

# Los suelos de la Plana de Zaragoza, aprovechamiento agrícola y forestal

por J. MACHÍN y A. NAVAS

Departamento de Edafología, Estación Experimental de Aula Dei (C.S.I.C.), Apartado 202, 50080 Zaragoza

Recibido: 10-10-1994

*Key words: Land evaluation, soil use, semiarid environment, central Ebro valley, Spain.*

## ABSTRACT

*Machín, J. and A. Navas. 1994. The soils of La Plana (Zaragoza), suitable agricultural and forestry uses. An. Estac. Exp. Aula Dei (Zaragoza) 21(3): 165-172.*

*This study presents a soil evaluation of the soils of La Plana, a high plateau located in semiarid central Ebro valley. MicroLEIS, a microcomputer-based mediterranean land evaluation system has been used. General land capability, forestry and agricultural suitability of the Rendzic Leptosols has been assessed. In the area, land class is moderate. Although several crops are suitable, only cereals can be cultivated in rainfed conditions. Concerning forestry uses, pine and olive trees have been selected as the most appropriate. Set aside land for afforestation purposes should use the most stony soils on the oriental part of La Plana.*

## INTRODUCCION

La Plana de Zaragoza es un espacio natural donde el uso agrícola intensivo ha conducido a la pérdida de la mayor parte de una cubierta vegetal, representada por la garriga del coscojar junto a buenos ejemplares de pino carrasco, que todavía se conserva en los bordes.

El enclave es de un gran interés paisajístico, favorecido por su situación geográfica a modo de atalaya dominando la Depresión del Ebro. Compatibilizando el desarrollo socio-económico con su conservación y mejora, las áreas arboladas compactas de la Plana deben someterse a protección activa con objeto de preservarlas de las transformaciones.

Por otra parte, la evaluación de suelos constituye un obligado punto de partida para una racional ordenación del territorio además de ser uno de los elementos básicos para establecer el uso más apropiado dentro de un marco de conservación de los recursos naturales de suelo y agua.

El objetivo del presente trabajo es la evaluación de la capacidad potencial de los suelos de la Plana, mediante el procesado de datos analíticos con los programas de evaluación de la tierra SIERRA, ALMAGRA y CERVATANA (De la Rosa et al., 1992), para así establecer los usos más apropiados, tanto agrícola como forestal.

## EL AREA DE ESTUDIO

El modelado característico del centro de la depresión del Ebro está representado por las muelas terciarias que aparecen en posición interfluvial, rodeadas de glaciares desarrollados sobre los materiales blandos infrayacentes.

La Plana es una extensa plataforma estructural que en el pasado, formó junto con la Muela una única plataforma. Posteriormente, la incisión de la red fluvial del Huerva se encargó de separarlas.

La Plana constituye un relieve tabular calcáreo que presenta una superficie suavemente plegada, cuyas cotas altitudinales están comprendidas entre 595 y 640 m, siendo en todo el área la pendiente inferior a 1°. El techo de este relieve está formado por calizas del Pontense, dispuestas en bancos a veces potentes, además de limos, margas y alguna pasada yesífera. También pueden existir calizas con nódulos y masas de sílex. En algunas zonas la acumulación de carbonatos aparece en forma de costra blanda. Los materiales del Cuaternario son detríticos finos de relleno de las dolinas. En la base, la serie litológica es margo-yesífera.

Su contorno aparece muy recortado debido a la acción de pequeños barrancos laterales, cuyos niveles de base son principalmente el Ebro y el Huerva. Las formas de denudación están representadas por superficies de ero-

