

PARÁMETROS EDÁFICOS DE POSIBLE INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES HIDRODINÁMICAS DE LOS SUELOS DE LA CUENCA DEL RÍO SEGURA

Roque Ortiz Silla^{1*}, Antonio Sánchez Navarro¹ y María García González¹

1: Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología
Universidad de Murcia
Facultad de CC. Químicas. Campus de Espinardo. 30100
e-mail: {rortiz,antsanav}@um.es, maria.g.g@alu.um.es

Palabras clave: propiedades hidrodinámicas, Cuenca del Segura, base de datos edáficos, proyecto LUCDEME.

RESUMEN. *Las propiedades físicas y químicas del suelo determinan su comportamiento hidrodinámico. Según esta hipótesis, el objetivo de este estudio fue establecer funciones de edafotransferencia que determinen las características hidrodinámicas a partir de los datos analíticos disponibles en los mapas de suelo existentes de la Cuenca del Segura. Se ha elaborado una base de datos a partir de los resultados del proyecto LUCDEME, incluyendo información de materia orgánica, carbonatos, textura, conductividad eléctrica, usos del suelo, pendiente, profundidad útil y pedregosidad. Todos los datos fueron separados en dos bases de datos georeferenciadas, una con 2515 muestras de los 30cm superficiales del suelo, y otra con 553 perfiles de suelo. Se estimaron los rangos de valores y las medias de todas los parámetros para cada tipo de suelo. El estudio está en progreso para determinar funciones de edafotransferencia capaces de predecir las características hidrodinámicas del suelo a partir de las bases de datos elaboradas.*

ABSTRACT. *Soil physical and chemical properties determine the hydrological behavior of the soil. From this hypothesis, the objective of this study was to establish the pedotransfer functions to determine soil hydrodynamic characteristics from the analytical data available in the current soil maps in watershed of Segura river. From the results of the LUCDEME project a data base has been elaborated including information of organic matter, carbonates, texture, soil use, stoniness, depth and slope. Total data was separated in two georeferenced data bases, one of them with 2515 samples of the 0-30 cm topsoil, and the other with 553 soil profiles. The range of values and the average of every soil parameters were estimated for every soil type. The study is in progress to determine the pedotransfer functions able to predict the soil hydrodynamic characteristics from the elaborated data bases.*

1. INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural y dinámico que constituye la interfaz entre litosfera, atmósfera, hidrosfera y biosfera (Zona Crítica Terrestre), con las que mantiene un continuo flujo de materia y energía. El suelo es por tanto una pieza fundamental para el conocimiento de los ciclos hidrogéocímicos en la naturaleza y un componente fundamental del ciclo hidrológico.

La superficie del suelo condiciona el reparto del agua en el ciclo hidrológico. El suelo es el principal suministrador de agua para las plantas, por su capacidad para almacenarla e ir cediéndola a medida que se requiere, de manera que el agua en el suelo presenta un comportamiento dinámico que es necesario conocer para el correcto manejo del agua en agricultura y en la gestión del medio ambiente. También hay que considerar la importancia del suelo como regulador de caudales hídricos. La escorrentía superficial y el almacenamiento del agua subterránea dependen de las características del suelo. El estudio de la infiltración tiene gran interés en estudios agronómicos (diseño de sistemas de riego, manejo del agua de riego, etc.) y medioambientales (evaluación del ciclo hidrológico, degradación de suelos por erosión hídrica, mejora de suelos afectados por la salinidad, diseño de obras de conservación de los suelos, efecto de vertidos líquidos al suelo, recarga de

acuíferos, etc.). Además, el suelo a través de su poder de amortiguación o desactivación natural de la contaminación, filtra, degrada, neutraliza e inmoviliza sustancias potencialmente tóxicas, impidiendo que alcancen las aguas o entren en la cadena alimenticia.

