

## CAPACIDAD PRODUCTIVA DE ALGUNAS UNIDADES-SUELOS DEL SISTEMA "SOIL TAXONOMY" EN LA PROVINCIA DE SEVILLA, ESPAÑA\*

D. de la Rosa, R. A. Mizuno, C. A. Rojas, L. A. Gout, J. A. Santamaría, J. Huerta y J. L. Mudarra (1)

### RESUMEN

Se utiliza el sistema de clasificación Soil Taxonomy como medio para transferir información agronómica entre suelos. Se comentan las características definitorias de cinco unidades-suelos (Subgrupos del sistema Soil Taxonomy) localizadas en una zona representativa de referencia en la provincia de Sevilla, y los rendimientos estimados en estos Subgrupos para los cultivos de trigo, maíz y algodón. En términos de productividad general, se establece la siguiente secuencia: Typic Xerofluvents > Calcixerollic Xerochrepts > Typic Chromoxererts = Calcic Rhodoxeralfs > Aquic Haploxeralfs. Distribución textural del suelo a lo largo del perfil, pH, contenido en materia orgánica y lavado de carbonatos parecen ser los principales factores edáficos que determinan la variabilidad de rendimientos.

### SUMMARY

Soil Taxonomy system was used to transfer agronomic information among soils. Characterization data of five soil Subgroups located in a benchmark area within the Sevilla province and their estimated yields for wheat, corn and cotton crops were discussed. In terms of general production, the sequence: Typic Xerofluvents > Calcixerollic Xerochrepts > Typic Chromoxererts = Calcic Rhodoxeralfs > Aquic Haploxeralfs was established. Distribution of texture in the soil profile, pH, organic matter and carbonate contents appear to be the main factors which determine the yield variability.

\* Este trabajo se llevó a cabo como parte del programa de iniciación a la investigación del XVII Curso Internacional de Edafología y Biología Vegetal, desarrollado en el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Apartado 1052, Sevilla, España, 1980.

(1) Profesor, alumnos de Argentina, Venezuela, El Salvador y México, y profesor del citado Curso, respectivamente.

## INTRODUCCION

Tras analizar la variabilidad geográfica de rendimiento de diversos cultivos, Cooke (1979) llegó a la conclusión de que no se conocen aún todos los factores edáficos que condicionan la producción de cosechas. Ello explica en parte el que pronosticar la capacidad productiva de un suelo, en determinadas condiciones ambientales y de manejo, haya sido tratado científicamente en muchas ocasiones y que, sin lugar a dudas, lo seguirá siendo en el futuro. En términos generales, se pueden distinguir dos clases de procedimientos en este proceso de evaluación o pronóstico. Los métodos inductivos estiman la capacidad productiva de los suelos sobre la base de características edáficas seleccionadas (Storie, 1950; Carstea, 1964; Sys, 1964; de la Rosa *et al.*, 1977). Los métodos deductivos presentan una serie de suelos adecuadamente caracterizados y con sus respectivas estimaciones de rendimientos agrícolas (Simonson, 1938; Odell, 1958). Ambos procedimientos persiguen el mismo fin, transferir los resultados de investigaciones detalladas, que se realizan en zonas representativas de referencia, a otras zonas más amplias de características similares (Beek, 1978).

En los últimos años, los métodos inductivos de evaluación agrícola de suelos están alcanzando un gran desarrollo, debido a las numerosas posibilidades de aplicación de los conocimientos matemáticos e informáticos (Riquier, 1972; de la Rosa *et al.*, 1979). A su vez, la mayor precisión de los métodos de caracterización y clasificación natural de suelos, siguiendo la tendencia creciente de cuantificar las propiedades edáficas, ofrece gran-

des oportunidades de desarrollo de los sistemas deductivos.

El sistema de clasificación de suelos Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975), como indica su propio subtítulo, tiene como principal objetivo agrupar los suelos con objeto de realizar interpretaciones precisas sobre su uso y manejo. El "International Soil Program" (Camargo y Beinroth, 1978) muestra especial interés en investigar la influencia de los criterios de diagnóstico de dicho sistema en el desarrollo de los cultivos más frecuentes. Algunos autores, tales como Cline (1977), Beinroth (1978) y Dudal (1978), resaltan la utilidad del sistema "Soil Taxonomy" como medio para extrapolar y divulgar los conocimientos agronómicos y tecnológicos de los suelos.

En el presente trabajo se hace uso del sistema "Soil Taxonomy" para transferir información agronómica de ciertos suelos localizados en una zona representativa de referencia en la provincia de Sevilla. Se comentan las características definitorias de cinco unidades-suelos, y discuten los posibles factores edáficos que determinan los rendimientos estimados para tres cultivos.