# Leptosoles rendzicos

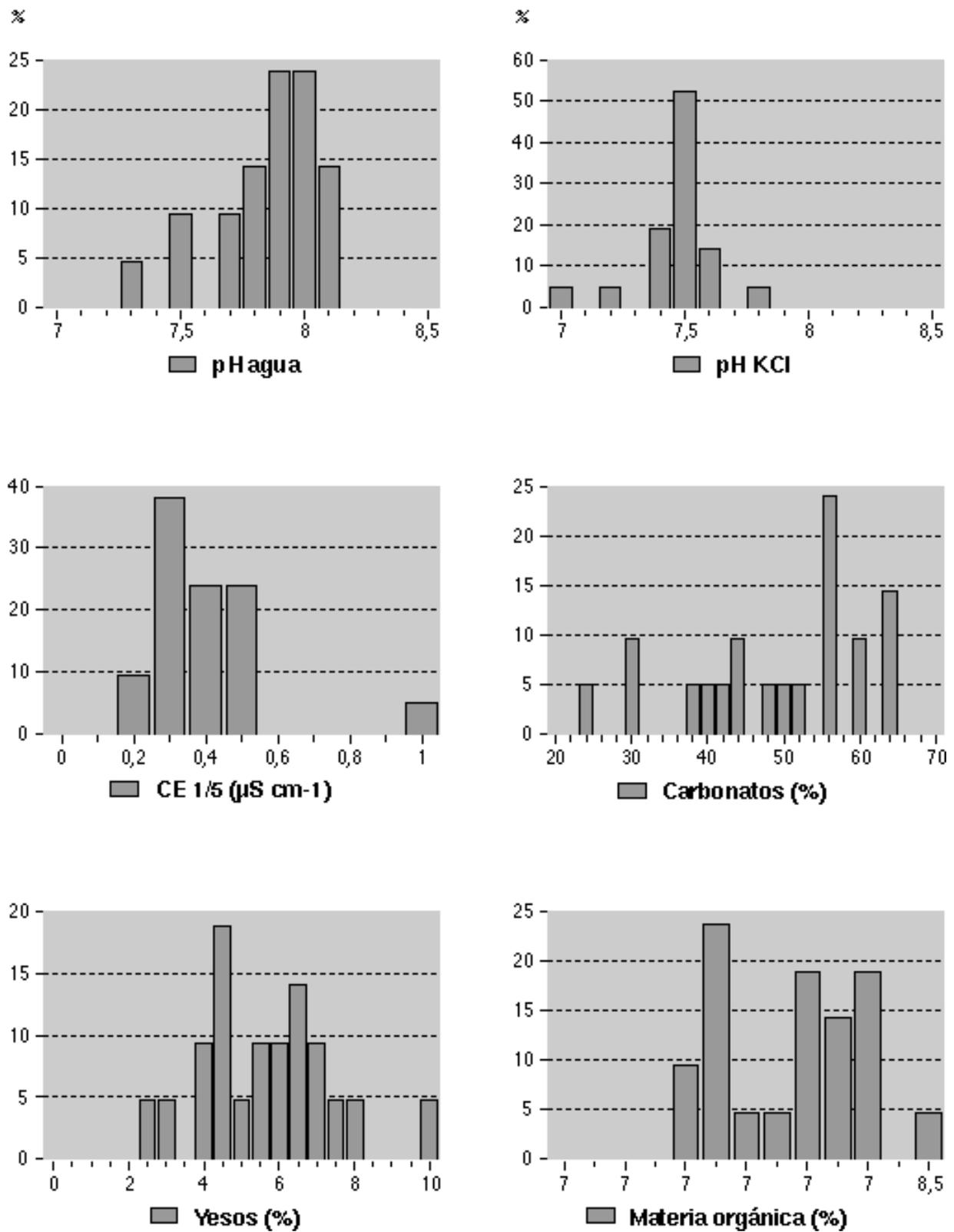


Figura 1.- Histogramas de frecuencias de parámetros químicos de los suelos de la Plana.

