

Tema 1. SUPERFICIES AGRARIAS Y FORESTALES



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

ÍNDICE

- 1.1. Terminología utilizada en las fuentes y su comparabilidad
- 1.2. Fuentes de información
- 1.3. Las superficies agrarias y forestales y su evolución
- 1.4. Factores que inciden en la distribución de superficies
- 1.5. Indicadores y mapas para la planificación agraria

Acompañan al tema:

- Archivo de Imágenes con 14 gráficos, mapas, cuadros y fotos
- Textos de apoyo: 5 documentos, preferentemente datos

El principal objetivo de este tema es conocer y utilizar los términos que permiten analizar la extensión, distribución y evolución de las superficies agrarias y forestales, así como su estructura o composición interna, es decir, los grandes tipos de cultivos y de vegetación. Ello servirá también para entrar en contacto con la variedad de fuentes estadísticas y cartográficas, la naturaleza y objetivos de los organismos responsables de su producción, la terminología empleada y los problemas de comparabilidad, o las escalas para las que se producen unos u otros datos. Finalmente se abordan los factores de distribución de las superficies agrarias y forestales, así como algunos de los indicadores ideados para optimizar los resultados de dicha distribución, lo cual permite una primera reflexión sobre los instrumentos útiles para la ordenación del territorio.

1.1. Terminología utilizada en las fuentes y su comparabilidad

¿Qué diferencia hay entre la superficie agraria útil y las tierras labradas? ¿son los cultivos herbáceos cultivos permanentes? ¿es el prado un cultivo, un pastizal, una superficie forestal?. Todos estos términos son necesarios para saber de qué superficies agrarias y forestales se está tratando y poder utilizar los datos adecuadamente y con criterio. Definir, diferenciar, establecer estructuras jerarquizadas de términos, comprender los matices que

se introducen en las diferentes fuentes estadísticas y comparar los datos que para un mismo tipo de superficie ofrece cada fuente, constituye un primer aprendizaje que requiere observación atenta y el ejercicio de expresar la correspondencia entre las fuentes y la realidad conocida.

Si se consultan los glosarios de diversas fuentes estadísticas oficiales, como los que se presentan entre los materiales que acompañan a este tema¹ (textos 1.1. y 1.4.) se observa que los términos empleados no son exactamente los mismos y tampoco fácilmente comparables. Las razones son diversas y, en parte, tienen que ver con los cambios en el pensamiento y el valor social de los espacios y las actividades agrarias y forestales, con el desarrollo del conocimiento en estos campos, con los fines de la fuente estadística, con los avances técnicos en la producción de datos cuantitativos, o con la capacidad económica de los sistemas sociales para llevar a cabo dicha producción.

Entre los términos elementales que conviene conocer, usar y saber explicar, se encuentran los siguientes:

- Superficie agrícola, Superficie agrícola utilizada o Superficie agraria útil (SAU), Tierras arables, Tierras labradas, Cultivos herbáceos, Cultivos leñosos, Cultivos permanentes, Barbechos, Superficie irrigada.
- Praderas y pastos permanentes, Prados o praderas permanentes, Pastos y pastizales.
- Superficie forestal, Superficie forestal arbolada, Superficie forestal desarbolada, Matorral.

Respecto a las superficies forestales, obsérvese a través del siguiente resumen la variedad de acepciones según la fuente de donde proceda el dato.

- *Censo Agrario*. La superficie forestal se incluye dentro del epígrafe “Otras tierras” - que no son SAU- diferenciando entre “Especies arbóreas forestales” y “Otras superficies forestales” (erial, espartizal o albardín y matorral).
- *Anuario de Estadística Forestal*. Distingue entre “Superficie forestal arbolada” que incluye “Monte arbolado” y “Monte arbolado ralo”, y “Superficie forestal desarbolada” que incluye “Monte arbolado disperso” y “Monte desarbolado”.
- *Mapa de Cultivos y Aprovechamientos*. La “Superficie forestal” incluye: “Prados de alta montaña”, “Pastizales y eriales a pastos”, “Matorral”, “Espartizal”, “Superficie arbolada con especies forestales” y “Asociaciones de pastizal y matorral” (Pastizal con arbolado, Pastizal-Matorral, Pastizal-Matorral con arbolado, y Matorral con arbolado).

