

Aparell de sedimentació contínua,
model Vidal-Oriol

pels Professors

M. VIDAL I DE CARCER ; A. ORIOL I ANGUERA

(Extret d'ARXIUS de l'Escola Superior d'Agricultura.

Nova sèrie. — Fascicle VI)

BARCELONA

MCMXXXV



R. 15264

Aparell de sedimentació contínua, model Vidal-Oriol

Nota prèvia

EN espera de poder publicar molt aviat un treball monogràfic sobre l'abast que té la física del sòl en l'aspecte teòric i pràctic de l'agricultura, avui avançarem uns apunts esquemàtics, per tal de presentar el nostre «aparell registrador».

La importància extraordinària que la física del sòl té per a fer-ne aplicació agrícola directa, no tractarem de concretar-la aquí. Recordarem només que en qualsevol agronomia s'estudien successivament:

- a) Textura de les terres.
- b) Consistència de les terres.
- c) Estructura de les terres.

i que en cada un d'aquests apartats es troben descrits sengles paràgrafs, sengles planes, que ens fan l'elogi del seu valor altíssim per a aquesta o aquella determinada vegetació. Així, per exemple, quant a l'apartat a) es classifiquen els sòls en

tubulars
porosos
fenellats
esponjosos
reticulats
laminars
cavernosos

Quant a l'apartat b) o de la consistència del sòl tampoc no en parlarem en aquesta nota prèvia, però més endavant en farem un estu-

di monogràfic. Hom classifica els sòls, pel que fa referència a la consistència en:

- a) durs
- β) mixtos
- γ) enganxosos
- δ) fluixos
- ε) flonjos

I quant a l'estructura, o partat c), són igualment coneguts els resums tipològics que fan veritables inventaris de sòls segons la seva morfologia. Divuit, vint, vint-i-cinc tipus diferents de sòls que fan ressó només a la seva especialíssima estructura. Un estudi detallat, l'assajarem de fer nosaltres mateixos des de les publicacions immiments de l'Institut dels Sòls de Catalunya.

Com a primera providència ens interessa remarcar tres sentències:

1.^a Que aquesta terna que sosté tot l'estudi físic del sòl, aquesta terna que s'estudia sota la trilogia de *Textura-Consistència-Estructura*, recolza directament sobre la distribució de grandàries o fraccions ponderals del sòl.

2.^a Que això justament s'estudia amb rapidesa i comoditat amb el nostre aparell registrador.