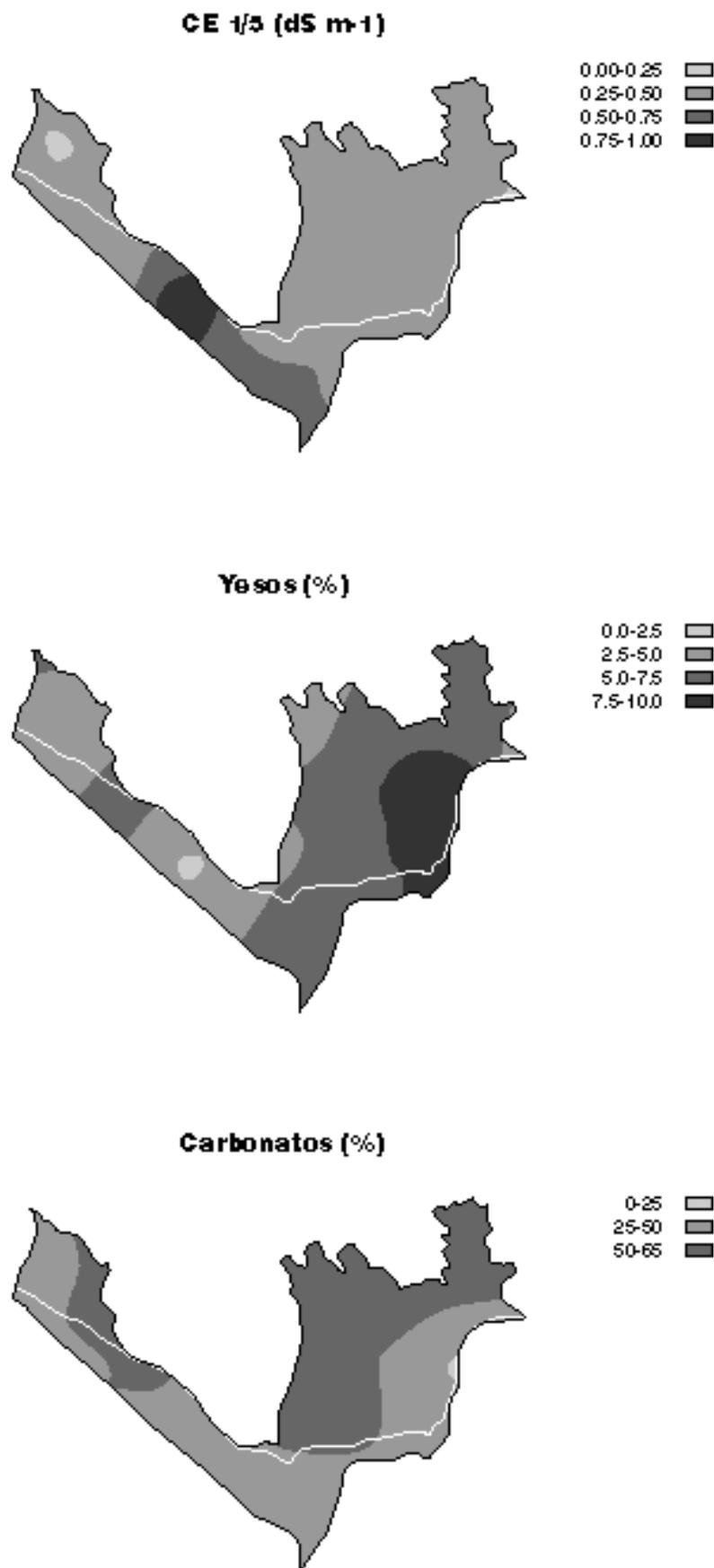


Figura 2.- Isolíneas de conductividad eléctrica, yesos y carbonatos.

