

ESTUDI DE LA RETENCIÓ D'AIGUA I DE LA SEVA VARIABILITAT EN ELS SÒLS DE LA PARCEL·LA EXPERIMENTAL DE TORRE MARIMON (Caldes de Montbui).

Martí Laplana i Pi; R. Josa i March
Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

Data de recepció: desembre de 1991

RESUM

Es mesura la retenció d'aigua a 33 i a 1500 kPa dels sòls de la parcel·la experimental de Torre Marimon (Caldes de Montbui), des de la superfície fins a 1,1 m de fondària.

A partir dels valors obtinguts, s'estudia la variabilitat lateral d'aquest paràmetre, amb l'ajut de variogrames, i es representa cartogràficament per la tècnica del *kriging*.

Els resultats analítics i l'estudi de la variabilitat lateral, indiquen que la retenció d'aigua en superfície presenta una marca-homogeneïtat. La variabilitat deguda a l'atzar, per tant de factors incontrolables, disminueix progressivament en fondària.

De la representació cartogràfica d'a-

questa variabilitat, se'n desprèn que sembla existir una certa direccionalitat atribuïble a la Riera de Caldes, que suggereix que per dur a terme experiències de producció, cal tenir en compte aquesta direccionalitat. La variabilitat estructural de la retenció d'aigua, condiona l'orientació de les parcel·les, les quals hauran d'implantar-se en sentit paral·lel o perpendicular a aquest gradient, a fi de poder incloure la variabilitat del factor sòl en el disseny d'assaigs de producció.

Mots clau: Capacitat de camp, geostatística, punt marciment permanent, variabilitat lateral, variograma.

SUMMARY

Study of soil water retention and its variability in «Vallès Occidental» area (Barcelona)

Soil water retention to 33 and 1500 kPa was measured from an experimental area located in Caldes de Montbui (Barcelona). This soil physical property was measured on the surface horizon and between 0.5 and 0.8 m depth and 0.8 and 1.1 m depth.

It was studied the spatial variability of this parameter by using variograms. Afterwards, this variability was mapped using

the GEO-EAS program. The results show that soil surface water retention is highly homogeneous. Random variability (*nugget*) becomes lower to higher depth.

The mapping of the spatial variability suggests that there's a low intensity of directionality effect, attributable to «Riera de Caldes». To control this variability, the plots should be orientated parallel or perpendicularly to this directionality.

Key words: Field capacity, geostatistics, permanent wilting point, spatial variability, variogram.

INTRODUCCIÓ

La coberta edàfica, en ser un medi continu, fa possible que sovint es passi d'un polipedió a un altre sense solució de continuïtat, de forma que només es poden establir límits arbitraris entre unitats veïnes. En les àrees al·luvials, les característiques intrínseques del material original del sòl, són molt favorables a la presència de canvis progressius, poc perceptibles a curtes distàncies però que formen un veritable mosaic de petites unitats de difícil expressió cartogràfica.

L'ESAB disposa, a Torre Marimon, d'unes parcel·les on es duen a terme pràctiques, experiències i treballs de recerca, tant en condicions de regadiu com de secà. Pel disseny d'aquestes experiències sovint són necessaris paràmetres físics del sòl dels quals no existeix una informació prou detallada, i obliguen a introduir, en aquests dissenys, valors teòrics extrets de la bibliografia.

Els sòls de la parcel·la experimental

s'han format a partir de dipòsits al·luvials recents de la Riera de Caldes (IGME, 1976) fet que explica l'existència de canvis laterals de textura i de mineralogia, que no incideixen en la taxonomia dels sòls a nivell de Gran Grup (STS, 1975) però sí que afecten a les característiques pròpies de la Sèrie i/o de la fase de sòls ja que incideixen en les reaccions sòl-aigua-planta.

Estudis anteriors han posat de manifest aquesta variabilitat en una part de la parcel·la on se situa aquest estudi (CESARI & CASACUBERTA, 1987) demostrant que aquestes variacions poden produir-se entre distàncies molt curtes, però generant diferències molt importants.