## MATERIALES Y METODOS

La zona representativa de referencia considerada en el estudio presenta las siguientes características generales. Su localización se muestra en la Fig. 1. Durante el período 1968-74, los valores medios de las variables climatológicas, temperatura y precipitación, correspondientes a la estación meteorológica de Alcalá del Río Torrevega se indican en el Cuadro 1. Estas características corresponden

CUADRO 1: Temperaturas y precipitaciones medias mensuales de Alcalá del Río-Torrevega (Período 1968-1974).

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
To C	9,8	10,6	12,3	15,4	18,6	22,3	26,3	25,6	22,5	18,6	13,8	9,4
P mm	122	59	68	66	38	43	1	8	20	45	65	60

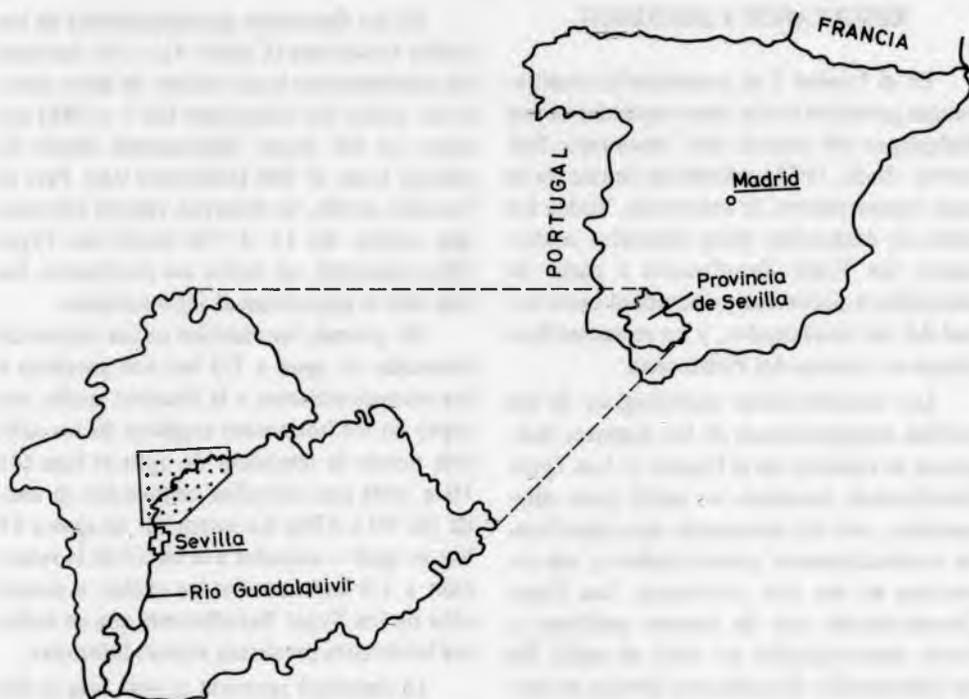


Figura 1: Localización de la zona de estudio en España.

a un clima de tipo Mediterráneo, con veranos cálidos y secos e inviernos fríos y húmedos.

La información agronómica se refiere al cultivo del trigo (*Triticum aestivum* L., cv. Mexipal), maíz (*Zeamays* L., cv. Pioneer 309) y algodón (*Gossypium hirsutum* L., cv. Coker Carolina Queen). Dicha información se obtuvo por medio de encuestas realizadas a agricultores y técnicos, durante el reconocimiento de suelos (Centro de Edafología y Biología aplicada del Cuarto, 1976). Los rendimientos de los cultivos, expresados en toneladas métricas por hectárea, fueron estimaciones medias que corresponden a producciones obtenidas en los últimos años para un nivel elevado de manejo (Soil Survey Staff, 1962). Este nivel de manejo comprende las siguientes prácticas: control de humedad en el suelo, incluyendo sistemas de riego y drenaje; buen sistema de labores; control de plagas, enfermedades y malezas; adecuado uso de fertilizantes (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O); y siendo los cultivos de trigo, maíz, algodón, re-

molacha azucarera y papas los que con mayor frecuencia entran en rotación.

Las descripciones de los perfiles de suelos se realizaron de acuerdo con los criterios recogidos en el "Soil Survey Manual" (Soil Survey Staff, 1962) y en la Guía para la Descripción de Perfiles de Suelos (FAO, 1966). Para las determinaciones granulométricas, retención de agua, densidad aparente, conductividad hidráulica de muestra saturada, pH en agua mediante electrodo de vidrio, materia orgánica por el método de Walkley-Black, nitrógeno por el método de Kjeldahl, carbonatos mediante volumetría de gas, y cambio catiónico por medio de acetato amónico a través de columnas de percolación, se siguieron procedimientos similares a los descritos por el Soil Survey Staff (1972).

