

EVOLUCIÓ DE LES PROPIETATS DEL SÒL DESPRÉS DE L'ADOBAT.

Agnès Hereter*, M.M Diez **, V.R. Vallejo**.

* ESAB. Urgell 187. 08036 Barcelona.

** Departament Biologia Vegetal. F. Biologia. U. Barcelona.

MOTS CLAU

Evolution, Fertilization, Soil properties.

ABSTRACT

Soil properties evolution after the fertilization

The evolution of some pedological parameters is studied in relation to the fertilization of a pepper crop. Some variables such as the amount of coarse particles and calcium carbonate only present spatial heterogeneity. Another

group of variables has a heterogeneity that hides its changes in time: organic C, total N and available K. There is a third group of parameters that shows high sensibility to the fertilization and to the evolution of climatic conditions. In the present study this is the case of the pH and C.E.

RESUM

S'estudia l'evolució d'alguns paràmetres edàfics en relació amb l'adobat en un cultiu de pebrots. Algunes variables, com el contingut en elements grollers i en CaCO_3 , només presenten heterogeneïtat espacial. L'heterogeneïtat

d'altres paràmetres: C orgànic, N total i K assimilable encobreix els canvis en el temps. Una tercera pauta correspon als paràmetres d'alta sensibilitat a l'adobat i a l'evolució de les condicions climàtiques com són, en aquest estudi, el pH i la C.E.

INTRODUCCIÓ

Les característiques físiques i químiques d'un sòl presenten una variabilitat diferent segons el paràmetre que es consideri (Warrick & Nielsen 1980).

Al nivell d'aproximació que interessa des del punt de vista del maneig dels sòls, hi ha paràmetres que presenten una variabilitat únicament espacial, com poden ser el contingut en graves i la textura de la terra fina. N'hi ha d'altres que vénen afectats per factors climàtics amb

un sentit ampli: característiques hídriques i activitat dels organismes, i pels factors de tractament antròpic.

En el treball que es presenta, que forma part d'una experiència més àmplia, s'ha estudiat l'evolució al llarg d'un any d'una sèrie de paràmetres edàfics en unes parcel·les amb adobat complet N, P, K, i amb un cultiu d'una planta exigent en nutrients i de cicle biològic curt com el pebrot (*Capsicum annum* L., varietat Morro de buey).

DISSENY DE L'EXPERIÈNCIA

L'estudi s'ha dut a terme en els Camps Experimentals de la Universitat de Barcelona, situats en la zona de Pedralbes i equidistants aproximadament entre la Serra de Collserola i el mar.

L'experiència s'ha realitzat en dues parcel·les de $6 \times 10 \text{ m}^2$ que actuen com rèpliques i ha tingut una duració d'un any. La recollida de mostres de sòl ha estat mensual. El primer mostreig (principis de maig) actua com indicador de les característiques inicials del sòl ja que es va realitzar abans de l'aport dels adobs i la plantació dels pebrots, que es va realitzar a mitjans de maig. En cada parcel·la, i per cada mostratge, s'han

recollit 8-10 submostres de 0-10 cm de fondària i es va analitzar una mostra composta; s'han recollit 250 submostres en total i analitzat 26 mostres compostes (equivalent a 1600 mostres/ha).

El cultiu del pebrot s'ha fet pel sistema de planter. En cada parcel·la hi havia una densitat de plantació de 4 plantes/ m^2 . La recollida dels pebrots es va realitzar entre 77 i 208 dies després del dia inicial de l'experiència. Les dosis de fertilitzant i els productes utilitzats han estat: 100 kg N ha^{-1} (Sulfat amònic 21%), $276 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ (Superfosfat càlcic 18%) i $300 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ (Sulfat potàssic 50%).

MÈTODES ANALÍTICS

La metodologia analítica ha estat: Elements grossers (partícules $\varnothing > 2\text{mm}$) per tamissatge; % humitat per gravimetria; % Carbonat càlcic per Calcimetria de Bernard; pH: potenciometria de la suspensió aquosa 1:2.5 (p:v); C.E. determinació conductimètrica

de l'extracte de pasta saturada a 25°C (USDA 1973); C orgànic i N total: determinació amb Analitzador Elemental Carlo Erba; P: mètode Olsen; K extracció amb acetat sòdic 1N pH 8.2, determinació per fotometria de flama.