Aquests canvis quantitius dels paràmetres físics solen estar correlacionats en el pla amb la distància que separa els punts d'observació. Això vol dir que dos valors obtinguts de mostres molt properes s'assemblen més que no pas dos valors provinents de punts molt distants. La geos-

tadística ofereix una alternativa més completa en la determinació d'aquestes correlacions laterals (WARRICK et al., 1986). La geostatística, en utilitzar simultàniament les tècniques estadístiques i cartogràfiques permet regionalitzar les variables estudiades i generar documents que contempnen els paràmetres estadístics de disper-

sió de la mitjana de la població (variància) i establir isogrames de la variable estudiada. Convé assenyalar que aquests isogrames són el resultat de l'aplicació d'un model matemàtic (variograma) aplicat a un conjunt de valors mesurats experimentalment.

OBJECTIU

L'objectiu del treball és caracteritzar els paràmetres de retenció d'aigua a capacitat de camp (CC) i a punt de marcimant permanent (PMP) a diferents fondàries, dels sòls de la parcel·la experimental que utilitza l'ESAB a Torre Marimón.

La implantació de parcel·les experimentals de dimensions normals emplaçades en àrees concretes, justifica l'interès de regionalitzar aquestes variables aplicant un model de càlcul geostatístic als valors de CC i PMP per una de les fondàries estudiades.

MATERIAL

El conjunt de parcel·les que s'estudien en aquest treball formen part de la finca Torre Marimón (T.M. de Caldes de Montbui).

La zona on s'ubica l'experiència, és part de la terrassa al·luvial baixa de la Riera de Caldes, que constitueix un factor de gran importància en la morfologia de la finca, ja que la travessa de Nord a Sud.

Els sòls de la finca estan formats sobre dipòsits quaternaris d'argiles i gresos vermells d'origen detrític, essent especialment rics en calcàries dolomítiques (I.G.M.E., 1976).

JOSA et al. (1984) estudiaren els sòls de la finca, que classificaren com a XEROCHREPT (STS, 1975). En un estudi posterior, CESARI & CASACUBERTA (1987), obtingueren la mateixa classificació pels sòls

que ocupen 10.000 dels 35.000 m² que s'estudien en aquest treball.

En aquelles zones més properes a la Riera de Caldes, s'aprecia una clara sobreposició de materials. A simple vista, i a través de l'observació de les rases obertes, es diferencien dos materials, el primer de color 5YR 4/6 segons el codi Munsell, fins a 0,8 m de profunditat, i el segon més clar, de color 5YR 6/4 segons el mateix codi. Aquests dos materials corresponen a dues aportacions diferents de la riera. CESARI & CASACUBERTA (op. cit.) que han estudiat diversos perfils, indiquen que els sòls més propers a la zona de bosc presenten un horitzó de textura sorrenca a partir de 0,7m de fondària, mentre que els horitzons més superficials que diferencien, generalment tenen textura franca.

MÈTODES

1. Recollida de mostres

La recollida de mostres s'ha fet seguint una xarxa regular de malla quadrada de 30 m de costat. La utilització d'un sistema rígid de selecció dels punts de mostreig és una de les tècniques utilitzades pels estudis de variabilitat lateral (PETERSEN & CALVIN, 1986 i BORNAND, 1988) ja que assegura una total aleatorietat del mostreig. D'altra banda, el mostreig de l'estudi realitzat per CESARI & CASACUBERTA (1987), en una part de la parcel·la, tingué també aquestes característiques.

S'han obtingut per separat les mostres de superfície (entre 0 i 0,2 m) de les mostres subsuperficials (entre 0,5 i 0,8 m i entre 0,8 i 1,1 m).

S'han obtingut 37 punts de mostreig en l'horitzó superficial i més de 70 mostres en cadascuna de les altres dues fondàries (vegeu Taula 1).

2. Fase de laboratori

Per la determinació de la retenció d'aigua a CC i PMP s'han utilitzat les plaques de pressió, seguint el procediment descrit per KLUTE (1986) i USDA (1973). La terra fina de les mostres, saturada amb aigua destil·lada (pasta saturada), és col·locada a sobre de la placa corresponent prèviament saturada (24 h). La mesura de CC (a 33 kPa) es fa per triplicat i la de PMP (1500 kPa) es fa per duplicat. Donades les característiques texturals d'una part de les mostres (CESARI & CASACUBERTA, op. cit.) s'han deixat equilibrar fins l'eliminació del drenatge (48 hores per CC i 72 hores per PMP)

d'acord amb les indicacions de RICHARDS (1973).

3. Estudi geostadístic*3.1. Anàlisi estadística dels resultats*

Per a l'anàlisi estadística dels resultats, s'ha calculat la mitjana aritmètica, la desviació tipus i el coeficient de variació (CV), de cadascuna de les sis poblacions (CC i PMP de tres fondàries).