A partir de los datos sobre rendimientos estimados de los cultivos se calcularon los valores medios ( $\bar{M}$ ), máximos ( $M$ ) y mínimos ( $m$ ), así como el número de observaciones para cada suelo ( $n$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se presentan las características generales de las cinco unidades-suelos (Subgrupos del sistema Soil Taxonomy; Soil Survey Staff, 1975) estudiadas dentro de la zona representativa de referencia. Todos los suelos se desarrollan sobre depósitos cuaternarios; los Typic Xerofluents a partir de materiales holocénicos próximos al cauce actual del río Guadalquivir, y los restantes Subgrupos en terrazas del Pleistoceno.

Las características morfológicas de los perfiles representativos de los distintos Subgrupos se resumen en el Cuadro 3. Los Typic Xerofluents muestran un perfil poco diferenciado, con los horizontes más superficiales moderadamente estructurados y sin estructura en los más profundos. Los Typic Chromoxererts son de textura arcillosas y fuerte estructuración en todo el perfil. En los Calcixerollic Xerochrepts destaca el contenido creciente de concreciones calizas conforme se profundiza. En los dos Subgrupos de Alfisols sobresalen los cambios texturales y estructurales a lo largo del perfil, así como, la distribución de concreciones ya sean calizas o ferruginosas.

En las fracciones granulométricas de los suelos estudiados (Cuadro 4), es de destacar los relativamente bajos valores de arena gruesa en todos los Subgrupos (de 1 a 24%) excepto en los Aquic Haploxeralfs donde alcanzan hasta el 34% (horizonte Ap). Para la fracción arcilla, se observan valores elevados que oscilan del 15 al 51%; siendo los Typic Chromoxererts, en todos sus horizontes, los que más se aproximan al valor máximo.

En general, los cambios en los valores de retención de agua a 1/3 bar son paralelos a los correspondientes a la fracción arcilla, excepto en los horizontes argílicos de los Alfisols donde la retención de agua es baja (de 10 a 23%) para elevados contenidos en arcilla (de 40 a 47%). La retención de agua a 15 bar es igual o superior a la mitad de la retención a 1/3 bar en todos los suelos, a excepción de los Typic Xerofluents que en todos sus horizontes presentan valores inferiores.

La densidad aparente es más baja en los horizontes superficiales que en los subsuperficiales. Los valores más elevados corresponden a los Aquic Haploxeralfs.

La conductividad hidráulica en muestra saturada de agua presenta oscilaciones desde 1 a 28 mm/h. Los valores más elevados co-

CUADRO 2: Descripción general de las unidades-suelos estudiadas.

Unidad-suelo	Posición fisiográfica	Pendiente %	Material original	Drenaje	Pedregosidad
Typic Xerofluents	Terraza reciente	1 - 3	Depósito holocénico	Bueno	Nula
Calcixerollic Xerochrepts	Terraza media	1 - 3	Depósito pleistocénico	Bueno	Nula
Typic Chromoxererts	Terraza antigua	1 - 3	Depósito pleistocénico	Moderado - bueno	Nula
Calcic Rhodoxeralfs	Terraza antigua	1 - 3	Depósito pleistocénico	Moderado - bueno	Nula
Aquic Haploxeralfs	Terraza antigua	1 - 3	Depósito pleistocénico	Deficiente	Ligera

CUADRO 3: Descripción morfológica de los horizontes de los perfiles representativos.

Horiz.	Prof. (cm)	Color (seco)	Textura*	Estructura*	Concrec.*	Límite*
<b>Typic Xerofluvents</b>						
Ap	0 - 25	10 YR 6/3	ml	psm 2	0	np
C1	25 - 55	10 YR 6/3	ml	psm 2	0	np
C2	55 - 80	10 YR 4/4	ml	s	0	gp
C3	80		ml	s	0	
<b>Typic Chromoxererts</b>						
Ap	0 - 25	10 YR 4/2	p	psf 3	1 ca	np
B	25 - 60	10 YR 4/2	p	pm 3	2 ca	d
BC	60 - 90	10 YR 4/2	p	pg 3	2 ca	d
C	90	10 YR 4/2	p	pg 3	2 ca	-
<b>Calcixerollic Xerochrepts</b>						
Ap	0 - 20	5 YR 3/4	mp	psf 2	0	d
B1	20 - 30	5 YR 4/4	mp	gm 2	0	gp
B2	30 - 45	5 YR 4/8	mp	psf 2	1 ca	gp
B3	45 - 90	5 YR 4/8	mp	psf 2	2 ca	d
C	90	5 YR 5/8	mp	s	2 ca	
<b>Calcic Rhodoxeralfs</b>						
Ap	0 - 15	5 YR 5/4	p	gf 3	0	np
B2	15 - 40	2,5 YR 3/6	p	pg 3	1 fe	np
B3	40 - 70	2,5 YR 3/6	p	pg 3	2 ca	d
C	70	5 YR 5/6	ml	s	2 ca	
<b>Aquic Haploxeralfs</b>						
Ap	0 - 25	10 YR 5/4	l	gf 1	0	np
B1	25 - 40	10 YR 7/6	mp	psg 3	1 fe	go
B21	40 - 70	10 YR 5/6	p	pg 3	2 fe	d
B22	70 - 110	10 YR 5/6	p	pg 3	2 fe	d
B3	110	10 YR 5/6	p	pg 2	1 fe	

