró una segunda matriz expresiva de la intensidad del impacto derivado del cambio de uso, según la fórmula genérica $i = u_i - u_f^8$ (ver Fig. 5).

FIGURA 4
EJEMPLO DE MATRIZ DE CAMBIO DE USOS DEL SUELO (1956-1980)
MAGNITUD (Expresada en porcentajes de superficie afectada)

| Año | 1956-1980 | N.º | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | ... |
|---|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|---|-----|-----|---|-----|-----|
| N.º Concepto | Valor | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | ... | ... |
| 1 Mat. subalpino | 10 | 2,2 | | | | | | | | | | | — |
| 2 Pasto psicoxerf..... | | | 3,6 | | | | | | | | | | — |
| 3 Bosque subclimác... | 9 | | | 4,5 | | | | | | | | | — |
| 4 Mt. adhesionado | 8 | | | 0,3 | 1,3 | | | | | | | | — |
| 5 Arb. claro | 7 | | | | | 1,8 | | | | 0,6 | | | — |
| 6 Mt. Bajo o degrd. | 7 | | | 1,8 | 0,7 | | 12,4 | | | | | | — |
| 7 Pasto siega o c. hortofrutícola | 7 | | | | | | | | 0,3 | 2,9 | | | — |
| 8 Idem. abandonados. | 7 | | | 0,4 | | | | | | — | | | — |
| 9 Pinares repobl. | 6 | | | | | | | | | | — | | — |
| 10 Brezal (con esp. arbóreas)..... | 6 | | | 0,8 | 0,2 | | 0,8 | | | | | 2,5 | — |

28

Finalmente expresamos el impacto de cada una de las situaciones de cambio mediante la ecuación $I = i \cdot m^9$ ponderando de este modo la intensidad del cambio con la superficie por él afectada. (Ver Fig. 6.) En esta última matriz se detectan 45 situaciones diferentes, de las que 8 suponen

⁸ i = impacto; u_i = valor del uso inicial en 1956; u_f = valor del uso final en 1980.

⁹ \pm = impacto; i = intensidad; m = magnitud.

FIGURA 5
EJEMPLO DE MATRIZ DE CAMBIO DE USOS DEL SUELO (1956-1980)
INTENSIDAD (Medida por el cambio de valor de de cada formación)

| Año | 1956-1980 | N.º | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | ... |
|---|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|----|-----|
| N.º Concepto | Valor | | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | |
| 1 Mat. subalpino | 10 | 0 | | | | | | | | | | | — |
| 2 Pasto psicroxerf..... | 10 | | | 0 | | | | | | | | | — |
| 3 Bosque subclimác. ... | 9 | | | | 0 | | | | | | | | — |
| 4 Mt. adhesionado | 8 | | | | +1 | 0 | -1 | | | | | | — |
| 5 Arbolado claro..... | 7 | | | | | | 0 | | | | -1 | | — |
| 6 Mt. Bajo o degrd | 7 | | | | +2 | +1 | | 0 | | | | | — |
| 7 Pasto siega o c. hortofrutícola | 7 | | | | | | | | 0 | | | | — |
| 8 Idem. abandonado .. | 7 | | | | +2 | | | | | 0 | | | — |
| 9 Pinares repobl. | 6 | | | | | | | | | | 0 | | — |
| 10 Brezal (con esp. arbóreas)..... | 6 | | | | +3 | +2 | | +1 | | | | 0 | — |
| . | | | | | | | | | | | | | |
| . | | | | | | | | | | | | | |
| . | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | |

un impacto negativo, mientras que el resto se refieren a cambios de signo positivo. Era materialmente imposible reflejar en la escala utilizada cada una de estas situaciones junto a aquellas otras en que no se produce variación y por tanto el impacto es 0. Ello aconsejó agrupar impactos de similar sentido en una sola categoría según se recoge en el Cuadro 3, a partir del cual se cartografió un mapa de valoración, un sector del cual aparece en la Fig. 7, mostrando los cambios más significativos del periodo analizado.