Els valors del CV s'apliquen en la comparació de la variabilitat entre diferents propietats del sòl i amb les dades bibliogràfiques.

3.2. Estudi geostadístic i representació cartogràfica dels resultats

Els canvis de valors de la variable (CC i PMP) del sòl en el pla es representen gràficament en un variograma (Fig. 1). S'utilitzen variables regionalitzades $Z(x_1), Z(x_2), \dots, (Z(x_n))$ on Z correspon al valor de la variable en cada punt x_i del pla. El variograma es defineix per l'equació [1]:

$$F(h) = \frac{1}{2} \text{Var} (Z(x) - Z(x+h)) \quad [1]$$

on:

Var = variància de l'argument

h = distància entre parells de punts

(Font: WARRICK et al. 1986)

El variograma, per tant, estudia la variabilitat de la mesura entre parells de punts, en funció de la distància que els separa.

El càlcul es fa a través del paquet estadístic GEO-EAS (USEPA, 1988). Els models de variograma que pot utilitzar el programa són: lineal, exponencial, gaussià i esfèric.

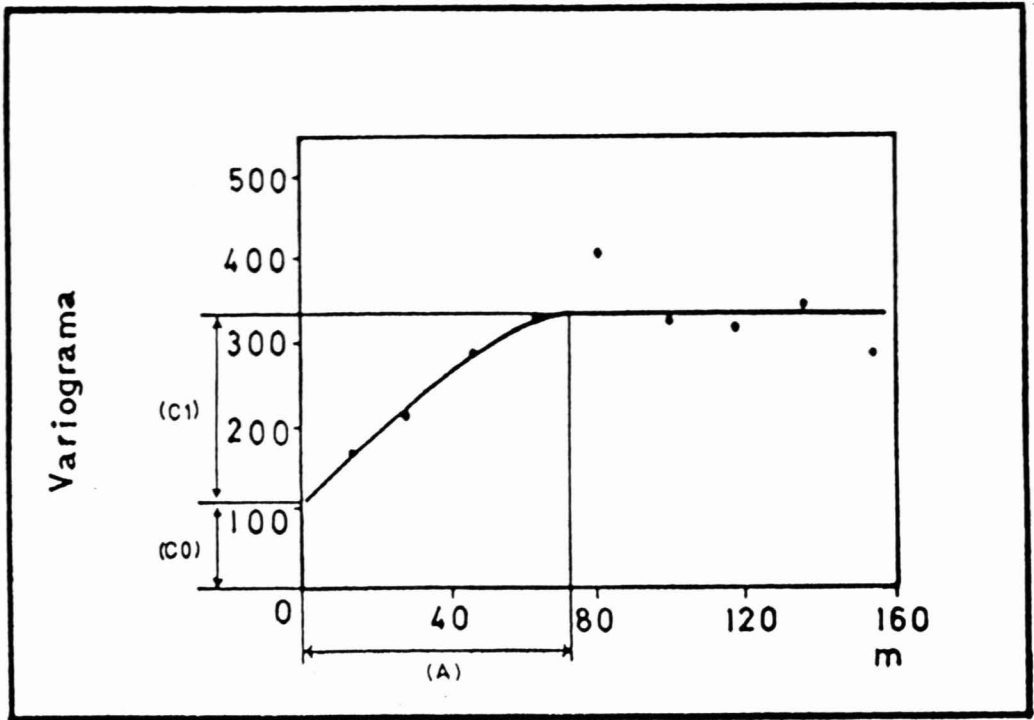


Figura 1

Variograma de la població CC 0.5-0.8

C_0 = Nugget. Variabilitat deguda a l'atzar ($\frac{1}{2}$ de la variança). / C_1 = Sill. Variabilitat estructural ($\frac{1}{2}$ de la variança).

A = Range. Grau de correlació o zona d'influència (m).

Variogram for CC 0.5-0.8

C_0 = Nugget. Random variance (as half the variance). / C_1 = Sill. Structured variance (as half the variance).

A = Range of correlation. Zone of influence (m).

Característiques del variograma (Fig. 1). En el variograma es representen les diferències entre valors de la variable estudiada (en aquest cas CC i PMP) en funció de la distància que separa els punts de mostreig. A partir de les coordenades dels punts de recollida de mostres, es calculen totes les distàncies entre parells de punts i s'agrupen per classes (lag). Posteriorment es calculen les mitjanes de cada classe i es porten a l'eix d'abscisses.