Por su parte, en un estudio sobre los cambios recientes en los bosques, realizado a partir de imagen satélite por Laestadius y otros autores (2012), se distinguen tres tipos de ecosistemas forestales en función de la fracción de cabida cubierta o porcentaje de recubrimiento que produce la proyección vertical de las copas sobre el total de la superficie forestal, y se estima la extensión mundial de cada tipo respecto de la superficie forestal arbolada:

- Bosque cerrado (cabida cubierta > 40 %): casi la mitad de la superficie.
- Bosque abierto y monte claro (cabida cubierta del 20-40 %): una cuarta parte de la superficie.

¹ FAOSTAT para datos mundiales. El MARM para España en tres fuentes diferentes: *Censo Agrario*, 2009; *Anuario de Estadística Forestal*, 2008; y *Actualización del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España*. Hojas escala 1:50.000. “Codificación del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España”.

- Formaciones diversas (sabanas, pastizales, humedales, ecosistemas de montaña o lacustres) y poco arbolado (cabida cubierta inferior al 20 %): otra cuarta parte de la superficie.

Para la comparabilidad de las fuentes, hay que tener presente que la producción técnica de los datos es también muy diversa y que esto incide en la precisión de los números. Los registros (censos, inventarios, padrones), las encuestas, los muestreos y la cartografía a partir de imágenes de satélite constituyen las bases de datos a partir de las cuales se confeccionan las fuentes y se elaboran las estadísticas.

La variedad de criterios adoptados en cada una de las fuentes hace necesario consultar sus respectivas metodologías y también reflexionar sobre la pertinencia o el modo de usar los datos ofrecidos. Incluso una misma fuente puede cambiar de criterio en cada fecha de elaboración, y esto puede llevar a consideraciones como la siguiente: el cambio de criterios entre inventarios y las categorías utilizadas hacen pensar que no sea cierta la expansión de la superficie forestal arbolada en España que se registra entre el segundo y el tercer inventario forestal (Molinero et al, 2011: 71).

En el *Anuario de Estadística Forestal 2010* de España (MAGRAMA) se dice lo siguiente:
2.- ESTRUCTURA FORESTAL: CARACTERIZACIÓN DE LOS BOSQUES Y OTRAS SUPERFICIES FORESTALES.- *El capítulo resume las características principales de la superficie forestal a partir de la información recogida en el Inventario Forestal Nacional (IFN3 e IFN4) y en el Mapa Forestal de España (MFE50 y MFE25).- Las cifras que se presentan no se corresponden con las del año concreto, 2010, sino que abarcan el periodo correspondiente del Mapa o del Inventario, entre 10 y 12 años. En este capítulo sólo se modifican anualmente los datos de las comunidades autónomas en las que se haya generado información nueva, que en el caso de 2010 son cuatro comunidades autónomas uniprovinciales: Asturias, Cantabria, Illes Balears y Murcia. Este anuario 2010 recoge los datos del IFN4 de Galicia, Navarra, Illes Balears, Murcia, Asturias y Cantabria y del IFN3 para el resto de las comunidades autónomas. En el caso del Mapa Forestal, se ha utilizado el MFE25 en las seis comunidades anteriores y el MFE50 en el resto. En lo que respecta a las superficies, en algunas comunidades las cifras no coincidirán exactamente con las de años anteriores (a pesar de no haberse actualizado con el nuevo mapa) puesto que se van realizando ajustes en la cartografía que alteran ligeramente las superficies.*

1.2. Fuentes de información

A continuación se ofrece una relación de las principales fuentes estadísticas según los organismos que las producen y las tres escalas de referencia fundamentales que se utilizan en esta asignatura: mundial, europea y española, aunque se incluye también una referencia para la escala regional.

- FAO. Enlace desde web UC <http://www.fao.org/>
- FAOSTAT. Base de datos estadísticos de la FAO.
- Publicaciones de la FAO:
 - *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Anual, desde 1948.
 - *El estado de los mercados de productos básicos agrícolas*. Bial.