Por consiguiente, el suelo determina la cantidad de agua que pasa a formar parte de las aguas superficiales, la cantidad que queda disponible para las plantas, la que es incorporada a la atmósfera mediante procesos de evapotranspiración y el agua que atraviesa el suelo y se infiltra para formar parte de las aguas subterráneas. Esto hace que el estudio del comportamiento del agua en el suelo cobre gran importancia, sobre todo en regiones donde este recurso es escaso, como es el caso de la Cuenca del Río Segura.

Las propiedades hídricas e hidrodinámicas de los suelos controlan el flujo y las reservas de agua en el sistema suelo-planta-atmósfera. El comportamiento hídrico del suelo viene determinado por sus propiedades físicas y por propiedades químicas, que influyen a su vez en las primeras. Por tanto es posible establecer relaciones entre estas propiedades del suelo estudiándolas en el campo y evaluando los resultados mediante pruebas estadísticas.

El presente trabajo pretende obtener bases de datos con información de los suelos de la Cuenca del Río Segura, en las que se incluyan parámetros que influirán en sus propiedades hídricas, y, posteriormente, elaborar un modelo teórico que relacione cada tipo de suelo con unas propiedades concretas. La utilidad de esta fuente de información en futuros estudios será la obtención de funciones de edafotransferencia (Bouma y Van Lanen, 1987) mediante regresiones estadísticas entre las propiedades físico-químicas y las propiedades hídricas de los suelos que se estudiarán en el campo, posteriormente, en parcelas seleccionadas para la realización de dichos estudios.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Elaboración y análisis de una base de datos de muestras de capa arable de suelos

Los suelos son compartimentos de gran heterogeneidad por lo que debe considerarse la variabilidad espacial y temporal de sus propiedades, que puede estar vinculada a características intrínsecas del propio suelo o bien a factores externos que inciden directa o indirectamente en el medio edáfico como el clima, la litología, la topografía, la actividad biológica o la actividad humana (Beckett y Webster, 1971). Tras una detallada revisión bibliográfica, se ha decidido la incorporación de las siguientes propiedades edáficas en la base de datos:

- Materia orgánica. Favorece la formación de agregados (Porta, 1986) aumentando la porosidad e incrementando la capacidad de retención de agua. Además, posee una densidad aparente baja por lo que favorece la conductividad hidráulica de los suelos (Rubio, 2005).

- Carbonato cálcico. Se considera debido a los altos contenidos de éste en el área de estudio que influye en propiedades como la estructura del suelo (puede precipitar obturando poros), la actividad biológica, la fijación de nutrientes (Porta, 1986), y participa en la capacidad de retención de agua (Rubio, 2005).

- Textura. Influye en propiedades del suelo como la capacidad de retención de agua, formación de grietas, porosidad, permeabilidad y erosionabilidad (Martínez-Mena, 1995).

- Uso del suelo. Es uno de los factores externos que más condiciona la variación de las propiedades del suelo. Determinadas prácticas agrícolas pueden disminuir la permeabilidad y las tasas de infiltración y aireación (Ball et al., 1997).

Finalmente, se han incorporado las siguientes variables edáficas en la base de datos de muestras de capa arable: carbono orgánico (y materia orgánica estimada según Walkley y Black (1934), carbono cálcico (en tanto por ciento), conductividad eléctrica [dS.m⁻¹], análisis granulométrico (cinco fracciones de arena, limo grueso, limo fino y arcillas, todo en tanto por ciento). Además tres columnas con las fracciones principales), tipo de suelo y grupo principal de suelo (según la clasificación FAO-ISRIC-UISS, 2006), código de uso de suelo (tabla 1), pendiente (cinco clases, de 1 a 5 según el método desarrollado por Aguilar y Ortiz, 1992), profundidad útil (código de 1 a 6 propuesto por FAO, 1997, pedregosidad en superficie (código de 0 a 5 propuesto por FAO, 1977), drenaje (código de 0 a 6 propuesto por FAO, 1977), tipos texturales (tabla2), material original (tabla 3).

Tabla 1. Código de uso del suelo.