L'eix d'ordenades correspon a una mitjana de les diferències de valors de la variable entre els parells de punts, de cada classe (USEPA, op. cit.).

Aquests punts s'ajusten a un dels models de variograma, caracteritzat per tres paràmetres: *nugget* (C_0), *sill* (C_1) i *range* (A). El nugget informa de la variabilitat que es manifesta a una distància menor a la

controlada pel variograma (h) i que anomenarem variabilitat deguda a l'atzar. El *sill* avalua la variabilitat entre punts més distants i que correspon a la variabilitat estructural. Per últim el *range* és la distància màxima entre punts que mantenen la correlació entre el valor de la variable i la separació de les mostres. Tots tres paràmetres poden ser fixats a priori o després d'haver fet un primer assaig, mitjançant un ajust visual del variograma.

Una de les moltes aplicacions de la geostatística és la d'interpol·lar valors en el pla, fet que s'aconsegueix mitjançant el programa *kriging*, descrit per WARRICK et al. (1986). Gran part de l'interès en aquests programes, se centra en l'obtenció d'isogrames per a cada variable. El programa *Conrec* del mateix paquet crea aquests mapes.

RESULTATS I DISCUSSIÓ DE L'ANÀLISI ESTADÍSTICA

Els resultats detallats es poden consultar a LAPLANA (1991). A la Taula 1 es recullen els paràmetres estadístics de cadascuna de les sis poblacions estudiades, expressats en l/m^2 , corresponents al gruix de cada horitzó mesurat i considerant una densitat aparent de $1,568 \text{ Mg}/m^3$.

Els valors de les mitjanes de CC i PMP obtingudes es corresponen amb els valors típics de textures franco-arenosa i franco-argilosa (RAWLS & BRAKENSIEK, 1989 i ISRAESEN & HANSEN, 1975) que es corresponen amb les textures trobades per CESARI & CASACUBERTA (1987) per una part de la zona estudiada. Malgrat això, els valors màxims de CC i PMP entre 0,8 i 1,1 semblen estar lleugerament sobredimensionats. Així, KOOREVAAR et al. (1983) assenyalen

que per un sòl de textura pesada, el percentatge en pes d'aigua obtinguda a CC no supera el 27%, en aquest cas el valor màxim és de 29,5%. Alguna cosa similar succeeix amb els valors de PMP que també superen en 4 unitats de percentatge el valor màxim atribuït per aquest autor. Aquest sobredimensionat dels resultats, cal atribuir-lo a la heterogeneïtat del material mineral i a la possible existència de matèria orgànica en petites proporcions, fet no descartable si es té en compte l'origen al·luvial del material original de sòl.

Diversos autors han estudiat la variabilitat de propietats físiques del sòl. NIELSEN et al. (1973), i BASCOMB & JARVIS (1976), citats per WILDING & DREES (1983), observen coeficients de variació per a la retenció

d'aigua a CC de prop del 20%. Aquests últims consideren que el coeficient de variació per aquesta propietat del sòl pot anar des del 10% fins al 31%. En el present estudi, els coeficients de variació per a la retenció d'aigua a CC, van des de l'11,6% fins al 37,7%, segons el paràmetre determinat i la profunditat de les mostres (veure Taula 1).

Segons els resultats analítics, la retenció d'aigua a CC i PMP en superfície presenta un coeficient de variació significativament més baix que en fondària (vegeu Taula 1). La menor variabilitat de les mostres de la primera fondària és atribuïble a l'efecte homogeneïtzador del llaurat i a l'addició de matèria orgànica sobre el primer horitzó, com ja van observar CESARI & CASACUBERTA (1987).

Alguns autors han estudiat la relació existent entre la retenció d'aigua a CC i a PMP. Segons PÉRIGAUD (1963), citat per BONNEAU et al. (1987), aquesta relació no es manté constant, sinó que varia amb la textura. La humitat a PMP representa, aproximadament, 1/5 de la humitat a CC per a les arenas, 1/3 per als llims, i 1/1,5 per a les argiles. Segons MAERTENS et al. (1974), també citats per BONNEAU et al. (op. cit.), el coeficient de correlació entre CC i PMP se situa al voltant de 0,801.