CARACTERÍSTIQUES GENERALS DELS SÒLS

Els sòls estudiats es situen geomorfològicament en el Pla de Barcelona. Es desenvolupen a partir de materials col·luvials quaternaris de peu de mont, que comprenen nivells d'argila vermella i que Solé Sabarís (1958) inclou dins de l'anomenat tricle. Aquest peu de mont argilós es veu solcat per dipòsits torrencials de la Riera Blanca, amb

nivells de graves anguloses de natura esquistosa i d'arenes. Sobre aquests últims materials es desenvolupen els sòls de les parcel·les tractades.

En la Taula 1 s'han resumit algunes característiques generals de perfils de sòls implantats en la mateixa zona (Pons 1983).

Fond. cm	Graves %	Textura %			Classe textural USDA	CaCO ₃ %	M.O. %
		2-0.05 mm	0.05-0.002 mm	<0.002 mm			
0-12	32	53	29	18	Fr-arg	5.8	3.7
12-22	27	54	29	17	Fr-arg	5.3	3.6
22-30		54	28	18	Fr-arg	5.1	-

* 0-15 i 15-30 cm

Taula 1. Algunes característiques dels sòls de les parcel·les.

Table 1. Some characteristics of the soils studied.

RESULTATS I DISCUSSIÓ

En la Taula 2 es recullen els principals resultats en cada mostratge realitzat. Les dades corresponen als valors mitjans de les mostres compostes de les dues parcel·les estudiades. En la Taula 3 es resumeix alguns estadístics referents a les variacions en els paràmetres al llarg del període de l'experiència.

Elements grollers.

La mitjana del contingut (dades no exposades) oscil·la entre el 14% i el 19%. La variació que s'observa a partir de 26 mostres, compostes cadascuna d'elles per altre 8-10, és l'esperable quan es considera les condicions d'heterogeneïtat habituals en els sòls. Aquesta heterogeneïtat, reflecteix únicament la

Mes	Hum. %	CaCO ₃ %	pH	CEe dS/m	% C	% N	C/N	P mg/kg	K mg/kg
1- Mg.	-	8.9	8.0	0.6	1.5	0.16	9.2	111	64
2- Jn.	12.3	10.6	7.5	3.9	1.4	0.19	7.5	185	139
3- Jl.	10.8	11.1	7.7	4.0	1.3	0.17	7.7	170	197
4- Ag.	14.5	10.9	7.9	2.4	1.5	0.20	7.4	109	138
5- St.	9.3	11.3	7.5	0.6	1.3	0.18	7.3	180	184
6- Oc.	16.3	11.5	7.9	1.5	1.3	0.18	7.3	181	162
7- Nv.	9.2	11.7	7.6	1.3	1.2	0.19	6.3	191	214
8- Ds.	20.0	10.9	7.9	0.9	1.4	0.19	7.0	164	171
9- Ge.	7.7	10.9	8.1	0.8	1.5	0.20	7.6	146	196
10- Fb.	13.8	11.0	8.3	0.6	1.8	0.16	11.1	173	189
11- Mç.	10.5	11.4	8.2	0.7	1.3	0.17	7.4	141	341
12- Ab.	9.2	12.0	8.3	0.7	1.3	0.15	8.5	131	143
13- Mg.	3.0	11.9	8.4	0.8	1.5	0.19	8.1	134	109

Taula 2. Resultats obtinguts en els diferents mostratges (mitjana de les dues parcel·les).

Table 2. Results of the different samplings (mean of the two plots).