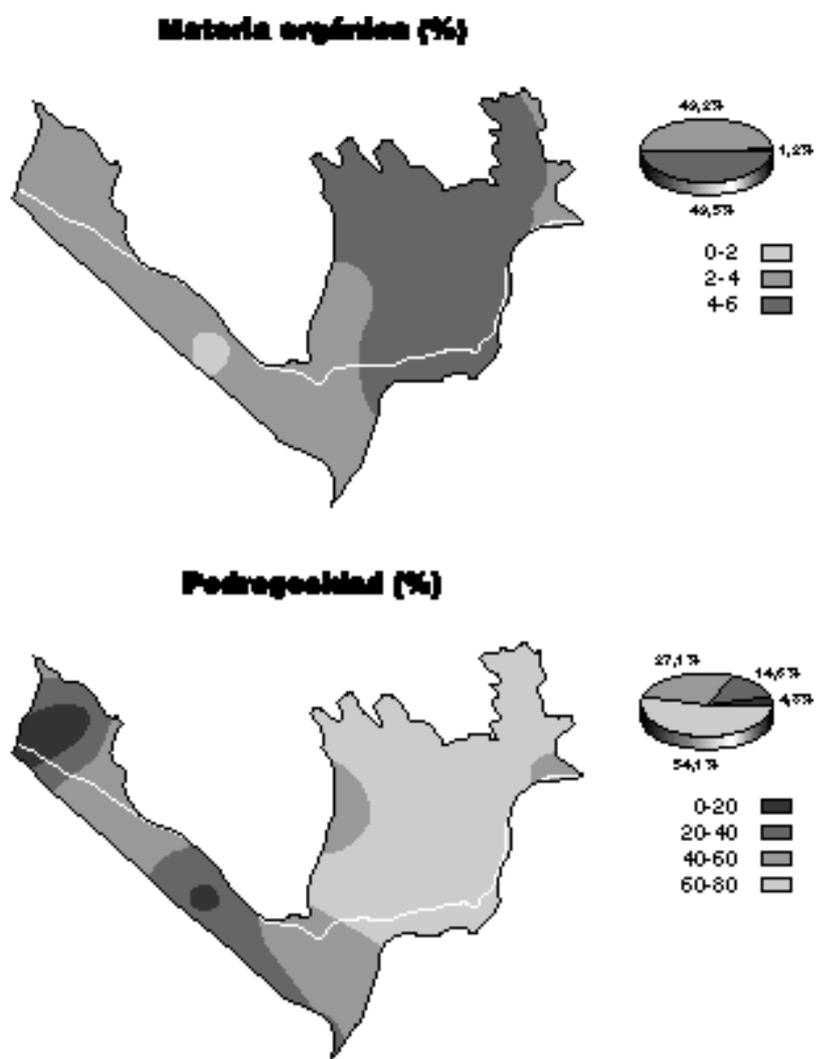


Figura 3. Isolíneas de materia orgánica y pedregosidad.



Figura 4. Uso actual de la tierra.