## \* Abreviaturas:

Textura: l = ligera, ml = media-ligera, mp = media-pesada, p = pesada; estructura: g = grumosa, ps = poliédrica subangular, p = poliédrica, s = sin estructura, f = fina, m = media, g = gruesa, l = débil, 2 = moderada, 3 = fuerte; concreciones: o = ninguna, 1 = algunas, 2 = abundantes, fe = ferruginosas, ca = calizas; límite: n = neto, g = gradual, d = difuso, p = plano, o = ondulado.

responden a los Calcixerollic Xerochrepts, mientras que los más bajos pertenecen a los Typic Chromoxererts ya los horizontes arcillosos de los Aquic Haploxeralfs.

El Cuadro 5 muestra las propiedades químicas de los horizontes de los perfiles representativos de los cinco Subgrupos. El pH varía desde 6,5 en el horizonte Ap de los

Calcic Rhodoxeralfs a 8,1 en los horizontes más profundos de los Typic Xerofluents, Calcic Rhodoxeralfs y Aquic Haploxeralfs. En todos los casos la reacción del suelo aumenta con la profundidad.

En general, tanto los valores de materia orgánica como los de nitrógeno disminuyen

progresivamente con la profundidad. Sin embargo, en los Aquic Haploxeralfs se producen oscilaciones de ambos valores. Las relaciones C/N se mantienen en valores próximos a 10, descendiendo a 7 en el horizonte Ap de los Calcixerollic Xerochrepts.

Los valores de contenido en carbonatos

CUADRO 4: Propiedades físicas de los horizontes de los perfiles representativos.

Horiz.	Granulometría				Ret. de agua		d. a.	Cond. hidr.
	2000 - 200 $\mu$	200 - 20 $\mu$	20 - 2 $\mu$	2 $\mu$	1/3 bar	15 bar		
							g/cc	mm/h
%								
<b>Typic Xerofluents</b>								
Ap	1	47	21	28	22	9	1,41	10
C1	1	46	26	24	23	9	1,49	7
C2	1	58	18	21	20	8	1,38	12
C3	1	76	3	17	13	5	1,36	12
<b>Typic Chromoxererts</b>								
Ap	10	23	14	51	36	24	1,43	<1
B	12	23	17	48	34	20	1,53	4
BC	12	20	17	50	34	21	1,53	<1
C	21	18	15	47	30	18		
<b>Calcixerollic Xerochrepts</b>								
Ap	24	35	17	21	21	14	1,22	26
B1	22	29	21	25	25	17	1,30	28
B2	15	29	26	26	30	23	1,36	16
B3	6	23	45	22	34	22	1,40	18
C	8	42	26	21	34	22	1,42	17
<b>Calcic Rhodoxeralfs</b>								
Ap	7	39	13	39	21	15	1,31	17
B2	6	31	13	47	21	18	1,50	9
B3	6	15	36	40	23	18	1,68	9
C	2	9	60	26	22	17	1,60	15
<b>Aquic Haploxeralfs</b>								
Ap	34	44	6	15	13	7	1,61	21
B1	33	30	9	26	17	9	1,70	3
B21	20	25	9	43	10	5	1,79	<1
B22	17	24	11	45	12	7	1,68	<1
B3	20	20	12	45	13	7	1,75	<1

CUADRO 5: Propiedades químicas de los horizontes de los perfiles representativos.