FIGURA 6
EJEMPLOS DE MATRIZ DE CAMBIO DE USOS DEL SUELO (1956-1980)
IMPACTOS PONDERADOS (INTENSIDAD × MAGNITUD)

| Año | 1956-1980 | N.º | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | ... |
|---|-----------|-----|----|----|------|------|---|------|---|---|-----|----|-----|
| N.º Concepto | Valor | | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | — |
| 1 Mat. subalpino | 10 | | 0 | | | | | | | | | | — |
| 2 Pasto psicrox. | 10 | | | 0 | | | | | | | | | — |
| 3 Bosque subclimác... | 9 | | | | 0 | | | | | | | | — |
| 4 Montes adhesionados. | 8 | | | | 0,3 | 0 | | | | | | | — |
| 5 Arbolado claro | 7 | | | | | | 0 | | | | 0,6 | | — |
| 6 Mt. bajo o degrd..... | 7 | | | | +3,6 | +0,7 | | 0 | | | | | — |
| 7 Pasto siega o c. hortofrutícolas..... | 7 | | | | | | | | 0 | | | | — |
| 8 Idem. abandonados. | 7 | | | | +0,8 | | | | | 0 | | | — |
| 9 Pinares repoblac..... | 6 | | | | | | | | | | 0 | | — |
| 10 Brezal (con esp. arbóreas)..... | 6 | | | | +2,4 | +0,4 | | +0,8 | | | | 0 | — |
| . | | | | | | | | | | | | | |
| . | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | |

3.2. Criterios de valoración desde el punto de vista productivo

Intentar valorar los cambios de uso del suelo, bajo este aspecto, comparando parámetros como superficies cultivadas, producciones, número de cabezas de ganado, etc., sería erróneo. En primer lugar, porque al cambiar las técnicas de cultivo o especies cultivadas, la comparación es cualitativa y cuantitativamente errónea. En segundo lugar porque si tenemos en cuenta la importancia del capital suelo, cuya degradación es prácticamente irreversible, no se puede valorar como pérdida el abandono de tierras marginales, por poner un ejemplo. En consecuencia, se optó por partir del criterio de que un uso racional del territorio debía asegurar la «productividad sostenida» del mismo (Gómez Orea). De ahí la necesidad de definir la aptitud del medio para cada uno de los usos afectados por

CUADRO 3
EVALUACION GLOBAL DEL CAMBIO DE USOS DEL SUELO EN LA SIERRA
DE AYLLON

| | <i>Tipos de cambio de uso del suelo</i> | <i>Superficie Ha</i> | <i>% Superficie</i> | <i>Impacto</i> |
|------|---|--------------------------|-------------------------|----------------|
| 1 | Improductivo..... | 1.238 | 4,1 | 0 |
| 2 | Mantenimiento de formaciones subclimaces | 6.150 | 20,6 | 0 |
| 3 | Mantenimiento de matorral subalpino..... | 618 | 2,1 | 0 |
| 4 | Mantenimiento de matorral subserial | 6.495 | 21,8 | 0 |
| 5 | Mantenimiento de pastos psicorófilos | 1.038 | 3,5 | 0 |
| 6 | Mantenimiento de pastos pterofitos | 100 | 0,3 | 0 |
| 7 | Mantenimiento de cultivos hortofrutícolas y pastos de siega..... | 94 | 0,3 | 0 |
| 8 | Mantenimiento de cultivos de secano..... | 206 | 0,7 | 0 |
| 9.1 | Densificación del bosque subclimácico | 1.064 | 3,6 | +1,2 |
| 9.2 | Expansión del bosque subclimácico (a partir de matorral subserial) ... | 920 | 3 | +1,5 |
| 9.3 | Expansión del bosque subclimácico (a partir de C. hortofrutícolas y pastos siega) | 839 | 2,8 | +0,2 |
| 9.4 | Expansión del bosque subclimácico (a partir de cultivos de secano).... | 81 | 0,3 | +0,6 |
| 10. | Densificación de matorral subalpino degradado | 1.213 | 4 | +10 |
| 11.1 | Densificación de matorral subserial | 1.714 | 5,7 | +4,1 |
| 11.2 | Expansión de matorral subserial (sobre cultivo de secano abandonados)..... | 1.443 | 4,8 | +6 |
| 12 | Expansión de pastizal de pterofitos (sobre cultivo de secano abandonado) | 1.150 | 3,9 | +1,5 |
| 13.1 | Replantaciones de pinar con tangencia de copa (sobre formaciones arbóreas)..... | 194 | 0,6 | -0,2 |
| 13.2 | Replantaciones de pinar con tangencia de copa (sobre matorral, cultivo o pasto)..... | 1.217 | 4,1 | +2,6 |
| 13.3 | Replantaciones recientes de pinar (sobre formaciones diversas) | 3.247 | 11 | -5,2 |
| 14 | Abandono de cultivos hortofrutícolas y pastos de siega | 825 | 2,8 | 0 |