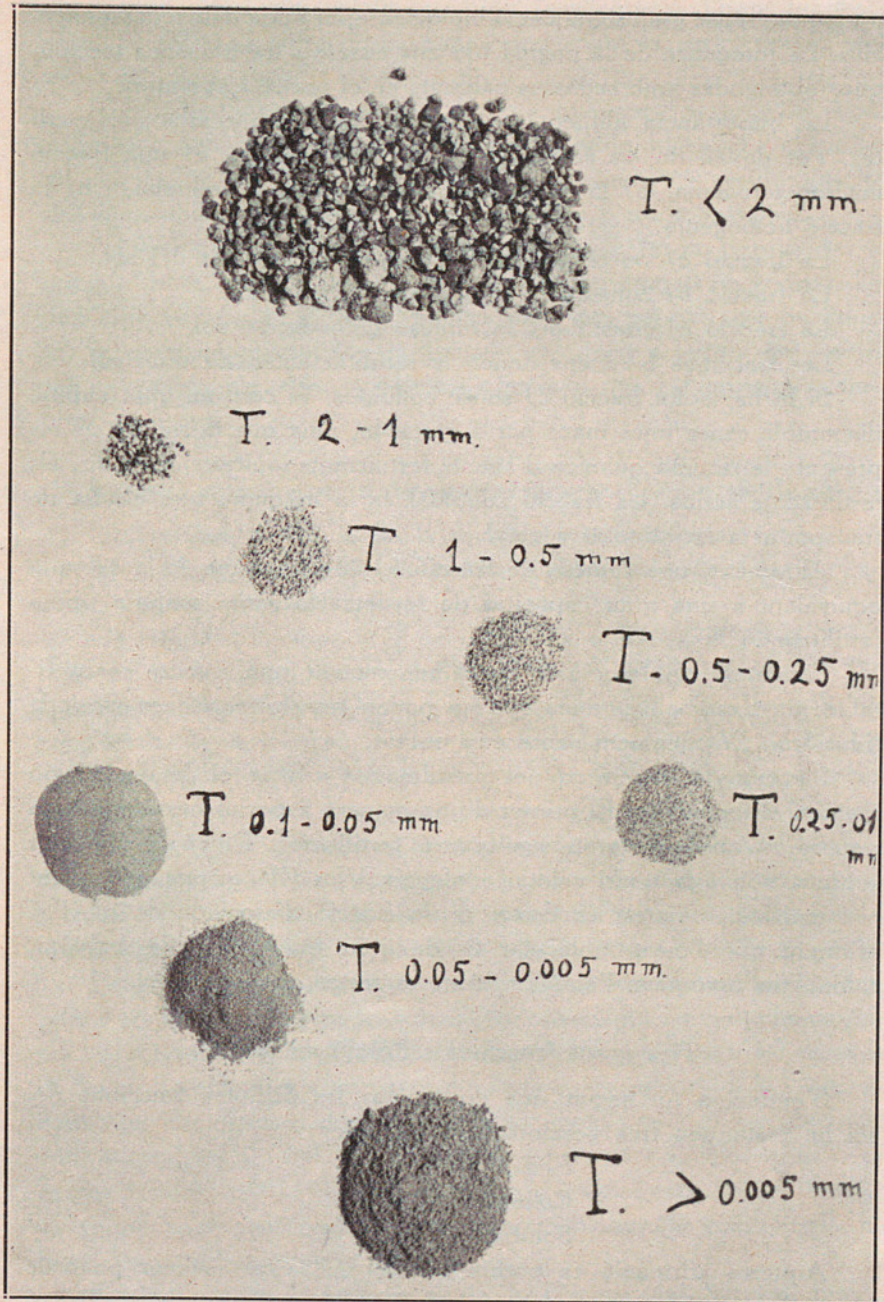
3.^a Que la repercussió que té sobre la vegetació és extraordinària, ja sigui directament per als processos d'assimilabilitat condicionats per una estructura especial del sòl, ja sigui indirectament perquè aquesta regula els caràcters no químics com són ara la humitat, hidrofília, difusió, etc.

Estat que prenen les diferents fraccions del sòl

La química del sòl, regula sense cap mena de dubte la seva riquesa en fertilitzants. Però remarquem-ho bé, *no en fertilitat*. El sòl no en té prou de tenir molts elements *fèrtils*, cal que s'assimilïn, i això és un problema físic o físico-químic. Això ens ho dirà—només—l'estat de dispersió que tenen els elements que entren en la constitució del sòl.

Les fraccions grosses, i sobretot el residu insoluble procedent d'un extracte clorhídric, es troben en una dispersió grollera, sense significació alimentària ni tampoc química. Formen una *suspensió mecànica*.

Gran part d'aquesta fracció es pot mesurar còmodament—per al-



Fraccions de sòl obtingudes mecànicament amb sedassos

tra banda, sense gran significació biològica—per mitjà dels sedassos senzills. La fotografia de la pàgina 639 ens ensenya les fraccions mecàniques obtingudes amb sedassos calibrats en el nostre Laboratori.

La importància alimentària comença en les fraccions més petites. Per davall de les suspensions ens resten encara *a*) una fracció macroheterogènia, *b*) la fracció microheterogènia o col·loïdal, i *c*) la fracció homogènia.