Horiz.	pH	M. O.	N	C/N	CO <sub>3</sub>	Cambio catiónico	
						C.C.C.	Suma de bases
			%			meq/ 100 g	
<b>Typic Xerofluvents</b>							
Ap	7,7	1,64	0,09	11	24	10,8	8,7
C1	7,8	1,31	0,07	11	25	10,8	9,5
C2	8,0	1,21	0,07	10	27	9,8	7,9
C3	8,1	0,81	0,05	9	29	6,9	5,0
<b>Typic Chromoxererts</b>							
Ap	7,3	2,29	0,12	11	0	45,3	43,3
B	7,5	1,24	0,07	10	0	41,3	39,1
BC	7,6	1,03	0,06	10	0	41,3	40,5
C	7,7	0,98	0,06	10	12	27,5	26,5
<b>Calcixerollic Xerochrepts</b>							
Ap	6,9	1,10	0,09	7	4	11,2	10,1
B1	7,1	0,83	0,06	8	5	13,9	12,9
B2	7,5	0,47			11	11,8	10,8
B3	7,6	0,26			14	8,2	7,8
C	7,8	0,10			15	10,5	10,0
<b>Calcic Rhodoxeralfs</b>							
Ap	6,5	1,09	0,06	11	1	25,8	
B2	7,2	0,47	0,03	9	1	32,6	
B3	8,0	0,34	0,02	10	29	26,0	
C	8,1	0,31	0,02	9	41	18,2	
<b>Aquic Haploxeralfs</b>							
Ap	6,7	0,24	0,02	8	0	5,5	5,4
B1	6,9	0,19	0,01	11	0	10,1	8,4
B21	7,8	0,40	0,02	11	0	22,7	16,4
B22	7,8	0,24	0,02	8	0	25,7	24,7
B3	8,1	0,19	0,01	11	8	24,5	24,5

ofrecen una elevada variabilidad, tanto espacial como vertical, oscilando desde 0 a 41%. El perfil de los Typic Xerofluvents es el más homogéneo (de 24 a 29%), con un ligero aumento del contenido en profundidad. En los restantes Subgrupos, el lavado de carbonatos es bastante acusado. Los Typic Chromoxe-

rerets y Aquic Haploxeralfs son los suelos más descarbonatados (de 0 a 12%), y los Calcic Rhodoxeralfs los de perfil más contrastado (de 1 a 41%).

La capacidad de cambio catiónico presenta valores en estrecha relación con los contenidos en arcilla y materia orgánica. En

conjunto varían desde 5,5 meq/100 g en el horizonte Ap de los Aquic Haploxeralfs a 45,3 meq/100 g en el horizonte Ap de los Typic Chromoxererts. Los constituyentes de la arcilla, de tipo esmectítico en los Typic Chromoxererts y caolínítico en los Aquic Haploxeralfs (Soil Survey Staff, 1975), también se ponen de manifiesto por los valores de capacidad de cambio. La suma de bases determina una saturación siempre superior al 75%, excepto en el horizonte C<sub>3</sub> de los Typic Xerofluents y en el B<sub>21</sub> de los Aquic Haploxeralfs que alcanzan el 72%.

En las Figuras 2, 3 y 4 se representan los rendimientos estimados de los tres cultivos considerados en las cinco unidades-suelos seleccionadas. Se puede considerar que estos valores de rendimiento cubren espectros bastante amplios de las producciones obtenidas para los tres cultivos en zonas de riego de la provincia de Sevilla, oscilando desde valores relativamente elevados a bajos.

Para el cultivo de trigo (Fig. 2), los suelos Typic Xerofluents proporcionan los más altos rendimientos ( $\bar{M} = 5,1$  tn/ha). Los Calcixerollic Xerochrepts, Typic Chromoxererts y Calcic Rhodoxeralfs ofrecen respuestas similares ( $3,5 \leq \bar{M} \leq 3,8$  tn/ha); mientras que los Aquic Haploxeralfs son los menos productivos, con valor medio (2,1 tn/ha) inferior a la mitad del correspondiente a los Typic Xerofluents.

Para el cultivo de maíz (Fig. 3), los suelos Calcixerollic Xerochrepts presentan los rendimientos medios más elevados ( $\bar{M} = 7,5$  tn/ha), aunque el valor máximo (8,0 tn/ha) es igual al de los Typic Xerofluents. Estos últimos junto con los Typic Chromoxererts y Calcic Rhodoxeralfs ofrecen producciones medias progresivamente decrecientes que oscilan desde 7,1 a 5,3 tn/ha. Los Aquic Haploxeralfs muestran una respuesta bastante inferior ( $\bar{M} = 2,6$  tn/ha), casi tres veces menor que la de los suelos más productivos.