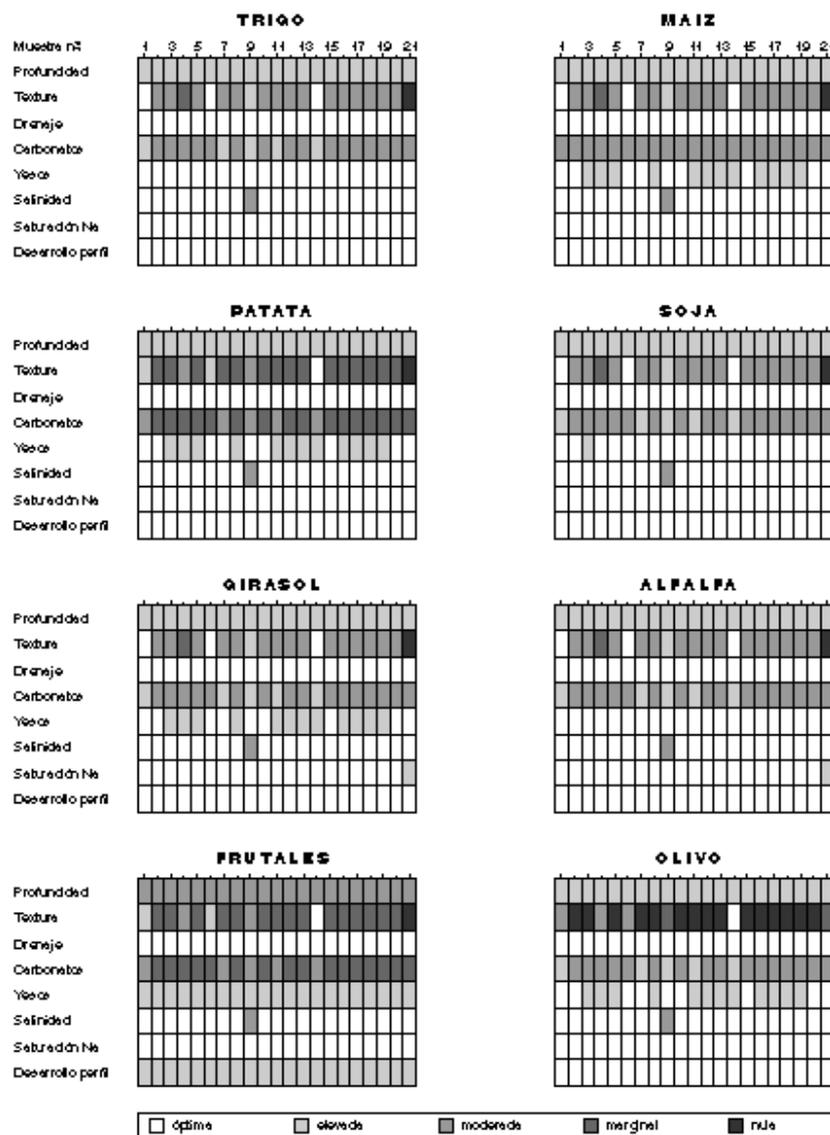


Figura 5. Evaluación de cultivos agrícolas y clases de aptitud en función de parámetros edáficos para cada punto del muestreo.

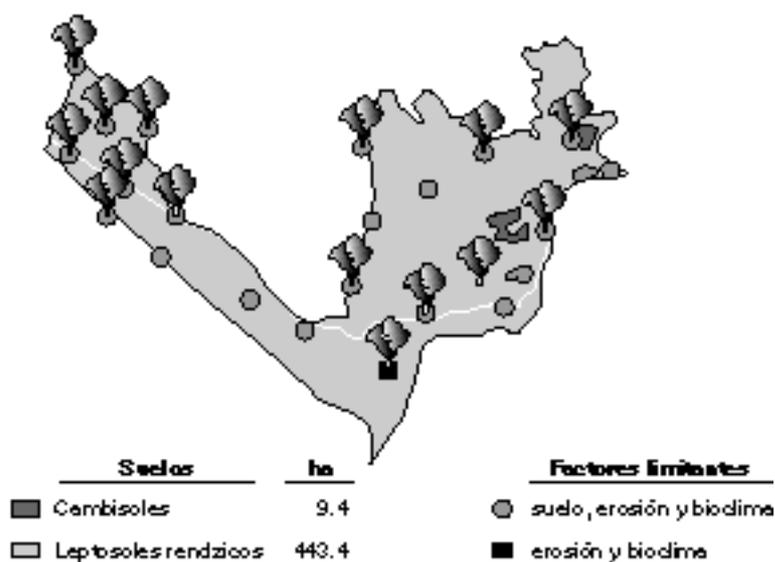


Figura 6. Ubicación de puntos de muestreo aptos para la implantación de encinas sobre el mapa base de suelos y factores limitantes.

sión terciarias. En el extremo sur de la Plana, existe un enrase perfecto entre las calizas neógenas y jurásicas, que se encuentran afectadas por la superficie  $S_2$  (Soriano, 1986). Sin embargo, la zona Norte parece estar afectada por la  $S_3$ , ya que presenta procesos que van ligados a la presencia de esta superficie de erosión como son el desarrollo de las costras y la karstificación, que está representada por dolinas, algunas de ellas de gran tamaño.

El clima del área es semiárido mesotérmico (Liso y Ascaso, 1969). La vegetación está representada por la garriga del coscojar, formación que pertenece al piso "infrailecino" y que se caracteriza por la presencia de coscoja (*Quercus coccifera*). La cubierta vegetal de pino carrasco está muy degradada por la acción antrópica causante de la deforestación del área para fines agrícolas. En los campos de cultivo son típicas las comunidades de malas hierbas, caracterizadas por especies cosmopolitas como *Roemeria hybrida*, *Papaver rhoease*, *Hypocoum pendulum*. Los cultivos son los tradicionales de cereal de secano (trigo y cebada).

## METODOLOGIA

La evaluación del potencial de los suelos de la Plana ha partido de la identificación y caracterización de los suelos y del análisis de sus propiedades. Para ello además de la revisión de la bibliografía existente, tanto geológica como geomorfológica y de suelos, se procedió al reconocimiento y muestreo de los suelos. En total se tomaron 21 muestras, lo que supone aproximadamente una cada 20 ha. Complementariamente se han examinado cortes del terreno para la descripción de perfiles.