La fracció *a*) no té gaire influència en la fertilitat del sòl.

La fracció *b*) constitueix la *riquesa física* del sòl.

La fracció *c*) constitueix la *riquesa química* del sòl.

Les fraccions *b* + *c* ens donen la fertilitat autèntica d'un sòl.

Si hi ha molta fracció *c*) sense col·loides, és com un gran capital disponible sense unes mans per a gastar-lo, puix que la fracció *c*) representa la riquesa química d'agents fertilitzants ionitzats, és a dir, els fertilitzants actius. La fracció col·loïdal és la màquina que els ha de transportar a la intimitat vegetal.

Altrament, una riquesa de fracció *b*) en detriment de la *c*) seria equivalent a una gran capacitat de fertilització sense matèria prima fertilitzant.

Finalment, la fracció *a*) ve a representar una riquesa inaprofitable, un tresor en làmines que no poden transformar-se en moneda fiduciària. Pràcticament sense cap utilitat.

I encara la fracció *c*) pot prendre dos estats: el de dissociació iònica i el molecular. El primer d'una manera especial representa una riquesa química de gran significació fertilitzant. Diuen els clàssics «*corpus non agunt nisi soluta*» i afegeix Vles (1) «*corpus non agunt nisi ionisata*». Aquest és l'estat de la fracció dissociada de *c*). I si afirmem que l'estat molecular és de gran transcendència química, caldrà que invoquem l'equilibri entre aquestes dues porcions.

Tres grans fraccions : Porció mecànica

S'endevina tot seguit que en valorar les distintes fraccions del sòl hi destaquen tres porcions ben definides:

Residu.

Col·loides.

Solubles.

Aquesta afirmació es podria fer de qualsevol sistema polifàsic que volguéssim estudiar seriosament. Vegi's per exemple la Físico-química (2) d'un de nosaltres i serà fàcil de certificar aquesta afirmació.

Alguns autors han volgut començar la separació d'aquestes fraccions, no sobre la terra directament, sinó sobre la seva «porció mecànica».

S'entén per porció mecànica tot allò que resta després de separar-ne el col·loide orgànic, el complex sal-soluble, el sulfat i el carbonat càlcic. Per tant, la porció mecànica comprèn, els residus insolubles, el complex al·lofanoide i l'aigua química o de composició.

Aquesta consideració ens podríem evitar de fer-la, perquè per al nostre objecte, o sigui per a la descripció d'un aparell no hi resa. De totes maneres ens hi entretindrem un altre dia, perquè això ha donat lloc a unes interpretacions llastimoses per part d'autors del nostre país, els quals per altra banda ens mereixen una elevadíssima consideració i estima.

Aparells emprats per a determinar diferents fraccions de sòl

En l'anàlisi mecànica de la terra la cosa interessant és obtenir un detall de la proporció que de cada tipus de grandària de partícula conté una mostra.

Els mètodes de separació per mitjà de sedassos, el de sedimentació de Schlœsing (3), de Hall (4), de Wolf (5), de Kühn (6) amb les modificacions de Vagner (7) i de Knop (8) respectivament als mètodes de Wolf i Kühn; els de levigació de Schöne (9), de Kopecky (10), d'Atterberg (11), no fan més que separar les partícules en grandàries compreses entre un màxim i un mínim per cada graó voluntari o forçat, segons el mètode i la seva precisió. Aquests sistemes que podríem anomenar clàssics, proporcionen una classificació discontinua d'elements, anomenats pedres, graves, arenas grolleres, arenas fines, llims, argiles i col·loides, segons la seva grandària.

Però resulta que, segons els mètodes emprats com a oficials en un país o en altre, difereixen les grandàries compreses en cada denominació i així tenim que la classificació oficial nord-americana del «Bureau of Soils» diu col·loides a les partícules compreses entre 0 i 0,005 mm. de diàmetre, els anglesos donen la mateixa denominació a les partícules compreses entre 0 i 0,0014 mm. de diàmetre; els francesos a les compreses entre 0 i 0,0012; l'escala Kopecky a les compreses entre 0 i 0,01, i això que passa amb els col·loides passa semblantment amb l'argila, els llims, les arenas i graves.