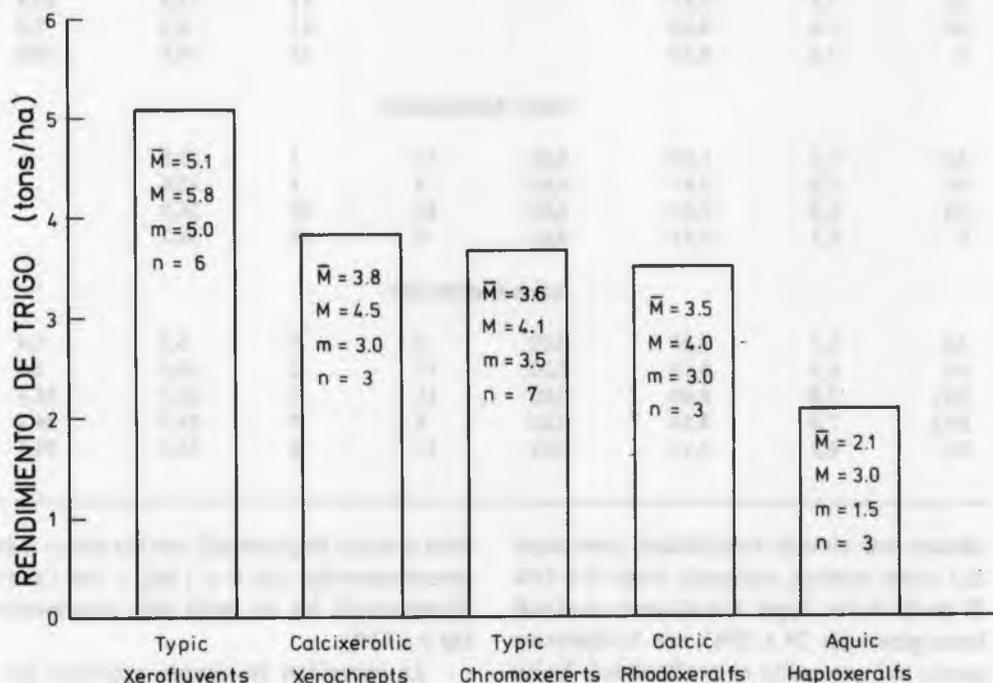


Figura 2: Rendimientos estimados para el cultivo del trigo.

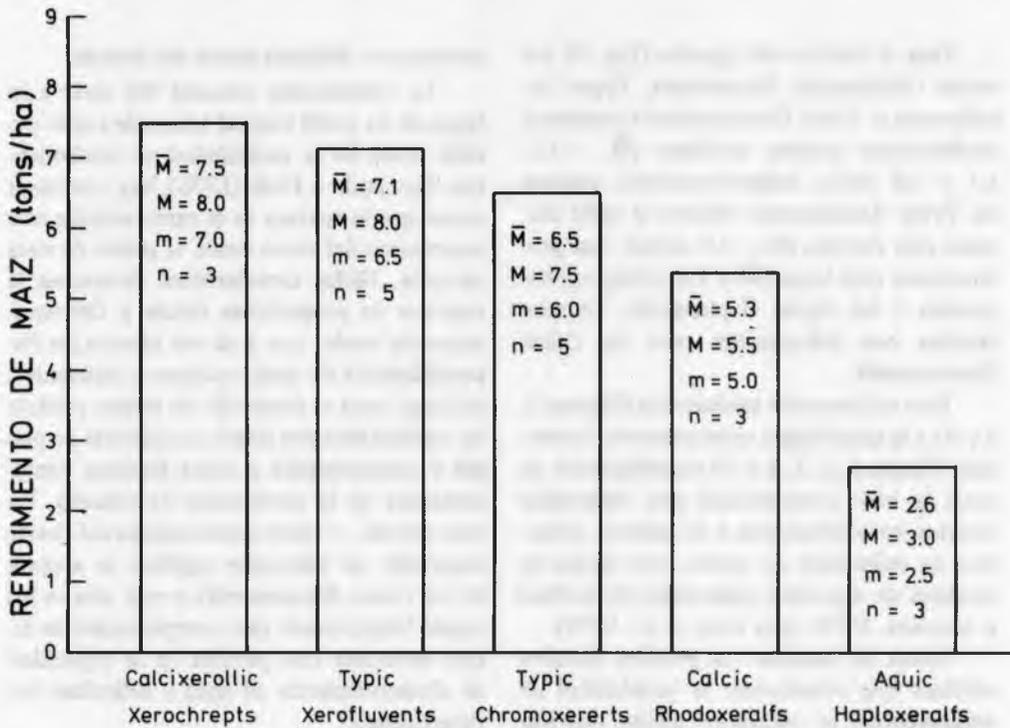


Figura 3. Rendimientos estimados para el cultivo del maíz.