- *El estado de los bosques del mundo*. La serie se inició en 1995 y se publica cada dos años. Hasta su décima edición en 2012 se tituló *Situación de los bosques del mundo*. Desde esta fecha se publica en años pares.
- *Evaluación de los recursos forestales mundiales*. Informe que se conoce como FRA y se publica cada 5 años (terminados en 0 y 5).
- *Unasyva*, revista forestal.
- EUROSTAT. Estadísticas de la Comisión Europea. Enlace desde web UC. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>
- EEA, European Environment Agency. Proyecto *CORINE Land Cover* (1990, 2000, 2006), 1:100.000, Coordination of Information of the Environment. <http://www.eea.europa.eu/> También a través del Ministerio de Fomento de España, IGN: <http://www.ign.es/ign/layoutIn/corineLandCover.do>

ESPAÑA

- INE. Instituto Nacional de Estadística. Enlace desde web UC. <http://www.ine.es/>
- Ministerios de asuntos agrarios y forestales, y de medioambiente. Actualmente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. www.magrama.gob.es/
- IGN, Instituto Geográfico Nacional. CNIG, Centro Nacional de Información Geográfica. Ministerio de Fomento. <http://www.fomento.gob.es/>
- IGN, Instituto Geográfico Nacional. SIOSE, *Sistema de información sobre la ocupación del suelo en España*, 1:25.000. Tríptico informativo: http://www.ign.es/siose/Documentacion/Divulgacion_general/Folleto_divulgativo_SIOSE.pdf
- Organismos de las CCAA.
- Para Cantabria, además: CIFA, Centro de Investigación y Formación Agrarias del Gobierno de Cantabria. <http://www.cifacantabria.org/>

Fuentes básicas:

- *Anuario de Estadística (Agraria)*.
- *Anuario de Estadística Forestal*. Se publica desde 2005.
- *Anuario Estadístico de España*.
- *Censo Agrario* (1962, 1972, 1982, 1989, 1999, 2009)
- *Inventario Forestal* (1972-74, 1986-96 y 1997-2007)
- *Mapa de clases agrológicas*, 1:50.000 (1986-88).
- *Mapa de cultivos y aprovechamientos*, 1:50.000 (1980-1990, 2000-2009).

Obsérvese también, en las fuentes, la distinta orientación de la información (económica y ambiental) y la todavía reciente preocupación por las cifras que informan de los temas forestales.

1.3. Las superficies agrarias y forestales y su evolución

El espacio agrario (SAU) ocupa el 35% de las tierras emergidas, mientras que la superficie forestal ocupa una extensión similar pero ligeramente inferior (en torno a 1/3 de las tierras emergidas, es decir 4 mil millones de ha). Las tierras agrícolas ocupan una superficie proporcionalmente mayor en Europa occidental y Asia meridional y sudoriental. Las mayores superficies relativas de los agrosistemas pastorales se extienden por África y América del Sur.

Las ideas básicas sobre extensión de las superficies agrarias y forestales, su estructura o composición interna, la distribución terrestre y su evolución, se pueden extraer observando y analizando los datos que se ofrecen en los materiales y elaborando uno de los ejercicios propuestos. ¿Siguen ampliándose las superficies agrarias? ¿en qué regiones? ¿cuáles, las irrigadas, las herbáceas? ¿qué porcentaje representan los regadíos respecto de las tierras labradas? ¿dónde se amplían los cultivos leñosos? ¿aumenta o disminuye la superficie forestal? ¿en qué regiones? ¿cuánto se han incrementado las plantaciones forestales?, etc. Éstas y otras preguntas se pueden responder a partir de dichos datos y, para un mejor análisis, conviene distinguir entre extensión, estructura, distribución y evolución, que son, en definitiva, herramientas metodológicas para el desarrollo del conocimiento empírico.

La cartografía basada en imágenes satélite busca medir superficies, establecer la variedad de cultivos y de vegetación, y localizar los cambios en los usos del suelo (imágenes p. 1-3). Comparando fuentes cartográficas de diferente época, a pesar de los cambios técnicos en su elaboración, se pueden obtener informaciones de gran interés; en esta línea, observa el ejemplo de Cantabria (imágenes p. 4-5).