	X $\pm$ IC ^a	Error mitjana (%)
Elements grollers %	16.54 $\pm$ 2.60	15.7
pH	7.94 $\pm$ 0.19	2.4
CEe dS/m	1.44 $\pm$ 0.74	51.6
C orgànic %	1.40 $\pm$ 0.10	7.1
Nt %	0.18 $\pm$ 0.01	5.0
P mg kg ⁻¹	147.70 $\pm$ 28.91	19.6
K mg kg ⁻¹	172.88 $\pm$ 39.30	22.7

^a Semiamplitud de l'interval de confiança del 95%

Taula 3. Variacions anuals dels paràmetres controlats.
Table 3. Annual variations of the controlled parameters.

variabilitat espacial del sòl, ja que òbviament, no existeixen canvis en el contingut d'elements grollers en el període d'un any. S'ha calculat el nombre de mostres que es necessitaria analitzar per a disminuir aquesta variabilitat a un 10 i 5% (per a un mateix nivell de confiança) i és de 32 i 128 mostres respectivament.

pH i Salinitat

Els valors de pH es troben en el rang del poder esmorteïdor del sistema CaCO_3 - CO_2 - H_2O i és la presència de carbonats la que condiciona aquest paràmetre, ja que no s'ha trobat correlacions significatives amb altres característiques del sòl. L'ordre de magnitud de variació de pH en els mesos d'estudi és baix, malgrat que l'aport de fertilitzants, i en particular del sulfat amònic, tendeix a incrementar l'acidesa

del sòl quan s'oxida a nitrat (nitrificació). Aquest efecte s'observa en els mesos posteriors al tractament (Figura 1) encara que en nou mesos s'han recuperat i superat els nivells inicials de pH.

Els valors de salinitat (C.E.) presenten gran heterogeneïtat en el període estudiat. La concentració de sals solubles en el sòl és una característica amb alta variabilitat estacional, depenent de les condicions hídriques del sòl (Richards 1977); en un sòl agrícola, a més, cal tenir en compte els efectes que els possibles aport de fertilitzants provoquen de manera local i en un període curt de temps. Encara que els índexs de salinitat de Rader dels adobs utilitzats (sulfat amònic: 69, sulfat potàssic: 46, i superfosfat càlcic: 7.8) no són dels més elevats, el seu aport es tradueix en un increment evident en la conductivitat elèctrica a partir del mateix mes en què

es realitza (comparació del mes 2 amb el sòl inicial, sense tractament, Figura 2). Els nivells alts posteriors a l'aplicació dels adobs es van esmorteint paulatinament fins al final de l'estudi en què l'efecte de l'aport sembla haver desaparegut.

En l'experiència es va realitzar un reg setmanal (30 mm d'aigua) fins al final de la recollida de pebrots (mes 7) que deu haver mitigat en part, atenent als continguts d'aigua del sòl, taula 2, les més altes concentracions de sals solubles en la superfície del terreny causades per les fortes concentracions d'evapotranspiració durant l'estiu (Bohn et al. 1979). La disminució en els últims

mesos dels valors de C.E. s'atribueix al rentat de les sals en fondària.

Nitrogen total. Relació C/N.

El N del sòl és, en un alt percentatge, nitrogen orgànic i la seva dinàmica de mineralització i, per tant, la seva alliberació en formes assimilables per a les plantes, dependrà en gran mesura de l'activitat biològica i de la naturalesa de les molècules orgàniques que contenen aquest nitrogen (MnGill & Cole 1981). Es per això que la interpretació de la fertilitat del sòl en relació amb el nitrogen no es pot basar exclusivament en el contingut de N total i cal considerar simultàniament la relació

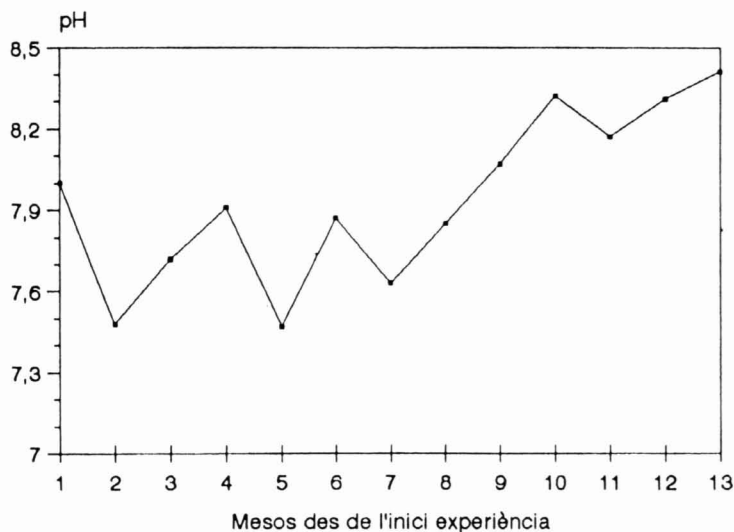


Figura 1. Evolució dels valors de pH (H₂O).