En el Congrés internacional de la Ciència del Sòl, celebrat a Roma l'any 1924, es va acordar fer una classificació que homogeneïtzés les diferències d'escala que hi havia fins al moment, i va ésser Atter-

berg qui va donar l'escala anomenada internacional o d'Atterberg. Aquesta escala té com a tipus 2 per tal de reduir a la unitat el radi dels màxims i mínims de cada denominació. Diu així:

Colloïdes: partícules compreses entre 0 i 2 micres.

Argiles: partícules compreses entre 2 micres i 20 micres.

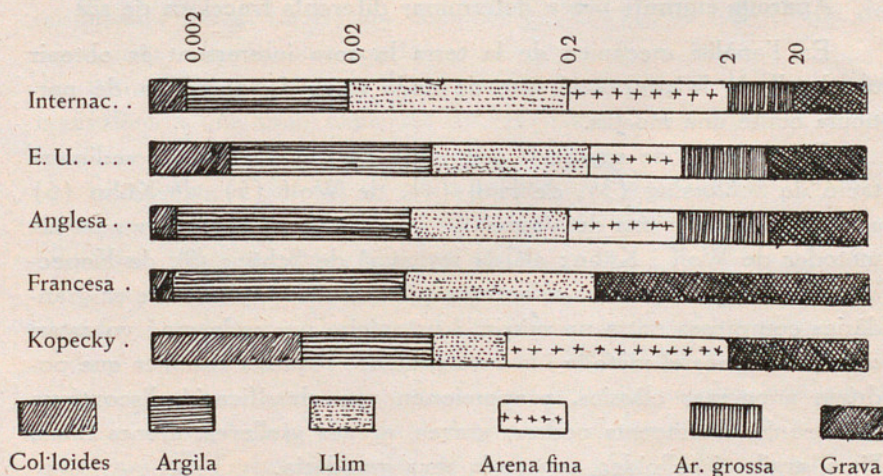
Llims: partícules compreses entre 20 micres i 200 micres.

Arenes: partícules compreses entre 200 micres i 2 mm.

Graves: partícules compreses entre 2 mm. i 20 mm.

Pedres: partícules majors de 20 mm.

Però això que hauria de representar la solució o uniformitat de les anàlisis mecàniques, no ha fet més que augmentar en una escala el conjunt de les que disposàvem i la situació es troba en aquest respecte de la forma que gràficament expressem a continuació, inspirat del llibre de Demolon (12).



I encara que potser menys clar, però més exactament, es veurà en el quadre de la pàgina següent, tret de Russell (13).

Això, pel que fa referència als mètodes de sedimentació discontinua.

Quant als mètodes de sedimentació contínua sols els de Wiegner (14) i el de Sven Oden (15) són dignes de citar.

El primer està basat en les diferències de densitat entre l'aigua destil·lada sola i l'aigua destil·lada amb els elements en suspensió, els quals donen, en posar-se en contacte, una diferència de nivell. Fent lligides successives i en temps precisos, d'aquestes diferències es pot construir una corba susceptible d'ésser interpretada matemàticament. L'aparell,

Noms i grandàries de les fraccions obtingudes per anàlisi mecànica de sòls de diferents països