La Taula 2 recull les parelles de poblacions correlacionades. La correlació s'ha estudiat sempre entre poblacions provinents d'una mateixa fondària. El coeficient de correlació entre CC i PMP és de 0,8 per a totes tres fondàries. Segons GUILFORD (1966), citat per CALVO (1978), es tracta d'una correlació molt elevada.

S'ha fet l'anàlisi de la variància, i la determinació de la diferència entre les mitjanes de cada fondària mitjançant la prova de Turkey (DANIEL, 1987). Segons aquesta anàlisi, els valors de retenció d'aigua a CC són significativament diferents només a partir de 0,8 m de fondària (Taula 3). Aquestes diferències, no es poden considerar agronòmicament importants, ja que la diferència entre les mitjanes de les poblacions comparades és, com a màxim, del 3% en pes. Amb independència d'això, la dispersió va augmentant amb la profunditat.

Pel que fa a les poblacions de retenció d'aigua a PMP, estadísticament s'observen diferències significatives entre 0,5 i 0,8 m i 0,8 i 1,1 m (Taula 4). Però, igual que en el cas anterior, aquestes diferències no són agronòmicament significatives, ja que la diferència entre mitjanes és inferior a 9 l/m^2 . També per aquest paràmetre la dispersió augmenta amb la profunditat.

INTERPRETACIÓ DE VARIOGRAMES I REPRESENTACIÓ CARTOGRÀFICA DELS RESULTATS

1. Interpretació dels variogrames de les 6 poblacions

Les característiques del variograma de cada població es recullen a la Taula 5. En observar la variabilitat dels valors de CC i

PMP a la taula, el primer que destaca és el fet que a mesura que augmenta la fondària, els valors de *nugget* (C_0) i de *sill* (C_s) augmenten. Això vol dir que la variabilitat estructural i la deguda a l'atzar d'aquests valors, creix progressivament en augmen-

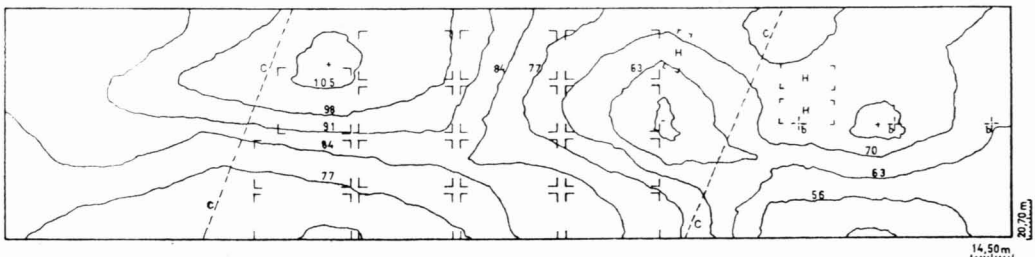
tar la fondària. Però no augmenten en la mateixa proporció, de forma que el quocient C_1/C_0 per a CC en superfície és de 2,2 mentre que entre 0,8 i 1,1 m és de 5,1. Per a PMP en superfície és 1,1 i entre 0,8 i 1,1 m és de 5,1. Aquestes relacions indiquen que en augmentar la fondària hi ha un clar predomini de la variabilitat estructural (variabilitat mesurable, C_1), i que per tant la variabilitat deguda a l'atzar (C_0) disminueix.

Si es té en compte que en un medi on hi ha un factor formador del sòl afectat per un gradient (p. ex. la classificació granulomètrica d'un dipòsit, per acció de l'energia d'un corrent d'aigua) la variabilitat deguda a l'atzar hauria de representar una proporció mínima de la variabilitat total, els valors de 1,1 i 2,2 de la relació C_1/C_0 que s'observen en superfície, impliquen que la variabilitat deguda a l'atzar adquireix molta més importància en aquest horitzó que en fondària. Segons FLATMAN & YFANTIS (1984), un predomini de C_0 indica que per més que s'incrementi la densitat de mostreig, no es podrà millorar la precisió de la informació obtinguda. En aquest cas, per tant, si s'incrementés la densitat de mostreig en superfície, no es milloraria el grau d'informació.

2. Distribució lateral de la població CC 0,5-0,8 m

La figura 1 és el variograma d'aquesta població. Per saber-ne les característiques consulteu la Taula 5. La correlació lateral entre mostres (*range*) té el límit als 78 m de distància. Això vol dir que les mostres es poden agafar fins a intervals de 78 m sense perdre informació. El variograma ens diu que si es recullen a intervals superiors, es perd informació, ampliant les zones d'incertesa entre les isolínies. Contràriament, si es recullen a intervals inferiors, es genera un excés d'informació repetida, i s'encareix el cost del mostreig innecessàriament.