1.4. Factores que inciden en la distribución de superficies

F. Molinero (1990) dedica el primer capítulo de su obra sobre los espacios rurales y la agricultura en el mundo a “los condicionantes ecológicos y el uso agrario del suelo”, y en toda la bibliografía geográfica sobre el tema se incide igualmente en este tipo de factores (George, 1977 [1963]; Meynier, 1970; Gregor, 1973; Gilbank, 1974; Morgan y Munton, 1975; Chaléard y Charvet, 2004). No obstante, en el *Informe sobre el Desarrollo Mundial “Agricultura para el desarrollo”* editado por el Banco Mundial en 2008², se consideran otros criterios para diferenciar entre áreas más y menos favorecidas para la agricultura y por tanto de incidencia en la distribución de las tierras agrarias. Concretamente se citan dos factores combinados que se representan en un mapa de regiones agrícolas según condiciones agroecológicas (imagen p. 6), uno de carácter ambiental y el otro de carácter humano: el potencial agroclimático, muy condicionado por la irrigación o la cantidad suficiente de precipitaciones, y la accesibilidad a los mercados (idea que se recuperará en el tema 5). Razones comerciales explican también el que los cereales y el viñedo en Europa hayan reducido sus límites latitudinales y altitudinales respecto a los alcanzados en la Europa de máximo demográfico del XIX, nos recuerdan Chaléard y Charvet (2004: 12-13). Sin olvidar tales condicionantes humanos, se exponen a continuación algunas ideas sobre la incidencia de los dos grandes grupos de factores ambientales y de sus interacciones: los de origen externo o de carácter climático y los de origen interno o relacionados con los suelos.

a) Los factores de carácter climático inciden en la productividad de la tierra, es decir, en el mayor o menor desarrollo de la vegetación y en los rendimientos de los cultivos, y también por ello tienen repercusión en la dimensión, estructura y distribución de las superficies agrarias y forestales. Se puede distinguir entre:

- Factores propiamente climáticos: temperatura, humedad ambiental, pluviosidad, insolación, heladas, nivación, sequía, alternancia estacional, viento.

² Este *Informe* va a ser muy utilizado a lo largo de la asignatura; de aquí en adelante se citará así: *Informe*, 2008.

- Factores físicos que modifican los climáticos: altitud, orientación, pendiente, manto freático.

Las superficies agrarias y forestales se extienden por latitudes medias y bajas, salvo en regiones desérticas (aridez: isoyeta 200 mm; semiaridez: 400 mm) y desaparecen en latitudes y altitudes elevadas (el gradiente termométrico vertical supone un descenso de 1° cada 180 m de altitud o bien 0,55° cada 100 m). Es decir, temperatura baja extrema y sequía son las variables que más condicionan esta distribución zonal. El conjunto frío ocupa más del 27% de las tierras emergidas y las regiones áridas y semiáridas ocupan el 29 % de las mismas.

En la zona templada incide especialmente la temperatura, siendo la helada un factor limitante para el crecimiento de las plantas y la vegetación; aquí la temperatura marca la sucesión de las estaciones equinocciales. En la zona tropical incide la precipitación, viniendo los problemas de las tormentas; aquí las estaciones secas y lluviosas marcan las diferencias anuales (imagen p. 7). El viento, a escala local, puede ser un factor condicionante en ambas zonas. En áreas de montaña las nieblas aportan humedad y los vientos sequedad.

En los siguientes fragmentos se recogen algunas descripciones y ejemplos de cómo inciden estos factores:

- *“Los vientos violentos y persistentes arrancan las hojas, las flores y las frutas, y si los vientos son cálidos y secos, desecan las plantas, impiden madurar los cultivos y endurecen los suelos. Por el contrario, los vientos suaves favorecen la transpiración de las plantas con temperaturas moderadas, evitan las heladas nocturnas por irradiación, eliminan las nieblas y transportan los pólenes”* (Zárate y Rubio, 2005: 299).
- *“Las rociadas, vinculadas al descenso térmico diario, mantienen mojada a la hierba desde el fin de la tarde hasta avanzada la mañana e implican una humedad relativa alta y duradera. Pero más notables aún son tres tipos de niebla que mojan con persistencia: en las cumbres y con carácter vespertino-nocturno es frecuente el ‘borrín’, término asturiano para designar a la niebla orográfica que forma la brisa cantábrica al remontar la cordillera homónima. En los valles, con carácter matutino, abundan las nieblas de inversión. Y más esporádicas resultan las nieblas frontales, acompañando a los temporales de chubascos o de lloviznas, también con nombres propios en Asturias y el País Vasco de ‘orbayu’ y ‘chirimiri’”* (Molinero et al, 2011: 49).
- El carácter de caracol de la fachada sur de la Cordillera Bética -que aumenta la termicidad- y la disponibilidad de agua procedente de las altas cumbres, facilita el cultivo de productos subtropicales: caña de azúcar antes, como en el valle de Motril, y ahora aguacate y chirimoyo. La Penibética, además, produce un efecto de protección al impedir la irrupción de los vientos fríos del interior peninsular durante el invierno, asegurando así las temperaturas y la insolación que le proporcionan la latitud y la exposición solana (Zárate y Rubio, 2005: 306; Molinero et al, 2011: 103).
- En Canarias, los viñedos sobre cenizas volcánicas, denominados *gerias*, se protegen de los vientos por muros en media luna y la conformación de un terreno en embudo en su interior; una práctica de protección que no es exclusiva de estas islas y puede conformar distintos paisajes en piedra (imagen p. 8). En otras regiones esta defensa se conforma con arbolado (imagen p. 9).

- En febrero de 2014 se produjo un fenómeno extremo de bajada de temperaturas, conocido como “lluvia helada” o engelante, que produjo la destrucción de unas 500.000 hectáreas de bosque en Eslovenia, es decir, la mitad del área arbolada del país.

Las condiciones ambientales y su variación han sido convenientemente aprovechadas por las comunidades campesinas que, sobre los recursos disponibles, han ideado sistemas de explotación complejos y complementarios en sus resultados productivos. Así, las diferencias climáticas entre áreas más o menos próximas explican los desplazamientos en busca de recursos para la cría de ganado: trashumancia y trasterminancia. El ganado merino, por ejemplo, aprovechaba los puertos cantábricos entre mediados de junio y mediados de octubre, mientras que en invierno se dirigía a las dehesas extremeñas y a Sierra Morena. En la vertiente cantábrica, en cambio, los desplazamientos se establecían entre la costa (invierno) y los puertos de las divisorias (verano), surgiendo el singular modo de vida de los vaqueiros de alzada en Asturias y de los pasiegos en Cantabria; un desplazamiento entre valles bajos y tierras altas que conocen o han conocido todas las regiones de montaña. Un ejemplo puede verse entre los recursos didácticos de la página web de la AGE Asociación de Geógrafos Españoles: paisaje de los Montes de Pas (Cantabria), por J. C. García Codron <http://www.age> [marzo 2014].

La sensibilidad de los cultivos y la vegetación a los cambios climáticos a lo largo de la historia se conoce cada vez mejor; así, en la Pequeña Edad del Hielo (siglos XV-XIX) la aceleración de los procesos de aluvionamiento favoreció la extensión de la agricultura (Moliner et al 2011: 111). El conocimiento de estos procesos de cambio se muestra también como una ventaja comparativa que interviene en la expansión de los cultivos de alta rentabilidad (idea que se retomará en el tema 4), como ocurre por ejemplo con el viñedo. Durante el calentamiento medieval experimentado entre los siglos X y XIV se produjo la expansión de los viñedos hacia cotas elevadas del Pirineo catalán; de nuevo en la actualidad, y en las regiones vitícolas españolas, el proceso de calentamiento asociado al cambio climático está movilizándolo la inversión en investigaciones relacionadas con las variedades y localizaciones más apropiadas para afrontar este nuevo escenario. Igualmente, este nuevo horizonte de condiciones climáticas está impulsando el desarrollo de modelos para prever la productividad agraria y forestal, las áreas de crecimiento de las plantas y la modificación en la estructura forestal; un ejemplo de estas previsiones para EEUU puede verse en Sleeter (2012), y en Europa, el Parlamento Europeo aprobó en 2011 una resolución sobre la “Preparación de los bosques al cambio climático”.

b) Las condiciones naturales de los suelos inciden relativamente poco en la productividad agraria; al contrario, se considera que los suelos son, sobre todo, el producto de los cuidados que se le prodigan a los terrenos: roturaciones, despedregados, estercolados, abonados, explanaciones, drenajes, correcciones químicas (encalado, escorias, guano, minerales).