Antic mètode anglès (reemplacat en 1928)		Amèrica de l'Oficina de Sòls		Mètode alemany antic (Verband landw. Versuchs-Stat)		Anglès i internacional (basat en Atterberg)	
Nom de cada fracció	Límits del diàmetre de les partícules en $\frac{m}{\%}$	Nom de cada fracció	Límits del diàmetre de les partícules en $\frac{m}{\%}$	Nom de cada fracció	Límits del diàmetre de les partícules en $\frac{m}{\%}$	Nom de cada fracció	Límits del diàmetre de les partícules en $\frac{m}{\%}$
Grava fina...	3,1			Roca.....	major de 5	Grava (Kies) ..	major de 2
Arena grossa.	1 — 0,2	Grava fina....	2 — 1	Grava.....	5 — 2	Arena grossa..	2,0 — 0,2
Arena fina...	0,2 — 0,04	Arena grossa ..	1 — 0,5	Arena molt grossa.	2 — 1	Arena fina (Mo, Feinsand)....	0,2 — 0,02
Llim.....	0,04 — 0,01	Arena mitjana.	0,5 — 0,25	Arena de gra mitjà.	1 — 0,5	Llim (Schluff Staub).....	0,02 — 0,002
Llim f.....	0,01 — 0,002	Arena fina....	0,25 — 0,10	Arena molt fina...	0,5 — 0,2	Argila (Ton, Schlamm)...	menor de 0,002
Argila.....	menor de 0,002	Arenamolt fina.	0,10 — 0,05	Pols mineral.....	menor de 0,2		
		Llim.....	0,05 — 0,005	Argila.....			
		Argila.....	menor de 0,005				
		Frac. col. loïdal	menor de 0,002				

en síntesi, consta d'un tub en U la part inferior del qual té una clau que posa en contacte les dues branques, a voluntat. En la pràctica, l'aparell consta d'un tub de 130 cm. de llarg i gruixària apropiada, que porta unit, a un terç de la part inferior i per mitjà d'una aixeta, un altre tub, però aquest més prim, que és el que s'omple d'aigua destil·lada. A la part superior de les dues branques porta unes graduacions per tal d'apreciar la diferència de nivell.

Aquest aparell i mètode, que va tenir una gran acceptació, fa uns quants anys que ha estat arreconat per poc pràctic, degut a la seva fragilitat i a l'ensem perquè és susceptible d'errors de llegida, ja que s'han de fer a cop d'ull i amb una gran rapidesa.

Sven Oden va donar a conèixer, l'any 1915, el seu aparell de sedimentació contínua, que consisteix, en essència, en una balança de precisió que té un plat de dimensions ja ben determinades, submergit en una proveta de sedimentació. L'altre platet porta un dispositiu especial, el qual, quan l'equilibri es trenca, forma un curtcircuit que provoca la caiguda d'un nou pes en la balança a l'ensem que marca en l'aparell registrador un punt.

La unió de tots aquests punts donarà una corba que té una apreciació matemàtica.

Aquest aparell és bo per a fer anàlisis de sediments molt fins.