Figure 1. pH evolution.

C/N, que és un indicador de l'estat de descomposició i naturalesa de la matèria orgànica.

El contingut de N total és pràcticament constant en tots els mostratges (Taula 3). El N aportat amb els adobs (0.006% per a 10 cm de sòl) és d'un ordre de magnitud despreciable en relació amb el contingut existent en el sòl inicial, ja que només representa un 3.5% d'aquest (i en realitat és un valor màxim, ja que l'adobat s'incorpora per llaurada de 15-20 cm). Encara que l'increment relatiu posterior a l'aplicació dels fertilitzants és en el primer mes del 19% (Taula 2), l'evolució posterior demostra que aquest increment es troba

dins del rang d'oscil·lació observat en els continguts de N al llarg de l'any.

En ser el contingut de N total gairebé constant, les variacions en la relació C/N responen a la proporció de N que està en forma orgànica, depenent aquesta de la quantitat de matèria orgànica. Conseqüentment, la variació de la relació C/N és ben correlacionada amb el % de C (Figura 3): $C/N = 0.835 + 4.96\%C$ $r^2=0.866$ i, per tant, sembla indicar que la composició de la matèria orgànica d'aquests sòls segueix una pauta global homogènia. En els punts on hi ha més quantitat de restes orgàniques poc transformades hi ha un %C més elevat i també una relació C/N

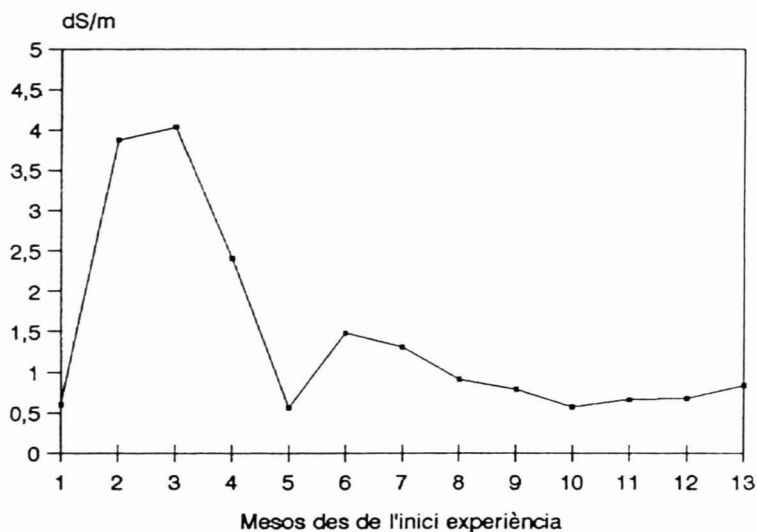


Figura 2. Evolució dels valors de CEE.

Figure 2. CEE evolution.

Figura 3. Relació entre els valors de C/N i el % C orgànic.
Figure 3. Relation between the C/N and % C organic.