Ejemplos de suelos creados *ex novo* son los de los polders, y también los de los enarenados como los que se practican en el litoral andaluz oriental, pudiendo ver un ejemplo en el paisaje de Béjar, descrito por Jesús Delgado Peña, que se encuentra entre los recursos didácticos de la página web de la AGE Asociación de Geógrafos Españoles <http://www.age> [marzo 2014]. En el norte de Francia se produjo la conversión de unos terrenos muy poco productivos en unas tierras de alta fertilidad gracias a la desecación de las marismas de Saint-Omer y las Moères, realizada entre los siglos XVII y XIX mediante una red de canales (*watergands*), y al aporte de abundantes abonos y correctores (Le Lannou y Prost, 1974). En Holanda, los terrenos dedicados a la floricultura se renovaban anualmente en 70 cm de

espesor, debido a que el suelo se pudría con este monocultivo, mientras que para mejorar los suelos para la horticultura se explotaban las turberas del sureste del país (Froment y Gay, 1970: 190). No olvidemos los cultivos sin suelo: los hidropónicos.

Los trabajos de creación de suelo y puesta en cultivo de un polder, tal como se describían en los años 1980 (Facts and Figures, 1980; Ploeg, 1987) eran los siguientes:

- Una vez realizadas las obras de contención de las aguas, la evacuación se completaba a través de una red de zanjas, y se confiaba en los efectos de la evaporación natural por un lado, y del crecimiento de una vegetación propia de los pantanos, sembrada o no (los juncos se desarrollan pronto) por otro. Ésta crecía bien en suelos inmaduros, absorbía mucha agua, y sus rizomas y hojas creaban un suelo consistente que facilitaba el tránsito de los tractores y de la maquinaria pesada necesaria para los trabajos de desecación.
- Durante unos cinco años el Estado se encargaba de poner los medios necesarios (obreros y maquinaria) para la puesta en cultivo. Después de removidos los juncos se sembraba colza (técnica ya antigua) porque esta planta soporta la salinidad, crece bien en suelos húmedos y ricos en nitrógeno, impide la reaparición de juncos y produce una cosecha durante el verano, cuando la tierra es fácil de trabajar.
- Después de que la colza hubiese madurado la tierra, se cultivaba alfalfa -leguminosa que mejora los suelos- a la que seguían los cereales de primavera y otoño (trigo, cebada y avena) y adicionalmente lino y legumbres, siguiendo una rotación de 5 años: 2 de cereales, 1 de alfalfa, 1 de cereales y 1 de colza. Antes de proceder al reparto de las nuevas tierras entre los agricultores, éstas se cultivaban más intensamente con patatas, remolacha azucarera y plantas forrajeras.

A pesar de la poca importancia relativa de los suelos, se editan distintos tipos de mapas que representan las clases agrológicas o calidades de tierras según la combinación de un conjunto de factores, y su uso facilita la toma de decisiones en la planificación de las actividades agrarias y forestales y en la ordenación del territorio.

Existen muy distintas clasificaciones de suelos según su potencialidad agrícola o forestal; en España, los *Mapas de clases agrológicas* ofrecen una tipología que se puede analizar a partir de uno de los ejercicios que se proponen para este tema. Dicha clasificación puede compararse con la que propuso la FAO en 1976, y que se ha convertido en un sistema de referencia que puede ser adaptado a cada tipo de uso y región. En dicha clasificación, no sólo se tienen en cuenta las propiedades de los suelos y las condiciones físicas y ambientales de los terrenos, sino también los aspectos económicos y sociales; en esencia combina un balance entre costes y beneficios -no exclusivamente económico- con las previsiones o evaluación sobre la continuidad o sostenibilidad del uso, o sea sin agotar la capacidad productiva del suelo. Según este esquema se distinguen cuatro grupos de tierras: las aptas para su explotación continuada (que lo pueden ser en grado alto, en grado medio, y de forma marginal), las no aptas en condiciones actuales pero cuyas limitaciones podrían subsanarse, las que han de ser protegidas y no explotadas, y las que no son aptas para su uso agrario o forestal.