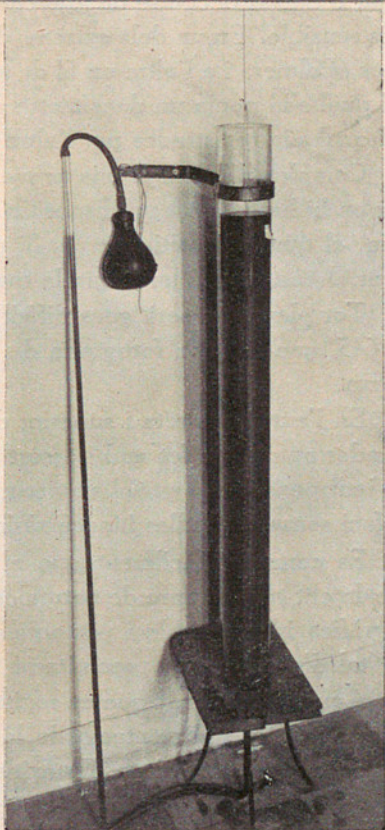
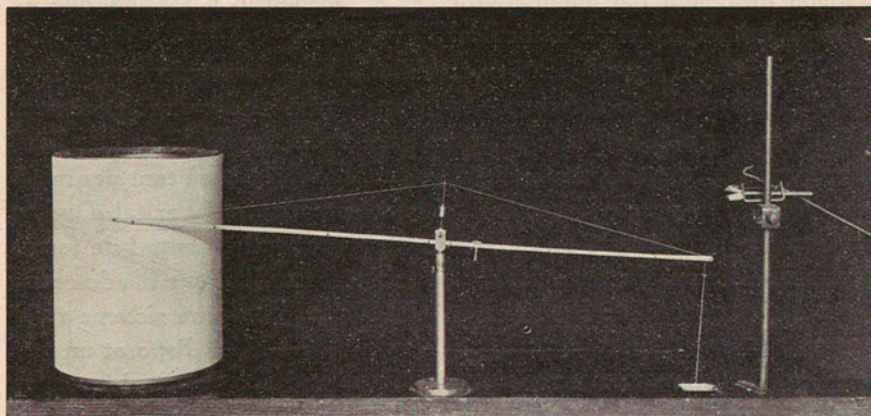
El principal inconvenient de l'aparell és la seva extrema complicació, motiu pel qual ha de resultar d'un preu gairebé prohibitiu. A més, és susceptible de diverses menes d'errors, i encara sols és aplicable en determinacions de partícules molt fines.

Posteriorment, Robinson (16) encara assaja una modalitat nova d'aparell dintre el mateix ordre d'idees. Aquest autor en lloc de traduir les diferents partícules per les grandàries respectives, deduïdes de la fórmula de Stokes (17) ataca directament aquesta fórmula i descriu les partícules segons la seva velocitat de caiguda.

Robinson cerca els logaritmes d'aquestes velocitats i els refereix als percentatges de les corresponents fraccions. Així obté corbes uniformes que tradueixen la composició mecànica del sòl, de la qual es pot deduir les quantitats relatives, per qualsevol dels mètodes ordinaris. Cal afegir encara, que els resultats calculats d'aquesta manera concorden amb les quantitats trobades experimentalment.

Descripció del nostre aparell

El nostre aparell és de sedimentació contínua i dóna ja directament una corba registrada en un quimògraf.



*Aparell de sedimentació con-
tínua, model Vidal-Oriol*

El fonament de l'aparell és la pèrdua de densitat que experimenta l'aigua destil·lada que conté partícules en suspensió a mesura que es van dipositant aquestes partícules.

Consisteix l'aparell en una creu de balança muntada damunt un peu fix per mitjà de centres de rellotgeria, per tal d'evitar tot ròssec. Aquesta creu està formada per dues tires d'alumini de 50 cm. de llarg per 5 mm. d'ample i 1 mm. de gruix, juntades de tant en tant per mitjà de cargolets. Aquesta disposició evita la flexió lateral. Per tal d'evitar la flexió de dalt a baix s'ha disposat d'un petit arbre central de ferro, normal a la creu, l'extrem del qual s'uneix per mitjà d'uns fils de seda, amb els extrems lliures de la creu. Així s'aconsegueix un sistema rígid de molt poc pes. En aquest petit arbre de ferro s'hi ha disposat un pes que es desplaça a tota la llargada del dit arbre i que té per objecte fer pujar o baixar el centre de gravetat de la creu, per tal de fer la balança més sensible. En un dels extrems de la creu hi ha una agulla indicadora tipus «Palmer» i a l'altre un fil de seda d'uns 2.50 m. de llarg a l'extrem del qual s'hi penja un densímetre especialment construït, les variacions del qual són registrades per l'altre extrem de la creu.

Completen l'aparell una proveta ad hoc, foradada per la part inferior on hi ha col·locat un dispositiu de vidre amb forats en forma de corona, el qual dispositiu, en fer-hi passar aire a pressió, agita enèrgicament el contingut i uniforma la massa del líquid.