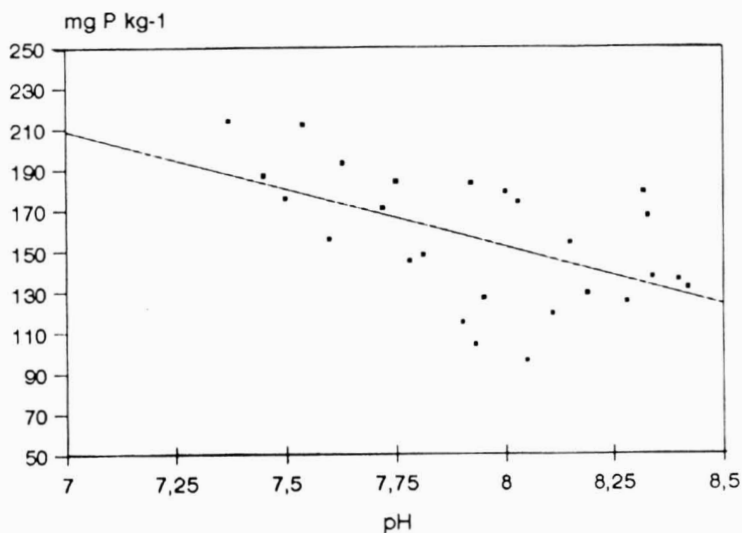
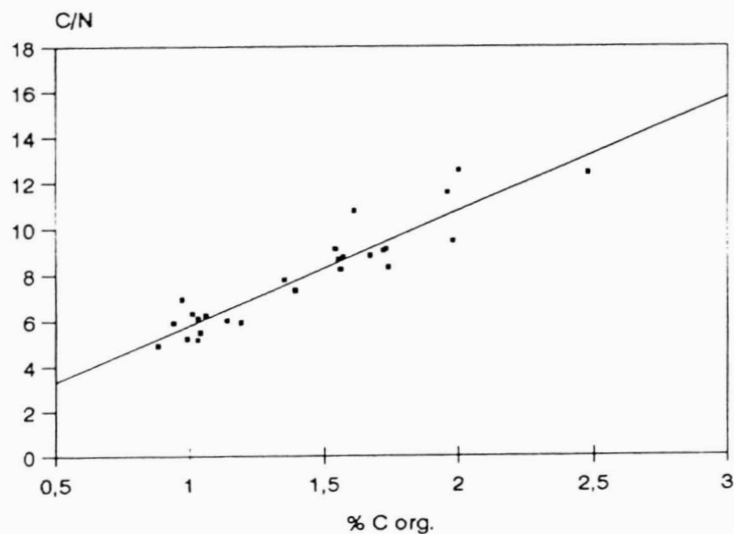


Figura 4. Relació entre els valors de P assimilable i el pH.
Figure 4. Relation between the available P and pH.

superior, per comparació amb els punts més pobres en restes orgàniques fresques. Les mostres menys orgàniques tenen C/N baixes, atribuïbles a la presència de quantitats de N inorgànic relativament apreciables que fan disminuir notablement la relació C/N. Tanmateix, totes les mostres presenten un grau de transformació elevat segons les poques relacions C/N superiors a 10 trobades. No hi ha doncs pautes temporals de transformació de la matèria orgànica detectables en el període estudiat.

Fòsfor i Potassi

Els valors de fòsfor assimilable són molt alts en tots els mostratges realitzats. En un sòl amb textura franca, es considera que el P extret pel mètode Olsen és alt ja a concentracions de 25-50 mg P kg⁻¹ sòl (Dominguez Vivancos 1989). El fòsfor és un element poc soluble, poc mòbil, i, en conseqüència, s'ha acumulat en els sòls estudiats durant les fertilitzacions dutes a terme en experiències anteriors a les del present estudi.

A més de la variabilitat espacial que presenta aquest paràmetre en els sòls (Serret & Josa 1986), els nostres resultats indiquen una certa variabilitat temporal. L'increment produït per l'aport de l'adob fosfatat és d'un 60% respecte el nivell inicial i es correspon amb la dosi aplicada. Aquestes dades confirmen la poca

mobilitat d'aquest element, encara que l'efecte de l'aport de l'adob és difícil d'avaluar en aquests sòls amb un contingut inicial tan alt de fòsfor.

El contingut en P està significativament correlacionat ($p < 0.01$) amb els valors de pH (Figura 4) segons la funció: $\text{mg P kg}^{-1} = 608.6 - 57.1 \text{ pH}$, a causa de la poca solubilitat dels fosfats càlcics que predominen a pH mes elevats.

La combinació de tres factors: mobilitat del K, continguts mitjans en el sòl el suficientment baixos com per que es puguin detectar canvis deguts a l'aport per abonat i a l'extracció per la planta i, l'afegidor de la pròpia heterogeneïtat del sòl, fan que les pautes de variabilitat temporal del K assimilable (Figura 5) siguin complexes i no directament interpretables en base a la informació disponible.