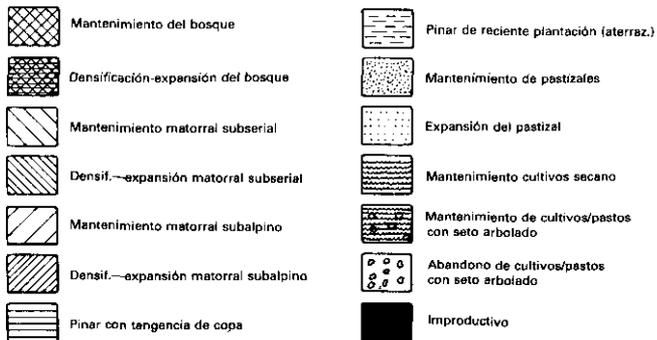
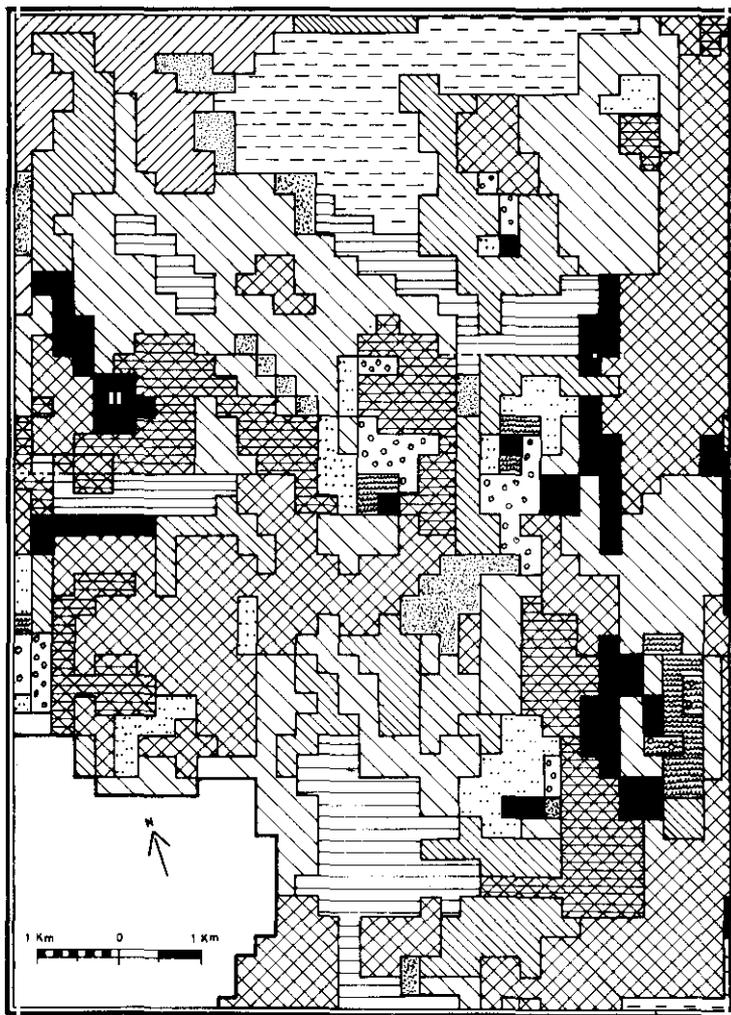


FIG. 7.—Sector del mapa de cambio de usos del suelo en la vertiente sur de la Sierra de Ayllón, 1956-1980.

el proceso de cambio, entendiéndose por aptitud la potencialidad natural del territorio, es decir, su vocación intrínseca para las actividades implantadas. Cuando se trata de usos agropecuarios y silvopastoriles, dicha potencialidad viene determinada por la capacidad agrológica de los suelos, que a su vez está en función de parámetros climáticos, geomorfológicos y edáficos. No obstante, el mayor límite para el establecimiento de los citados usos viene impuesto por el riesgo de erosión del suelo que, a su vez, es función de tres factores que interactúan entre sí: erosividad de los agentes, erosionabilidad del suelo y protección de la cubierta vegetal.