Las descripciones de suelos han considerado las siguientes propiedades fundamentales del perfil: textura, retención de humedad, profundidad efectiva, condicionante de profundidad, pedregosidad, salinidad, sodicidad, topografía, erosión, drenaje (superficial e interno), profundidad de la capa impermeable y pendiente.

Se han realizado las determinaciones analíticas siguientes: a) **químicas:** pH en  $H_2O$  (1:2,5) y en KCl, conductividad eléctrica (1:5), materia orgánica, carbonatos, yesos, y en una muestra de alta salinidad en extracto saturado, aniones ( $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ) y cationes ( $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Na^+$ ,  $Li^+$ ,  $K^+$ ). b) **físicas:** pedregosidad, textura y color.

## SUELOS

Los suelos de la Plana se han clasificado como Leptosoles réndzicos (FAO-UNESCO, 1989), en las dolinas se desarrollan Cambisoles calcáricos. Conforme a Arrúe et al. (1984) estos suelos presentan un régimen de tempe-

ratura térmico y quedan incluidos dentro del régimen de humedad ústico.

Son suelos franco-arenosos, con pH alcalino y sin problemas de salinidad. Sólo una muestra presentó alta conductividad en el extracto saturado. El contenido medio en materia orgánica es del 3.5%. El porcentaje medio de yesos (5.4%) es bajo, siendo su rasgo más característico la abundancia de carbonatos, con valores medios del 48%. La distribución porcentual de parámetros químicos se presenta en la Figura 1.

### Leptosoles

Se desarrollan sobre el sustrato rocoso competente de calizas. Son suelos superficiales en los que el espesor medio no supera los 40 cm, y en los que frecuentemente aflora el sustrato rocoso, por tanto son suelos muy pedregosos. Presentan un perfil de tipo AC, cuyo horizonte A es de poco espesor. Debido a las bajas pendientes no presentan riesgo de erosión y el drenaje es favorable. Su superficie es de 9,4 ha.

### Cambisoles

Estos suelos se desarrollan sobre materiales detríticos, de granulometría media a fina, que rellenan las dolinas. Presentan perfiles bien desarrollados de tipo ABC.

El contenido de piedras es bajo. La topografía de estos suelos es llana y de suaves pendientes en los bordes, por lo que el riesgo de erosión es bajo. Tanto el drenaje externo como interno son adecuados y los contenidos en materia orgánica son altos. La profundidad efectiva supera los 80 cm. La superficie total es de 443,4 ha.

## PROPIEDADES TECNOLOGICAS DE LOS SUELOS

La representación espacial de los parámetros de suelos más característicos se ha realizado tras la interpolación de los valores puntuales mediante el programa Surfer. Los resultados se presentan en las Figuras 2 y 3.

### pH, carbonatos, yesos y conductividad eléctrica

Los pH en agua (1:2.5) son ligeramente alcalinos siendo el valor promedio de 7.8, oscilando de 7.3 a 8.1. El valor medio de pH en KCl es de 7.5, siendo el mínimo de 7.1 y el máximo de 7.8.

Como corresponde a los suelos de materiales parentales calcáreos, los contenidos de carbonatos son muy elevados, llegando a un máximo del 64%; mientras que los más altos porcentajes de yesos no llegan a alcanzar el 10 % (Fig. 2).

El valor medio de conductividad eléctrica es de 0.4 dSm<sup>-1</sup>. La única muestra de mayor salinidad presenta un valor en el extracto saturado de 7.5 dSm<sup>-1</sup>, debida fundamentalmente a nitratos procedentes del abonado.

## Pedregosidad

El término pedregosidad incluye la fracción granulométrica superior a 2 mm, y tiene una marcada influencia en las propiedades físicas de los suelos.

Su distribución espacial (Fig. 3) refleja unos contenidos muy variables. El 80% de la superficie de la Plana presenta contenidos de piedras superiores al 40%, mientras que las dolinas son las zonas menos pedregosas. El área de mayor pedregosidad se localiza en la parte oriental, donde se alcanzan valores del 80%, siendo en estos casos un factor limitante al dificultar la adecuación de cultivos y el laboreo.

## Materia orgánica

El valor medio es del 3.5%. El 50% de la superficie de la Plana tiene contenidos de materia orgánica superiores al 4% lo que representa un valor más que aceptable para las condiciones edáficas del centro del valle del Ebro (Fig. 3).