CÓDIGO	USO
1	Cultivo leñosa secano (almendro, olivo y viñedo principalmente)
2	Regadío
3	Herbáceas de secano/pastizal-barbecho
4	Matorral bajo (tomillar)
5	Forestal arbóreo
6	Matorral alto (generalmente contiene los géneros <i>Quercus</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Rhamnus</i>)
7	Vegetación de saladar

Tabla 2. Tipos de texturas.

Tipo de textura
Arcillosa
Arcillo-limosa
Limosa
Franco arcillosa
Franco arcillo limosa
Franco arcillo arenosa
Franca
Franco-limosa
Franco-arenosa
Arenosa

Tabla 3. Material original.

Clase	Material original
1	Sedimentos cuaternarios
2	Calizas, dolomías y areniscas
3	Conglomerados
4	Depósitos aluviales
5	Margas y arcillas
6	Margas yesíferas
7	Rocas silicatadas metamórficas y/o volcánicas

Otros datos son coordenadas U.T.M., año en el que se tomaron las muestras, número de la hoja cartográfica 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional (M.T.N.) donde se sitúa la muestra.

Todos los parámetros se han tomado de los estudios desarrollados en el proyecto LUCDEME (1983-2006), en los que se analizaron los perfiles de los suelos mas representativos de cada hoja 1:50.000 del M.T.N. correspondientes a gran parte de la superficie de las provincias de Albacete, Alicante, Almería, Murcia y Granada, además de muestras de capa arable del suelo tomadas según una malla de 3x3 km.

Se han recopilado todas las memorias y mapas de suelos publicados que incluyen la mayor parte de la Cuenca del Segura, así como las hojas de campo de las muestras de capa arable correspondientes a los mapas de suelos cuyo estudio ha sido desarrollado por el grupo de investigación de Ciencia y Tecnología de Suelos del Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología, Área de Edafología, de la Universidad de Murcia. Las 40 hojas 1:50.000 incluidas en la base de datos se representan en la figura 1.

Para la elaboración de la tabla se ha utilizado una hoja de cálculo.

Una vez introducidos los datos disponibles en la hoja de cálculo se procede a un análisis de estadístico sencillo (rangos de datos, media y mediana, distribuciones, etc.) que contribuyen a depurar la información errónea y modificarla o bien eliminarla.

Tras analizar los datos contenidos en la tabla de las muestras de capa arable se observó la dificultad para relacionar las variables edáficas contenidas en la tabla con determinado tipo de suelo. Las claves para la clasificación de suelos de la FAO hacen referencia a perfiles completos utilizando para la clasificación los horizontes, características y materiales diagnóstico. Sin embargo, en este estudio se trabaja con muestras de capa arable que, en la mayoría de los suelos, sólo van a incluir el horizonte superior. Los datos de las

muestras de capa arable se mueven en rangos demasiado amplios para considerarlos característicos de determinado tipo de suelo.

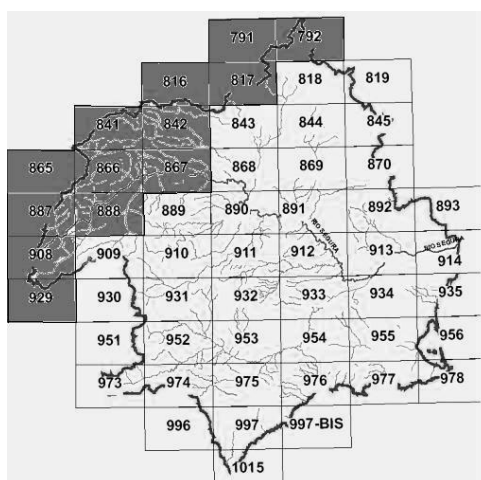


Figura 1. Hojas 1:50.000 del M.T.N. incluidas en la Cuenca del Río Segura. La zona sombreada indica las hojas no incluidas en la base de datos.