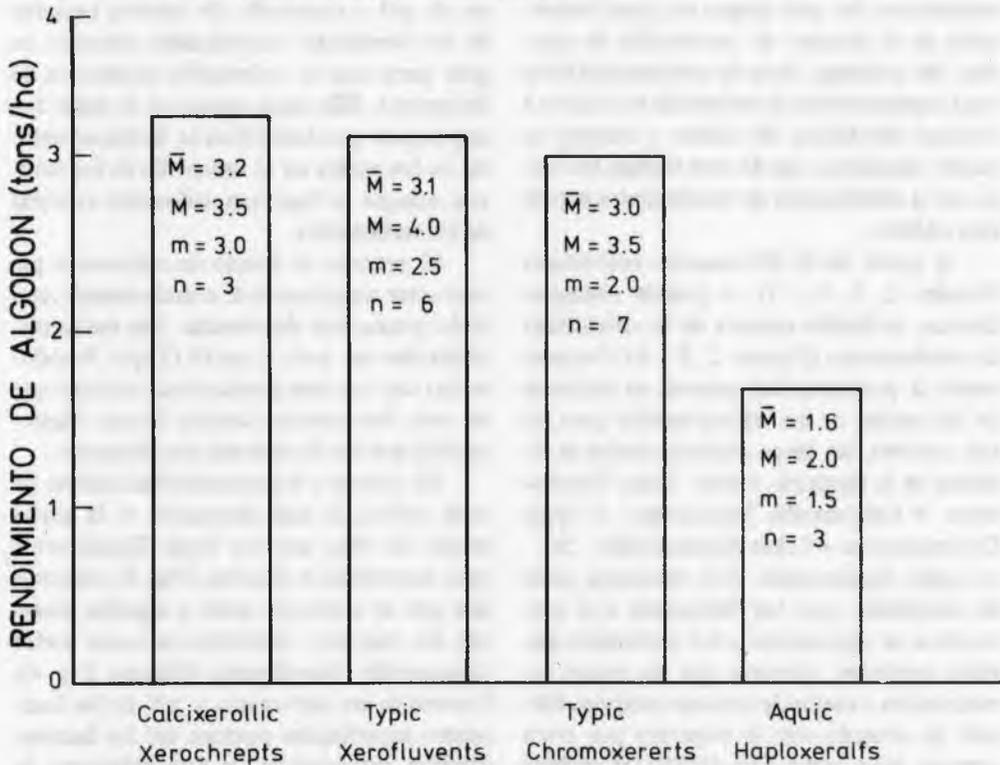


Figura 4. Rendimientos estimados para el cultivo del algodón.

Para el cultivo del algodón (Fig. 3), los suelos Calcixerollic Xerochrepts, Typic Xerofluvents y Typic Chromoxererts presentan rendimientos medios similares ( $\bar{M} = 3,2$ ,  $3,1$  y  $3,0$  tn/ha, respectivamente), aunque los Typic Xerofluvents ofrecen el valor máximo más elevado ( $M = 4,0$  tn/ha). Las producciones más bajas ( $\bar{M} = 1,6$  tn/ha) corresponden a los Aquic Haploxeralfs, no contándose con información para los Calcic Rhodoxeralfs.

Esta información agrónomica (Figuras 2, 3 y 4) y la edafológica anteriormente comentada (Cuadros 2, 3, 4 y 5) constituyeron en parte la base experimental para desarrollar diversas aproximaciones a un sistema inductivo de evaluación de suelos, por medio de modelos de regresión polinomial (de la Rosa y Almorza, 1979; de la Rosa *et al.*, 1979).

Antes de analizar los posibles factores edáficos que determinan la variabilidad de rendimientos, es necesario resaltar que son también otros factores naturales y socioeconómicos los que juegan un papel importante en el proceso de producción de cosecha. Sin embargo, dada la uniformidad de la zona representativa de referencia en cuanto a factores climáticos, de cultivo y manejo, se puede considerar que en este trabajo las causas de la distribución de rendimientos son de tipo edáfico.

A partir de la información edafológica (Cuadro 2, 3, 4 y 5), es posible distinguir diversas probables razones de la variabilidad de rendimientos (Figuras 2, 3 y 4). Considerando la productividad general, en términos de las medias de los valores medios para los tres cultivos, las cinco unidades-suelos se ordenan de la siguiente forma: Typic Xerofluvents > Calcixerollic Xerochrepts > Typic Chromoxererts = Calcic Rhodoxeralfs > > Aquic Haploxeralfs. Esta secuencia pone de manifiesto que los Subgrupos más productivos se encuentran sobre materiales aluviales recientes, mientras que los menos corresponden a suelos de terrazas antiguas. Ello está de acuerdo con lo expuesto por otros autores, tales como Catt (1979), al analizar rendimientos de suelos sobre depósitos cua-

ternarios en distintas partes del mundo.

La distribución textural del suelo a lo largo de su perfil vertical sobresale como posible causa de la variabilidad de rendimientos. Siguiendo a Foth (1978), hay que hacer notar que la textura es la característica más importante del suelo desde el punto de vista agrícola. Dicha característica determina la mayoría de propiedades físicas y fisicoquímicas del suelo, que a su vez afectan las disponibilidades de agua, oxígeno y nutrientes, facilidad para el desarrollo de raíces, pérdida de fertilizantes por lavado, incidencia de plagas y enfermedades y otros factores condicionantes de la producción de cosecha. En este sentido, y como consecuencia del fuerte desarrollo de horizonte argílico, se aprecia en los Calcic Rhodoxeralfs y más aún en los Aquic Haploxeralfs una compactación de dicho horizonte con pérdida de la capacidad de almacenamiento de agua y dificultad del flujo hídrico.