La figura 2 és l'isograma calculat amb el GEO-EAS. En aquest mapa es distingeixen dos grans focus, l'un amb valors creixents, marcat amb un "+", i l'altre amb valors decreixents, marcat pel signe "-". Junta-ment amb aquests, se n'observa un tercer de creixent, situat al NE. Si s'observen les isolínies, es pot veure que tenen tendència a seguir la direcció NE-SW. Aquesta característica fa pensar en una certa direccionalitat NW-SE, que atribuïm a la Riera de Caldes, que està situada a l'E-SE del mapa.



H: hivernacle / C: camí / b: boca de reg / L: límit de parcel·la i/o instal·lació

Figura 2 - Mapa d'isolínies de CC 0.5-0.8 (l/m²) Isomap for CC 0.5-0.8 (l/m²)

14,50 m

20,70 m



TAULA 1
RETENCIÓ D'AIGUA EN TRES HORIZONS
WATER RETENTION IN THREE HORIZONS

	N	X	CV	MIN.	MAX.
CC sup.	37	49,628	11,585	36,870	62,220
CC 0,5-0,8	75	79,412	23,048	16,330	122,370
CC 0,8-1,1	73	73,980	37,078	4,980	138,930
PMP sup.	37	30,586	24,664	19,590	45,390
PMP 0,5-0,8	75	50,163	32,983	9,870	93,070
PMP 0,8-1,1	73	43,337	50,903	2,390	108,630

X, MIN., MAX. : l/m²

N: Grandària de cada població.

CV: Coeficient de variació.

N Size of each population.

CV: Coefficient of variation.

TAULA 2
CORRELACIONS
CORRELATIONS

Poblacions correlacionades	coef. correlació (r)
CC sup PMP. sup	0,798
CC 0,5-0,8. PMP 0,5-0,8	0,838
CC 0,8-1,1. PMP 0,8-1,1	0,861

Sup: superfície

Sup: surface

TAULA 5
 CARACTERÍSTIQUES DE CADA VARIOGRAMA
 CHARACTERISTICS OF EACH VARIOGRAM

POBLACIÓ	NUGGET	SILL	RANGE	MODEL	VAR.
CC sup.	11,0	24,5	95,0	Exp	35,5
CC 0,5-0,8	105,0	228,0	78,0	Sph	333,0
CC 0,8-1,1	140,0	720,0	70,0	Sph	860,0
PMP sup.	34,5	37,0	195,0	L	71,5
PMP 0,5-0,8	65,0	208,0	70,0	Exp	273,0
PMP 0,8-1,1	100,0	510,0	110,0	Sph	610,0

Nugget: Variabilitat deguda a l'atzar (1/2 variança).

Sill: Variabilitat estructural (1/2 variança).

Range: Grau de correlació (m).

Model: Tipus de corba; L = lineal, *Sph* = esfèrica, *Exp* = exponencial.

Var: *Nugget* + *Sill*

Nugget: Random variance (as half the variance).

Sill: Structured variance (as half the variance).

Range: Range of correlation (m).

Model: Curve model; L = linear, *Sph* = spherical, *Exp* = exponential.

TAULA 3
ANÀLISI DE LA VARIÀNCIA
VARIANCE ANALYSIS

%	\bar{X}	T_j	$T_{..}$
CC sup	19,617	725,830	14385,835
CC 0,5-0,8	18,622	1369,670	26905,783
CC 0,8-1,1	17,090	1247,600	22960,826

Font de variació	S.Q.	G.LL.	Q.M.	F
Entre poblacions	177,493	2	88,746	6,02*
Dins de poblacions	2682,659	182	14,740	
Total	2860,152	184		

	$\bar{X}_{cc\ sup}$	$\bar{X}_{cc\ 0,5-0,8}$	$\bar{X}_{cc\ 0,8-1,1}$
$\bar{X}_{cc\ sup}$	= 19,617	0,995	2,527
$\bar{X}_{cc\ 0,5-0,8}$	= 18,622		1,532
$\bar{X}_{cc\ 0,8-1,1}$	= 17,090		

H_0	DVS	Observacions
$\mu_{cc\ sup} = \mu_{cc\ 0,5-0,8}$	2,09	No es rebutja H_0 ja que $DVS > 0,995$
$\mu_{cc\ sup} = \mu_{cc\ 0,8-1,1}$	2,09	Es rebutja H_0 ja que $DVS < 2,527$
$\mu_{cc\ 0,5-0,8} = \mu_{cc\ 0,8-1,1}$	1,49	Es rebutja H_0 ja que $DVS < 1,532$

(H_0 : $\mu_{CC\ sup} = \mu_{CC\ 0,5-0,8} = \mu_{CC\ 0,8-1,1}$).