La erosividad de los agentes está en estrecha relación con el clima, sea a través de las temperaturas, del volumen y distribución de las precipitaciones, sea de la combinación de ambos factores.

La erosionabilidad del suelo es función sobre todo de las características intrínsecas del mismo. El caudal de agua que pasa a la escorrentía, la longitud e inclinación de las pendientes en un área de montaña con abundantes suelos limoarcillosos de escaso espesor, determina que la pendiente intervenga como un factor limitante de primer orden frente a usos agropecuarios.

Una vez seleccionado el parámetro pendiente para establecer umbrales límite a cada uso ¿cómo seleccionar éstos? Según recoge J. Aguilo Bonin, la pendiente de iniciación de la erosión es «aquella a partir de la cual en cada suelo, cuando está cubierto, se inicia el arrastre de partículas por efecto del flujo de escurrimiento»; pues bien, los valores medios obtenidos para distintos tipos de suelos se sitúan entre 2-3% de pendiente; la de arrastre total es la «pendiente a partir de la cual la intensidad de los fenómenos erosivos que pueden producirse en un aguacero intenso alcanzan niveles en los que, si no se actúa de forma enérgica para su corrección, el suelo desaparece en breve en la evolución normal de los procesos de erosión acelerada desencadenados, con un paulatino empobrecimiento que acaba inutilizándolo».

El uso agrícola es el que ofrece mayores riesgos de erosión, sobre todo en una zona de montaña, al estar el suelo continuamente removido por las labores y no permanecer todo el año con cubierta vegetal (barbecho). Una solución posible es la construcción de banales, pero cuando la productividad es baja, el costo en trabajo y capital no queda compensado por los rendimientos. Según García Nájera, la pendiente de cultivo no debe ser superior en ningún caso a la de arrastre total (11-13%), mientras que los pastos pueden admitirse en pendientes de hasta el 30%, pudiendo el bosque situarse en cualquier pendiente dado la protección que ejerce sobre el suelo. No obstante dada la elevada erosionabilidad de la zona de estudio, optamos por el criterio, más conservador, del profesor Gandullo en un estudio por él realizado precisamente en la Sierra de Ayllón, que considera el 10% de pendiente como límite de los cultivos y el 25% como umbral límite del pastizal. Para el bosque autóctono no se toma límite alguno, dado que en una comarca de las características de la estudiada

es el único factor capaz de contrarrestar la agresividad de los agentes erosivos a la vez que mediante el aporte de materia orgánica se proporciona mayor estabilidad a los suelos.

Finalmente, el mapa de aptitud del suelo debe tener en cuenta la capacidad agrológica de éste, que viene determinada por sus caracteres morfológicos, fisicoquímicos y biológicos. No se contaba para la comarca con el mapa de capacidad agrológica 1:50.000 que publica el Ministerio de Agricultura. Los mapas provinciales de escala 1:250.000 que publica el CSIC sólo tienen una utilidad relativa en trabajos de este tipo, ya que su contenido no siempre permite deducciones directas sobre la capacidad de los suelos que, por imperativos de escala se agrupan en categorías muy amplias que eliminan cualquier diferencia intracomarcal. En este trabajo nos fue posible soslayar el problema mediante la utilización de un Mapa de usos del suelo elaborado por ICONA en 1973, de escala 1:50.000, donde se incluía un Índice Ecológico (Ie), cuyo cálculo se basó en la clasificación previa de los biotipos existentes en la Sierra de Ayllón, en función

CUADRO 4
DEFINICION DE AREAS DE CAPACIDAD AGROLOGICA

| <i>Clase de uso</i> | <i>Pendiente</i> | <i>Ie</i> | <i>Uso anterior</i> |
|---|------------------|------------------|---|
| I. USOS SILVOPASTORILES | | | |
| — Conservación de bosques y dehesas..... | Cualquiera | > 17 | Bosque o dehesa |
| — Producción forestal..... | Cualquiera | — | Bosque de pinos. Replantaciones |
| — Pastos de mayor valor ecológico | < 25% | > 17 | Pastos |
| — Protección y regeneración de formaciones subclimáticas y/o pastoreo extensivo | Cualquiera | < 17 | Montes subclimáticos y bosque degradado |
| — Protección y pastoreo extensivo..... | Cualquiera | < 17 | Matorral subserial y especies herbáceas |
| — Pastos de menor valor ecológico | < 25% | < 17 | Agricultura marginal o pastos |
| II. USOS AGROPECUARIOS | | | |
| — Pastos y prados | < 25% | = 20 | Agricultura o pastos |
| — Cultivos | < 10% | = 20 | Cultivos |