2.2. Elaboración de bases de datos de perfiles de suelos

Se ha introducido la información disponible de 316 perfiles completos de suelos estudiados en el proyecto LUCDEME en una hoja de cálculo de manera similar a la elaborada para muestras de capa arable. Además, se utiliza esta información para considerar nuevas muestras de capa arable del suelo que completen la primera tabla. Se han tomado los datos del horizonte superficial de cada perfil como parámetros de una muestra de capa arable (cuando el espesor de dicho horizonte es menor de 18cm se toma como valor de las variables la media aritmética de los datos de los 2 horizontes superficiales).

2.3. Tratamiento de las bases de datos

Tras completar las bases de datos se procede a un análisis de los estadísticos descriptivos de sus variables con el fin de encontrar relaciones entre las propiedades de los suelos y los tipos de suelo. Sin embargo, esta parte del trabajo se encamina finalmente a la corrección de numerosos errores en los datos.

3. RESULTADOS

Se han obtenido dos bases de datos de propiedades de los suelos de la Cuenca del Segura. Una primera tabla con información georreferenciada mediante coordenadas U.T.M. de la capa arable del suelo. Esta tabla está formada por un total de 2515 puntos situados en la Cuenca del Segura y de cada punto un total de 25 variables, tanto cuantitativas como cualitativas. En la figura 2 se pueden observar la distribución de los puntos de las muestras de capa arable en la superficie de estudio, a los que hay que añadir los puntos de la figura 3 correspondiente a los perfiles de suelos, a partir de los cuales se han estimado sus correspondientes datos de capa arable del suelo para completar esta primera base de datos.

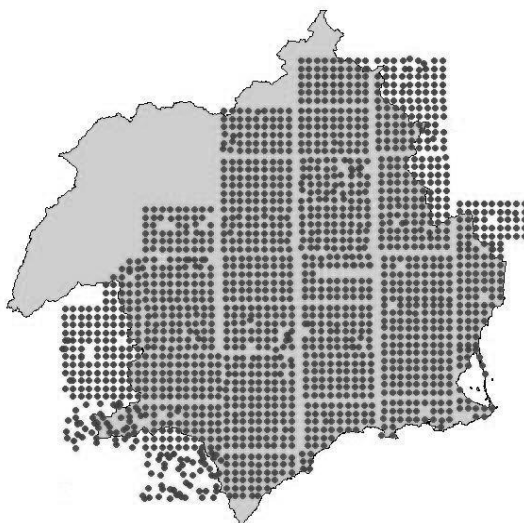


Figura 2. Situación de las muestras de capa arable.

La otra tabla corresponde a muestras también georreferenciadas de perfiles completos de suelos. Contiene 553 puntos y 38 variables (las mismas de la primera tabla y además se incluyen profundidad del horizonte, nitrógeno total, relación C/N, pH en agua y en cloruro potásico, capacidad de cambio catiónico y retención de agua a 1/3 y 15 atmósferas de presión). La localización de estos puntos en el área estudiada se presenta en la figura 3.



Figura 3. Situación de las muestras de perfiles.

El análisis estadístico de los datos muestra además la abundancia de los grupos principales de suelos en la Cuenca del río Segura. Como se observa en la tabla 4 aparecen trece grupos principales de la clasificación FAO-ISRIC-UISS (2006) de suelos, siendo los grupos más representativos Calcisoles,

Regosoles, Leptosoles y Fluvisoles, seguidos de Gipsisoles y Solonchacks.

Tabla 4. Grupos principales de suelos que aparecen en los datos y su abundancia en %.

Grupo principal	%
Arenosoles	0.24
Calcisoles	51.97
Cambisoles	0.24
Fluvisoles	10.93
Gipsisoles	3.26
Gleysoles	0.05
Kastanozems	0.72
Leptosoles	14.24
Luvisoles	0.38
Phaeozems	0.48
Regosoles	14.86
Solonchacks	2.59
Vertisoles	0.05

4. CONCLUSIONES

Durante varias décadas se han realizado numerosos estudios sobre los suelos de la Cuenca del Río Segura. La información disponible sobre dichos suelos es de gran importancia debido a su abundancia, precisión y densidad de muestras dentro del área de estudio.