* $F_{(2,\infty)} = 3,00 < F$.

$T_j = \Sigma x$ de la població j.

$T_{..} = \Sigma x$ de totes les poblacions.

K = Nombre de mitjanes considerades.

N = Nombre total d'individus.

n = Grandària de cada població.

DVS = Diferència vertaderament significativa (prova de Turkey).

$T_j = \Sigma x$ of the j. population.

$T_{..} = \Sigma x$ of all populations.

K = Number of averages studied.

N = Size of all populations.

n = Size of every population.

DVS = Method of Turkey to study the difference between averages.

TAULA 4
ANÀLISI DE LA VARIÀNCIA
VARIANCE ANALYSIS

%	\bar{X}	T_j	$T_{..}$	
PMP sup	12,040	445,48	5656,622	
PMP 0,5-0,8	11,750	881,28	11242,218	
PMP 0,8-1,1	10,014	731,03	8707,494	
Font de variació	S.Q.	G.LL.	Q.M.	F
Entre poblacions	150,399	2	75,199	5,33*
Dins de poblacions	2566,747	182	14,103	
Total	2717,146	184		
		$\bar{X}_{pmp\ sup}$	$\bar{X}_{pmp\ 0,5-0,8}$	$\bar{X}_{pmp\ 0,8-1,1}$
$\bar{X}_{pmp\ sup}$	= 12,040		0,290	2,026
$\bar{X}_{pmp\ 0,5-0,8}$	= 11,750			1,736
$\bar{X}_{pmp\ 0,8-1,1}$	= 10,014			
H_0	DVS	Observacions		
$\mu_{pmp\ sup} = \mu_{pmp\ 0,5-0,8}$	2,04	No es rebutja H_0 ja que DVS > 0,290		
$\mu_{pmp\ sup} = \mu_{pmp\ 0,8-1,1}$	2,04	No es rebutja H_0 ja que DVS > 2,026		
$\mu_{pmp\ 0,5-0,8} = \mu_{pmp\ 0,8-1,1}$	1,45	Es rebutja H_0 ja que DVS < 1,736		

(H_0 : $\mu^{PMP\ sup} = \mu^{PMP\ 0,5-0,8} = \mu^{PMP\ 0,8-1,1}$).

* $F_{(2,\infty)} = 3,00 < F$.

$T_j = \Sigma x$ de la població j.

$T_{..} = \Sigma x$ de totes les poblacions.

$K =$ Nombre de mitjanes considerades.

$N =$ Nombre total d'individus.

$n =$ Grandària de cada població.

DVS = Diferència vertaderament significativa (prova de Turkey).

$T_j = \Sigma x$ of the j. population.

$T_{..} = \Sigma x$ of all populations.

$K =$ Number of averages studied.

$N =$ Size of all populations.

$n =$ Size of every population.

DVS = Method of Turkey to study the difference between averages.

CONCLUSIONS

Els valors de CC i PMP de les mostres analitzades, provinents de la parcel·la experimental, corresponen, en la seva major part, als de mostres de textura franco-argilosa i franco-arenosa, amb uns coeficients de variació que augmenten de manera molt important en fondària, tant per CC com per PMP. La reserva d'aigua útil mitjana en superfície és de 19,04 l/m² i pròxima a 30 l/m² per les altres dues fondàries, considerant un gruix de 20, 30 i 30 cm respectivament.

La variabilitat lateral total (*nugget + sill*) augmenta en fondària de forma molt important (fins a 24 cops). La variabilitat deguda a l'atzar és molt elevada en superfície, però disminueix en fondària.

A partir de la cartografia de la retenció d'aigua a CC entre 0,5 i 0,8 m de fondària, s'observa que en la distribució lateral d'aquesta propietat física, sembla existir una certa direccionalitat NE-SW, que atribuïm a la Riera de Caldes.