de un conjunto de parámetros edáficos, fisiográficos y climáticos definidos por el profesor Gandullo, recogidos en un cuadro sinóptico en el trabajo objeto de este artículo. Se llega así a la definición de una serie de áreas con diferente capacidad agrológica según figura en el Cuadro 4.

Una vez definida la aptitud del territorio para los usos analizados, es necesario establecer el potencial productivo, a fin de poder ofrecer un marco teórico con el que comparar, tanto los usos del suelo de 1956, como los actuales, y determinar la posible infrautilización del territorio.

Existen índices teóricos de productividad establecidos en base a la producción de una planta adaptada y cultivada en condiciones técnicas adecuadas y bajo climas diferentes, como es el caso del índice de Turk, que se basa en el clima, pero hace abstracción del tipo de suelo, que supone idóneo para la producción de que se trate, y explotado con los sistemas idóneos. Ya nos hemos referido a la escasa fiabilidad de los datos climáticos disponibles, cuando se refieren a una comarca de montaña con grandes variaciones intracomarcales; por otra parte tampoco los suelos de la comarca representaban el óptimo para cada uno de los usos implantados. Por todo ello se optó por contrastar los datos ofrecidos por este método con los escasos estudios experimentales que fue posible obtener en la Oficina de Extensión Agraria, y los resultados de encuestas dirigidas a los jefes de explotación. Se llegó así a determinar la productividad potencial media referida a unidad de superficie (Ha), para cada uno de los usos agropecuarios.

Una vez elaborado el mapa de aptitud del suelo y obtenida la productividad potencial media para cada uso se dispone de herramientas teóricas para establecer comparaciones entre los dos años de estudio. Una primera constatación es que buena parte de las tierras de cultivo abandonadas no tienen aptitud para dicho uso, bien por localizarse en pendientes superiores al 10% e incluso al 25%, bien por presentar un *I_e* muy bajo. Por otra parte mientras que en 1956 agricultura, ganadería y silvicultura eran recursos que se complementaban dentro de una misma explotación actualmente, la ganadería es la fuente principal de ingresos, limitándose la agricultura a productos de autoconsumo o forrajes para el ganado, mientras que la explotación del monte se limita a cortas de madera mediante subasta, cuyos adjudicatarios son generalmente personas ajenas a la comarca, recolección de niscalos y otras setas, y en algunos lugares obtención de leñas.

Por todo ello la valoración final se obtuvo teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- 1) Las zonas de cultivo abandonadas, donde los usos de 1956 no se correspondían con la aptitud para uso agrícola o pascícola, no se contabilizaron para aplicar la potencialidad productiva.
- 2) Las zonas de cultivo abandonadas con aptitud pascícola, se contabilizaron con el potencial productivo correspondiente a dicho uso.

- 3) Las zonas que reciben uso agropecuario en ambos años, se contabilizan con el potencial productivo correspondiente al uso acorde a su aptitud.
- 4) Calculada la productividad potencial total para usos agropecuarios, se traducen las producciones a unidades forrajeras.
- 5) Se calculan las necesidades alimenticias del ganado de acuerdo con los modelos de manejo que optimizan los recursos de la comarca.
- 6) En base a las unidades forrajeras y las necesidades alimenticias del ganado, antes obtenidas, se calcula el número de cabezas de ganado mayor (UGM) que puede alimentar la comarca durante el período de estabulación, sin recurrir a importación.
- 7) Finalmente se compara el número de UGM existentes con el que la comarca podría alimentar, así como con la capacidad pascícola del monte, llegándose de este modo a la estimación de la posible infrautilización de la comarca.