## Uso actual de la tierra

El mapa de uso actual de la tierra se ha realizado a partir de la cartografía digital a escala 1:5.000 del término municipal de Zaragoza, que identifica las áreas y la dedicación de la tierra. Se han diferenciado dos tipos de usos: monte bajo y cultivos. Comprobaciones de campo han permitido constatar que áreas sin descripción de uso se dedican a cultivos de cereales.

La superficie total de la Plana de Zaragoza es de 452.4 ha. Conforme al mapa de uso actual comprobado en el campo (Fig. 4), 393.4 ha corresponden a tierras de cultivos y tan sólo se conservan 59 ha de monte bajo.

## EVALUACION DE LA CAPACIDAD POTENCIAL DE LOS SUELOS

En las últimas décadas se han desarrollado diversas metodologías de evaluación de suelos para usos diversos: agrícola, forestal, de ingeniería, etc. (USDA, 1961, 1967, 1971; Storie, 1970; Asho, 1970; FAO, 1976).

Para determinar la capacidad de uso de los suelos de la Plana se ha utilizado un sistema microinformático de evaluación denominado MicroLEIS (De la Rosa et al., 1992). Este sistema computacional está basado en los trabajos más relevantes sobre reconocimiento y evaluación de tierras de los últimos 15 años. Fue desarrollado para

determinar el uso óptimo de la tierra, ya sea agrícola o forestal, en áreas mediterráneas.

El sistema utiliza un procedimiento interactivo para determinar diversas capacidades de uso de la tierra y adecuación de especies. Incorpora métodos biofísicos y de evaluación de la tierra utilizando modelos empíricos apropiados a diferentes escalas, desde la puramente cualitativa hasta la cuantitativa. Los módulos utilizados han sido el CERVATANA (de capacidad general de la tierra), el ALMAGRA (de evaluación de cultivos) y el SIERRA (de adecuación forestal) para lo que se introducen tanto datos de campo, como analíticos y bibliográficos.

## Capacidad general

Para determinarla se ha utilizado el módulo CERVATANA, que permite diferenciar las unidades de tierra según sean aptas o no para el uso agrícola. Los factores de calidad de la tierra que considera son: el lugar, la limitación de suelo, los riesgos de erosión y la deficiencia bioclimática. Estos factores son inferidos a partir de características de la tierra obtenidas en campo como son: pendiente, profundidad de suelo útil, textura, pedregosidad, drenaje, salinidad, erosionabilidad del suelo, erosividad de la lluvia, densidad de vegetación, pluviometría y riesgo de heladas. A partir de esta base de datos se definen cuatro clases de capacidad: excelente, buena, moderada, marginal y no apropiada. Conforme a los resultados obtenidos los suelos de la Plana se encuadran dentro de la clase moderada, siendo factores limitantes las características intrínsecas del suelo, la erosión y el bioclima.

## Evaluación agrícola

El modelo ALMAGRA selecciona para cada suelo los cultivos agrícolas de acuerdo con sus potencialidades y limitaciones biofísicas. Las características de suelo consideradas son: profundidad útil, textura, drenaje, contenido en carbonatos, contenido en yesos, salinidad, saturación en sodio y desarrollo del perfil. En función de ellas, el programa establece cinco clases de aptitud: óptima, elevada, moderada, marginal y nula.

Evalúa doce cultivos que incluyen los más representativos de las regiones mediterráneas. Para la Plana, y en función de sus condiciones climáticas y edáficas, únicamente se han considerado ocho de los doce posibles: trigo, maíz, patata, soja, girasol, alfalfa, frutales y olivo. Obviamente todos menos el trigo, el olivo y algunos frutales como el almendro, requieren regadío.

Para cada uno de los cultivos, los resultados de esta evaluación se presentan en la Figura 5. El trigo, maíz, girasol, soja y alfalfa son los más adecuados puesto que en ninguno de los parámetros de suelo evaluados la aptitud es marginal o nula, de aptitud moderada son los parámetros de textura y carbonatos, mientras que para los restantes parámetros edáficos la aptitud es de elevada a óptima. La patata y los frutales serían adecuados para el

conjunto de parámetros, si bien en cuanto a textura y carbonatos la aptitud es marginal en la mayoría de los casos.