Per dissenyar experiències de producció a les parcel·les, cal tenir en compte aquesta direccionalitat. El gradient de direcció NW-SE condiciona l'orientació de les parcel·les experimentals, les quals hauran d'ubicar-se en sentit paral·lel al gradient, o perpendicularment, segons que es consideri o no la variable sòl, a fi de tenir present la influència d'una diferent retenció d'aigua del sòl.

BIBLIOGRAFIA

- BONNEAU, M.; SOCUHIER, B.; MERIAUX, MME.S. (1987). El suelo y el agua. In: *Il Constituyentes y propiedades del suelo* (Duchaufour, Ph.; Souchier, B., Dir.): 265-310. Masson, S.A. Paris.
- CALVO GÓMEZ, F. (1978). *Estadística aplicada*. Deusto S.A. Bilbao.
- CESARI, O.; CASACUBERTA, D. (1987). *Variabilidad espacial de parámetros del sòl en la parcel·la experimental de la finca Torre Marimon (Caldes de Montbui)*. TFC. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona.
- DANIEL, W.W. (1987). *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Limusa. México.
- FLATMAN, G.T.; YFANTIS, A.A. (1984). *Geostatistical strategy for soil sampling: The survey and the census*: 335-349. Environmental Monitoring and Assessment 4. Las Vegas, USA.
- I.G.M.E. (Instituto Geológico y Minero de España) (1976). *Mataró (393)*. I.G.M.E. España.
- ISRAELENSEN, O.W.; HANSEN, V.E. (1975). *Principios y aplicaciones del riego* (J. Wiley & Sons, ed.). Reverté, S.A. Barcelona.
- JOSA, R.; HERETER, A.; BECH, J. (1984). Els sòls de la finca Torre Marimon: Exemple d'un estudi de sòls en el Vallès Occidental. In: *Arxius de l'E.S.A.B.*: 19-35. 6. Esc. Sup. Agr. Barcelona.

- KLUTE, A. (1986). Water retention: Laboratory methods. In: *Methods of soil analysis. Part 2 - Physical and mineralogical methods*. (A. Klute Ed.): 635-660. ASA-SSSA. Madison, Wisconsin, USA.
- KOOREVAAR, P.; MENELIK, G.; DIRKSEN, C. (1983). *Elements of soil physics*. Elsevier. Amsterdam. Netherlands.
- LAPLANA, M. (1991). *Mesura de característiques físiques del sòl i mètodes geostatístiques (T. Marimon, parcel·la experimental)*. TFC. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona.
- PETERSEN, R.G.; CALVIN, L.D. (1986). Sampling. In: *Methods of soil analysis. Part 1 - Physical and mineralogical methods* (A. Klute Ed.): 33-50. ASA-SSSA. Madison, Wisconsin, USA.
- RAWLS, W.J.; BRAKENSIEK, D.L. (1989). Estimation of soil water retention and hydraulic properties. In: *Unsaturated flow in hydrologic modeling. Theory and practice* (H.J. Morel-Seytoux, ed.): 275-300. Kluwer Academic Publishers. University of Maryland. USA.
- RICHARDS, L.A. (1965). Physical conditions of water in soil. In: *Methods of soil analysis. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. ASA. Madison, Wisconsin, USA.
- U.S.D.A. (1973). Análisis relativos a los materiales. In: *Investigación de suelos. Métodos de laboratorio y procedimientos para recoger muestras*: 24-35. Trillas. México.
- U.S.E.P.A. (United States Environmental Protection Agency) (1988). *GEO-EAS (Geostatistical Assessment Software). Version 1.1*. Las Vegas. USA.
- VOLTZ, M.; BORNAND, M. (1988). Analyse de la variabilité spatiale des propriétés physiques du sol. In: *Etudes sur les transferts d'eau dans le système sol-plante-atmosphère* (R. Calvet. Ed.): 101-131. Laboratoire de Science du Sol. (E.N.S.A.-I.N.R.A.). Montpellier. France.
- WARRICK, A.W.; MYERS, D.E.; NIELSEN, D.R. (1986). Geostatistical methods applied to soil science. In: *Methods of soil analysis. Part 1 - Physical and mineralogical methods* (A. Klute Ed.): 53-82. ASA-SSSA. Madison, Wisconsin. USA.
- WILDING, L.P.; DREES, L.R. (1983). Spatial variability and pedology. In: *Pedogenesis and soil taxonomy. Concepts and interactions* (N.E. Smeck, L.P. Wilding, and G.F. Hall Ed.). Elsevier. Amsterdam. Netherlands.