La secuencia de suelos en cuanto a valores de pH y contenido de materia orgánica de los horizontes superficiales coincide en gran parte con la ordenación productiva de Subgrupos. Ello hace pensar en el papel tan importante que desempeña la fertilidad natural de los suelos en el desarrollo de los cultivos, aunque se haga una utilización racional de los fertilizantes.

El proceso de lavado de carbonatos parece estar negativamente correlacionado con el de producción de cosecha. Los suelos carbonatados en todo el perfil (Typic Xerofluvents) son los más productivos, mientras que los más fuertemente lavados (Aquic Haploxeralfs) son los de menores rendimientos.

En cuanto a la productividad relativa de cada cultivo, lo más destacable es la preferencia del trigo por los Typic Xerofluvents para maximizar la cosecha (Fig. 2), mientras que por el contrario maíz y algodón alcanzan los mayores rendimientos sobre suelos Calcixerollic Xerochrepts (Figuras 3 y 4). Contenido en carbonatos y pH de los horizontes superficiales parecen ser los factores edáficos responsables de esta diferencia de comportamiento agrícola.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Beek, K. J. 1978. Land evaluation for agricultural development. *ILRI Pub.* N° 23. Wageningen.
- 2) Beinroth, F. H. 1978. Opening address. In *Proceedings of first international soil classification workshop*, by Camargo and Beinroth (eds.). *EMBRAPA, SNLCS Pub.* Río de Janeiro.
- 3) 1978. *Proceedings of first international soil classification workshop.* *EMBRAPA, SNLCS Pub.* Río de Janeiro.
- 4) Carstea, S. 1964. Utilization of soil survey in land capability for various agricultural uses. *Trans. 8th Int. Cong. Soil Sci.* 1 : 847-851.
- 5) Catt, J. A. 1979. Soils and quaternary geology in Britain. *J. Soil Sci.* 30 : 607-642.
- 6) Centro de Edafología y Biología aplicada del Cuarto. 1976. Cartografía y estudio de las características estructurales de los suelos de las zonas regables del Viar y Valle Inferior del Guadalquivir. *Pub. Int. Cebac.* Sevilla.
- 7) Cline, M. G. 1977. Historical highlights in soil genesis, morphology and classification. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 41 : 250-254.
- 8) Cooke, G. W. 1979. Same priorities for british soil science. *J. Soil Sci.* 30 : 187-213.
- 9) de la Rosa, D.; F. Cardona y G. Paneque, 1977. Evaluación de suelos para diferentes usos agrícolas: Un sistema desarrollado para regiones mediterráneas. *An. Edaf. Agrob.* 36 : 1100-1112.
- 10) de la Rosa, D. y J. Almorza, 1979. Evaluación paramétrica de suelos para usos agrícolas: II. Modelos de regresión polinomial para calcular la productividad. *Agrochimica* 23 : 412-419.
- 11) de la Rosa, D.; F. Cardona and J. Almorza, 1979. Models of mathematical simulation for agricultural soil evaluation. *9th Int. Cong. Agr. Eng. Proc.* pg. 7.
- 12) Dudal, R. 1978. Application of Soil Taxonomy in land use planning. In *Proceedings of first international soil classification workshop*, by Camargo and Beinroth (eds.). *EMBRAPA, SNLCS Pub.* Río de Janeiro.
- 13) FAO. 1966. Guías para la descripción de perfiles de suelos. *Pub. FAO.* Roma.
- 14) Foth, H. D. 1978. *Fundamentals of soil science.* (6th Ed.). John Wiley Sons, Inc. New York.
- 15) Odell, R. T. 1958. Soil survey interpretation yield prediction. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 22 : 157-160.
- 16) Riquier, J. 1972. A mathematical model for calculation of agricultural productivity in terms of parameters of soil and climate. *FAO AGL : Misc/72*, 14.
- 17) Simonson, R. W. 1938. Methods of estimating the productive capacities of soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 3 : 247-251.
- 18) Soil Survey Staff. 1962. *Soil survey manual.* *SCS-USDA Hb.* N° 18. Govt. Printing Office. Washington.
- 19) Soil Survey Staff. 1972. *Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples.* *SCS-USDA. Soil Sur. Inv. Rep.* N° 1 Govt. Printing Office. Washington.
- 20) Soil Survey Staff. 1975. *Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys.* *SCS-USDA Hb.* N° 436. U.S. Govt. Printing Office. Washington.
- 21) Storie, R. E. 1950. Rating soils for agricultural, forest and grazing use. *Trans. 4th Int. Cong. Soil Sci.* 1 : 336-339.
- 22) Sys, C. 1964. Land classification: Importance of soil utilization in soil survey interpretation. *Trans. 8th Int. Cong. Soil Sci.* 5 : 829-832.