Las propiedades físico-químicas de los suelos también inciden en su productividad (cuadro 1):

- Por su composición química, los suelos pueden estar entre los muy básicos (pH 9) y los muy ácidos (pH 4); ejemplo de los primeros son las tierras negras de las estepas,

los suelos mediterráneos y los subdesérticos, y de los segundos son los suelos arenosos cristalinos y los lateríticos (imagen p. 10).

- Según el grosor del grano, los más apropiados para el cultivo son los limos, pues los arcillosos se compactan con las aguas y los arenosos no las retienen; no obstante, cultivos como el viñedo crecen bien en suelos arenosos que facilitan el drenaje; en los Países Bajos, por ejemplo, sólo un 3 % se consideraban suelos fértiles, mientras que el 71 % lo componían arenas (43%) y arcillas marinas (28%) (Sevrin, 1969: 92).
- Si atendemos a la topografía, las tierras llanas son las mejores para una agricultura mecanizada, pero las laderas abancaladas han soportado elevadas densidades de población a lo largo de los siglos y en culturas muy diversas (imágenes p. 11-12); en zona templada la pendiente más adecuada para favorecer las condiciones edáficas es de 2°-3° a 10°-12° (Chaléard y Charvet, 2004: 16). Ejemplos contrastados pueden verse entre los recursos didácticos de la página web de la AGE Asociación de Geógrafos Españoles: paisaje del Valle de Algás (Aragón), por J. C. García Codron, y paisaje de Turégano (Castilla-León), por María Gloria Sanz Sanjosé <http://www.age> [marzo 2014].
- En áreas de abundante precipitación los suelos se empobrecen por lavado y migración de los minerales y nutrientes (lixiviación); al contrario, con una fuerte evaporación se produce la migración hacia la superficie produciendo encostramientos lateríticos o salinos.

Cuadro 1. Propiedades de los suelos según factores incidentes.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	ESTRUCTURA MECÁNICA	CLIMA	PENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"> • Muy ácidos pH 4 • Muy básicos pH 9 	<ul style="list-style-type: none"> • Arcillas • Limos • Arenas 	<ul style="list-style-type: none"> • Lixiviación • Laterización • Salinización 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión • Laboreo: 2-3° a 10-12° • Encharcamiento

Fuente: elaboración propia.

No se puede olvidar tampoco que la sociedad industrial genera una serie de condiciones ambientales, algunas de inquietante persistencia, que inciden en la vegetación y los cultivos. No sólo hay que pensar en los cambios de carácter general relacionados con el calentamiento global del planeta y las nuevas condiciones regionales del clima, sino también en los episodios locales que se producen como consecuencia de un determinado tipo de contaminación que contribuye a crear estados de tiempo nocivos para las plantas y determinantes para las cosechas, como el fenómeno de la lluvia ácida que afecta a los bosques, o las llamadas nieblas tóxicas que inciden en la fotosíntesis y retrasan el crecimiento de las plantas (texto 1.6.).

1.5. Indicadores y mapas para la planificación agraria

Todos estos conocimientos sobre la incidencia de los factores ambientales en el crecimiento, desarrollo y distribución de la vegetación natural y antrópica, especialmente los cultivos, han servido para la creación de instrumentos conceptuales de los que se ha valido la Agronomía para el análisis y planificación de la actividad agraria o para estimar las capacidades productivas o los riesgos ambientales y de incendios en el caso de los bosques. A continuación se citan sólo algunos de estos instrumentos, los más arraigados

en la tradición geográfica, y todos ellos relacionados con el balance entre el aporte o disponibilidad de agua y su pérdida (imagen, p. 13):

- Índices: como los bioclimáticos de Martonne (resumido en cuadro 2) y Turc.
- Diagramas: como los ombrotérmicos o climáticos de Gaussen, Birot o Walter.
- Conceptos: como el de evapotranspiración potencial de Thornthwaite.
- Clasificaciones: como la agroclimática de Papadakis.