Por tanto, el elevado contenido de carbonatos y condiciones texturales son los mayores limitantes de estos suelos.

## Evaluación forestal

El uso forestal de la tierra se ha evaluado mediante el módulo SIERRA, que selecciona hasta 22 especies forestales adaptadas a las condiciones mediterráneas, en función de las clases de tierra.

Para cada una de las especies y considerando las condiciones mínimas necesarias para su crecimiento y desarrollo, se estiman los factores edáficos, climáticos y de posición requeridos.

Las características de la tierra seleccionadas son latitud, altitud, posición fisiográfica, profundidad útil de suelo, textura, drenaje, pH, temperaturas máximas y mínimas de los meses más cálidos y fríos y la precipitación anual. Estos requerimientos se estructuran en unidades de tierra apropiadas o no para cada especie forestal.

En la Figura 6 se presentan la situación de las muestras y los factores limitantes para cada punto conforme a la evaluación con el programa CERVATANA.

En general, las características climáticas y edafológicas de la Plana son favorables para la restauración forestal, siendo las especies más adecuadas el pino carrasco y el olivo, ambas han sido seleccionadas en todos los puntos de muestreo. Las encinas presentan más limitaciones, pero también estarían bien adaptadas. La Figura 6 indica mediante un símbolo arbóreo los puntos aptos.

## CONCLUSIONES

Los programas de evaluación de la capacidad de la tierra utilizados son de gran apoyo para la planificación racional del uso del suelo.

Los suelos de la Plana, de una capacidad general moderada, son aptos tanto para el uso agrícola como forestal. No obstante y dentro de la homogeneidad que presentan los Leptosoles réndzicos, la distribución espacial de uso más adecuada debería tomar en consideración como factores discriminantes la pedregosidad y el contenido en materia orgánica.

Los suelos más adecuados para el uso forestal se sitúan en la parte oriental de la Plana, área bien definida por los elevados contenidos de piedras y los más altos valores de materia orgánica.

Por sus favorables condiciones topográficas y climáticas, así como por la adecuada naturaleza de sus suelos,

La Plana constituye un emplazamiento ideal para llevar a cabo una restauración de la cubierta vegetal dentro del programa de retirada de tierras de la Unión Europea.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro del marco del convenio entre Ayuntamiento de Zaragoza y el CSIC. Los autores agradecen la colaboración del personal técnico del Departamento de Edafología en las determinaciones analíticas, tratamiento de datos y graficación.

## REFERENCIAS

- Arrúe JL, Alberto F, Machín J** (1984) El clima de los suelos de la cuenca del Ebro. II. Regímenes de temperatura. **Anales de la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza)** 17 (1/2): 21-31.
- Asho** (1970) Standard specifications for highway materials and methods of sampling and testing. In: ASTM standard Philadelphia.
- De la Rosa D, Moreno JA, García LV, Almorza J** (1992) MicroLEIS: A microcomputer-based Mediterranean land evaluation information system. *Soil Use and Management*. 8 (2): 89-96.
- FAO** (1976) A framework for land evaluation. *FAO Soils Bulletin*, n. 32, 72 pp.
- FAO-UNESCO** (1989) Mapa mundial de suelos. Leyenda revisada. Roma.
- Liso J, Ascaso A** (1969) Introducción al estudio de la evapotranspiración y clasificación climática de la Cuenca del Ebro. **Anales de la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza)** 10 (1/2).
- Soriano MA** (1986) Geomorfología del Piedemonte Ibérico en el Sector Central de la Depresión del Ebro. Tesis Doctoral. Facultad de Geología. 359 pp. Zaragoza. (Inédita).
- Storie RE** (1970) Manual de evaluación de suelos. Ed. UTEHA.
- USDA** (1961) Land capability classification. **Soil Cons. Serv. Washington. Agr. Handbook** 210.
- USDA** (1967) Developing soil-woodland interpretations. Memorandum 26 Rev. 2. Soil Cons. Serv. Washington.
- USDA** (1971) Guide for interpreting engineering uses of soils. Soil Cons. Serv. Washington.