Sin embargo, la Edafología es una ciencia en continuo cambio. Las numerosas modificaciones que han sufrido los sistemas de clasificación de suelos desde los años 80, en los que comienza el proyecto LUCDEME, hasta la actualidad, dificulta la tarea de equiparar a un mismo nivel toda esta información de manera que pueda considerarse comparable. Por este motivo la tarea principal del presente estudio ha llegado a ser muy laboriosa y ha conducido a la corrección de numerosos errores en la información.

La fuente de datos elaborada se considera de elevada confianza debido a la dedicación mediante continuas revisiones, tanto de las memorias de los mapas de suelos como de las hojas de campo de los muestreos e incluso el contraste de gran parte de la información dudosa con los investigadores que realizaron estos estudios en su día.

Los futuros estudios, para los cuales se ha elaborado esta base de datos, consistirán en caracterizar *in situ* las propiedades hídricas e hidrodinámicas de los suelos de la Cuenca del Segura. Así, mediante funciones de regresión estadísticas se intentará obtener funciones de transferencia para predecir estos parámetros edáficos, de difícil y laboriosa determinación, a partir de los datos ya disponibles de propiedades físicas y químicas de los suelos.

La metodología seguida en éste y futuros estudios complementarios podrá ser aplicada a suelos de otras cuencas aunque el problema principal será que no siempre se dispone de esta cantidad de información sobre parámetros edáficos dentro de un área concreta. Tras finalizar el proyecto completo será necesario contrastar los resultados con estudios similares de otras zonas. Se espera que las funciones de transferencia no sean extrapolables, al menos de forma directa, a suelos de otras cuencas, pero si poder establecer una metodología de trabajo para obtener funciones aplicables a cada área de trabajo.

Agradecimientos. A la Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua por hacer posible el desarrollo del proyecto de investigación "Caracterización de las propiedades físicas e hidrodinámicas de los suelos de la Cuenca del Segura" dentro del cual se engloban los estudios de este artículo.

REFERENCIAS

Aguilar, J. y Ortiz, R., 1992. Metodología de capacidad de uso agrícola de suelos. *III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Conferencias plenarias y comunicaciones*, 281-286. Eurograf, S.L. Pamplona.

- Ball, B.C., Campbell, D.J., Douglas J.T., Henshall, J.K. y O'Sullivan, M.F., 1997. Soil structural quality compaction and land management. *Eur. J. Soil Sci.*, 48, pp. 593-601.
- Beckett, P.H.T. y Webster, R., 1971. Soil variability: A review. *Soil and Fertilizers*, 34, pp. 1-15.
- Bouma, J. y Van Lanen A., 1987. Transfer functions and threshold values: from soil characteristics to land qualities. In: K.J. Ter Beek, P.A. Burrough and D.E. McCormack, Editors, *Proceedings of an International Workshop on Quantified Land Evaluation Studies*, ITC, Enschede, the Netherlands, pp. 106-110.
- FAO, 1977. Guía para la descripción de perfiles del suelo. Roma.
- FAO-ISRIC-IUSS, 2006. World reference base for soil resources 2006. *World Soil Resource Reports n° 103*. FAO. Roma. 145 pp.
- Martínez-Mena, M., 1995. Respuesta hidrológica en medios semiáridos: factores de control y modelización. Tesis doctoral. Universidad de Murcia. 203 p.
- Porta, J., 1986. Técnicas y experimentos en edafología. Col·legi Oficial D'Enginyers Agrònoms de Catalunya, 2ª de., Barcelona, 849 p.
- Rubio, C., 2005. Hidrodinámica de los suelos en un área de montaña media mediterránea sometida a cambios de uso y cubierta. Tesis doctoral. CSIC. Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera".
- Varios, 1986-2004. Memorias y mapas de suelos de las hojas del M.T.N. a escala 1:50.000 números: 818, 819, 843, 844, 845, 868, 869, 870, 889, 890, 891, 892, 893, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 996, 997, 1015-1032. *Proyecto LUCDEME. Ministerio de Medio Ambiente*.
- Walkley, A. y Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *J. Soil Sci.*, 37, pp. 29-38.