CONCLUSIONS

Malgrat que la mostra composta analitzada en cada mes recull gran nombre de mostres individuals, la variabilitat que presenten alguns paràmetres, contingut de matèria orgànica, de N i de K assimilable, deu encobrir possibles canvis temporals que, en qualsevol cas deuen ser de petita magnitud. Les pautes temporals s'evidencien en paràmetres fortament afectats per l'adobat i/o les condicions climàtiques: és el cas del pH i la C.E. Com que el P és un element la

solubilitat del qual està determinada per les condicions químiques del sòl, la seva evolució es pot descriure més en funció del pH i CaCO_3 que directament en funció del temps, ja que, encara que el pH segueix una pauta temporal, aquesta no es dona en absolut en el contingut de CaCO_3 .

Per últim, alguns paràmetres no presenten canvis temporals al llarg de l'any, per ser la seva evolució de període superior; la variabilitat que presenten és, per tant, únicament espacial. El contingut en elements grollers i en CaCO_3 són paràmetres d'aquest tipus.

En relació amb els fertilitzants aportats, el seguiment de la seva evolució temporal està afectat per dos aspectes. El primer és l'ordre de magnitud de l'aport en relació amb la concentració de l'element al sòl. En els sòls estudiats el N aportat és indetectable en relació al N mitjà del sòl i, en canvi, P i K aportats si que són rellevants en relació amb les concentracions en forma extractable d'aquests elements. El segon aspecte és la sensibilitat de la forma de l'element analitzada als processos dinàmics del sòl en un període curt. La solubilitat i mobilitat del K i la important demanda pel cultiu, fa que el seu contingut presenti

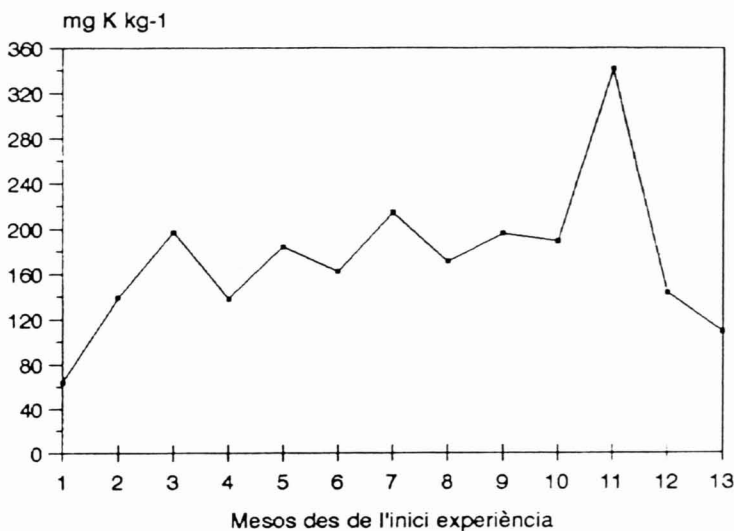


Figura 5. Evolució dels valors de K assimilable.

Figure 5. Available K evolution.

fortes fluctuacions de període curt i que la mitjana puntual del seu mostreig sigui de difícil interpretació. Els factors que condicionen la concentració del P en for-

ma extractable són, en canvi, més estables i fàcilment mesurables, en ser els fosfats poc solubles.

BIBLIOGRAFIA

- BOHN, G.H. & McNEAL, B. & O'CONNOR, G. 1979. Soil Chemistry. John Wiley & Sons. New York.
- DOMINGUEZ VIVANCOS, A. 1989. Tratado de fertilización. 2 ed. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- McGUILL, W.B. & COLE, C.V. 1981. Comparative aspects of cycling of organic C, N, S and P through soil organic matter. *Geoderma* 26.
- PONS, R. 1983. Estudi de la dinàmica dels bromurs al sòl. Tesi de Llicenciatura. U. Barcelona.
- RICHARDS, L.A. (Ed.) 1977. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa. Mexico.
- SERRET, F. & JOSA, R. 1986. Variabilidad espacial del fósforo asimilable. Riegos y drenajes 8.
- SOLÉ SABARÍS, L. 1958. Ensayo de interpretación del Cuaternario Barcelonés. *Miscellanea Barcinonencia* III:7-54.
- USDA. 1973. Investigación de suelos. Métodos de laboratorio y procedimientos para recoger muestras. S.S.C. Ed. Trillas. Mexico.
- WARRICK, A. & NIELSEN, B.R. 1980. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel (Ed.) *Applications of soil physics*. Academic Press. New York.