Se consiguió así comparar los Usos del Suelo de una comarca en dos momentos distanciados en el tiempo, y obtener una valoración objetiva del proceso, a pesar de la transformación de los sistemas agrarios, el envejecimiento de la población, con las repercusiones que ello tiene sobre el sistema productivo, y el abandono de usos que no han sido sustituidos por otros, con la consecuente pérdida de valor para el uso anterior (pastos degradados e invadidos por matorral, cultivos convertidos en eriales, etc.).

La aplicación de la metodología aquí expuesta no fue más que el tímido ensayo llevado a cabo en el marco de una memoria de licenciatura, pero la disponibilidad de medios informáticos permitirá seguir avanzando en esta línea, al permitir comparar mediante algoritmos relativamente sencillos un número infinito de valores de todas aquellas variables y parámetros realmente significativos, que a través de la cartografía automática pueden plasmarse en un mapa, sin las dificultades que supone la elaboración manual, siempre expuesta a errores.

Noviembre, 1984

BIBLIOGRAFIA

- ABREU y PIDAL, J. M. (1981): «Análisis de Sistemas. Bosques». *Tratado del Medio Natural*. Vol. II, p. 442, Madrid. Ministerio de Obras Públicas y Universidad Politécnica.
- AGUILO BONÍN, J. (1981): «Causas de la destrucción del suelo». *Tratado del Medio Natural*. Vol. I. Madrid. Ministerio de Obras Públicas y Universidad Politécnica, pp. 492-542.

- ALGUACIL GARCÍA, Pilar (1983): «Sierra de Ayllón (Vertiente Sur): Valoración del cambio de Usos del Suelo (1956-1980). Memoria de Licenciatura leída en la Universidad Complutense. Madrid.
- BORDIÚ BARRERA, Elena (1983): «Análisis y Valoración de los cambios de Uso del Suelo en la comarca norte de la Sierra de Ayllón». Memoria de Licenciatura leída en la Universidad Complutense de Madrid.
- CASTILLO, Francisco Elías (1977): *Agroclimatología en España*. Madrid. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas.
- Caracterización Agroclimática de la Provincia de Guadalajara*. Publicación del Ministerio de Agricultura. Madrid (1981).
- GÓMEZ OREA (1980): *El Medio Físico y la Planificación*. Cuadernos del CIFCA núms. 10 y 11. CEOTMA. Madrid.
- Guta para la elaboración de estudios del Medio Físico*, (1981). Publicación conjunta MOPU-CEOTMA. Madrid.
- ICONA: *Inventario Ecológico de la Sierra de Ayllón*, (1973). Introducción metodológica y anexos del profesor Gandullo. Inédito.
- MONSERRAT RECORDER, P. (sin fecha): «Praderas de secano y mejora de pastos». Segundas jornadas sobre ganado lanar.
- «Aspectos funcionales de los sistemas agropecuarios mediterráneos», (1975). *Rev. Pastos*, n.º 1, Vol. 5.
- Plan Especial de Protección del Medio Físico de la Provincia de Madrid*, (1975): COPLACO. Madrid
- RAMOS, A. (sin fecha): *Planificación Ecológica de la Sierra de Ayllón*. Inédito. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes.
- Tratado del Medio Natural*, (1980): Universidad Politécnica de Madrid. CEOTMA, INIA, ICONA.

RESUMEN

El crecimiento industrial registrado a partir de los años sesenta, lleva aparejado un éxodo rural masivo que afecta de forma especial a las áreas de montaña. Como consecuencia, se producen transformaciones en los usos del suelo que afectan tanto al sistema productivo como a los paisajes antrópicos allí establecidos, producto de sucesivas generaciones. En el presente artículo se expone la metodología ensayada en la Sierra de Ayllón para valorar dichos cambios.

RÉSUMÉ

La croissance industrielle depuis 1960 a été suivie d'un exode rural massif, spécialement dans des régions de montagne. Cela conduit à des très importantes transformations dans les usages du sol, relatives autant à la système de production qu'au équilibre des paysages antropiques produit des générations sucesives. Dans cet article on decrit la methodologie essayée dans la «Sierra de Ayllón» pour l'évaluation de ces transformations dans l'usage du sol.

ABSTRACT

The industrial increase attained from the sixties, takes a maximum rural exodo, that affect in an especial way the mountain places. Therefore the land use is being transformated, that affect such as the productive sistem as the antropic landscape there founded getting by following generations. In this article is showing the methodologie rehearsing in Ayllon mountains in order to evaluate such a change.