Cuadro 2. Índice de aridez de Martonne, 1926

$I = P/(t+ 10)$ P = Precipitación anual (mm) t = Temperatura media anual (°C)	Tipo de clima según este índice	
	>60. Perhúmedo	20-15. Semiárido (mediterráneo)
60-30. Húmedo	15-5. Árido (estepario)	
30-20. Subhúmedo	5-0. Árido extremo (desierto)	

Índice de potencialidad agrícola de L. Turc, 1967. Relaciona la temperatura media mensual (factor térmico) con la insolación y la radiación solar en el suelo (factor solar) y el balance hídrico (factor sequedad). Sirve para estimar la producción de un suelo en buenas condiciones de manejo y los cambios que experimentaría si se introdujera el riego. Este índice informa sobre el potencial de productividad del clima, expresado éste en tm/ha de materia seca (grano, paja-rastrojo, heno): en el área costera cantábrica de España, la potencialidad en seco es muy elevada (entre 30 y 50 tm/ha), mientras que en el área montañosa varía entre 15 de los puertos y 30 de los valles altos en torno a los 1.000 m; en las llanuras del Duero, estos valores oscilan entre las 30-40 tm/ha en regadío y las 5-10 en seco; en las llanuras del Tajo-Guadiana se elevan los índices en regadío a 40-50 tm/ha/año; en la depresión del Guadalquivir y bajo Guadiana se superan las 20 tm/ha en seco, mientras en regadío, la combinación de agua, calor, luz y sol lleva a superar las 60 tm/ha/año (Molinero et al, 2011: 47-60).

Diagrama ombrotérmico o climograma de Gaussen, 1957. Elaborado de forma que la precipitación equivalga a dos veces la temperatura. Útil para climas mediterráneos en los que el período seco se visualiza fácilmente al quedar las barras de precipitación por debajo de la curva de temperatura.

La evapotranspiración potencial de Thornthwaite evalúa la cantidad de agua evaporada o transpirada por las plantas en condiciones de disponibilidad máxima de agua; al compararla con la cantidad de agua efectivamente disponible permite determinar la necesidad de riego adicional o el exceso de agua.

La clasificación agroclimática de Papadakis se basa en los límites naturales de cultivos indicadores (cereales, algodón...), sin tener en cuenta las mejoras genéticas ni la diversidad de cultivos que hoy ofrece el mercado, por eso muchas de las clases se identifican con el nombre de una planta. El umbral térmico biológico para el crecimiento normal de las plantas se halla en los 10° C de temperatura media o 7° C de promedio de las mínimas diarias durante al menos cuatro meses. Esta clasificación fue utilizada en España para confeccionar el *Atlas Agroclimático Nacional* y los *Mapas de Suelos Agrícolas* y *Mapas de Cultivos y Aprovechamientos*, 1:50.000, del Ministerio de Agricultura.

En el esquema de caracterización agroclimática que figura en los *Mapas de clases agrológicas* y *Mapas de cultivos y aprovechamientos*, 1:50.000, editados por el Ministerio

de Agricultura de España figuran algunos de los diagramas, índices y criterios de clasificación agroclimática aquí citados (imagen p. 14).

En la página web de FAOSTAT se encuentra información sobre los indicadores agroambientales relacionados con los siguientes elementos y factores: aire y cambio climático, energía, fertilizantes, tierra, ganado, plaguicidas, suelo y agua. En su presentación se dice que son *“indicadores capaces de describir y evaluar el estado y las tendencias del comportamiento ambiental de la agricultura para proporcionar indicaciones útiles a los científicos y los responsables de las políticas acerca del estado del medio ambiente, los efectos de diferentes políticas y la eficiencia en el uso de los presupuestos por lo que respecta a los resultados en materia medioambiental”*.