Tot plegat no serà gens difícil de resseguir en la figura de la pàgina 645, que és una fotografia de l'aparell feta mentre aquest està en marxa.

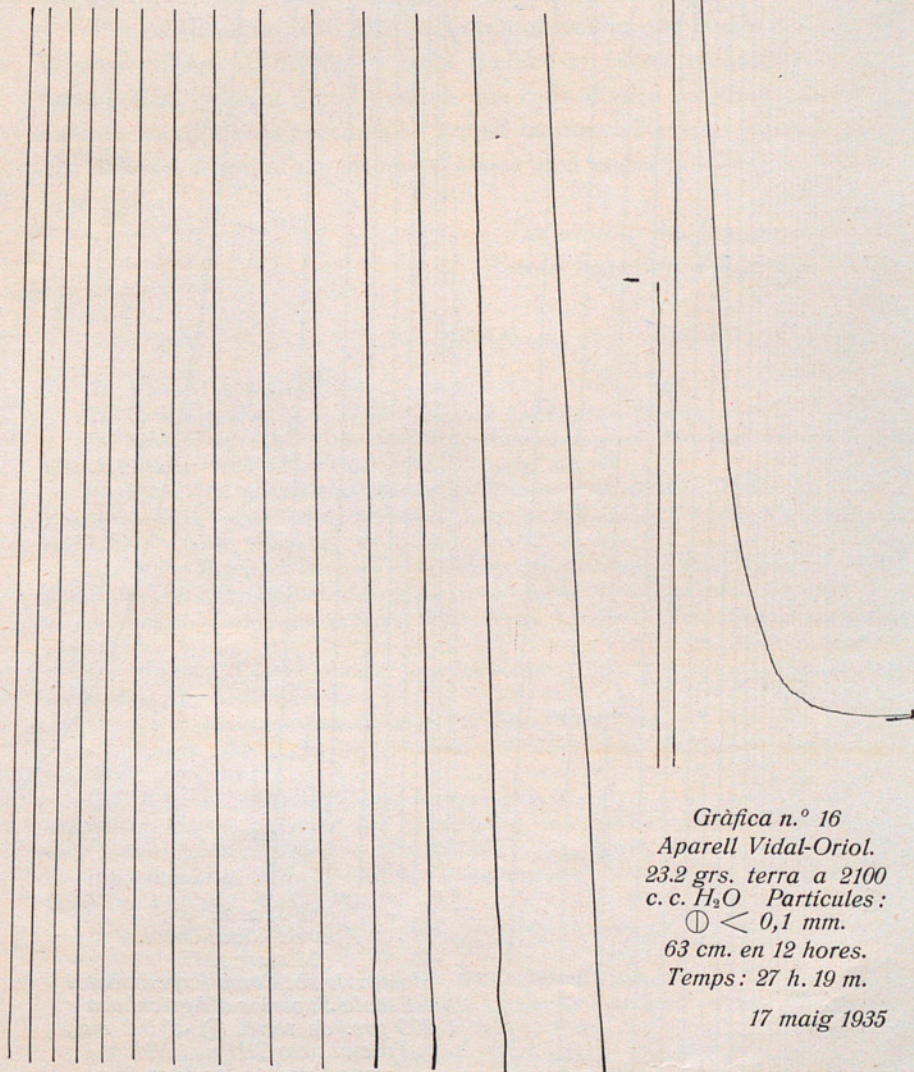
En l'extrema dreta i superior de la fotografia s'hi endevina un disparador automàtic fet amb ressort d'acer. Tanmateix és una complicació indispensable si es vol aconseguir que la posta en marxa de l'aparell es faci sense fer ratlles innecessàries a les gràfiques.

Es comprèn fàcilment que el traçat que obtindrem si l'estenem linealment serà sempre de naturalesa parabòlica. Aquesta extensió faria la gràfica interminable i per aquesta raó li fem donar diferents voltes per tal d'esperar una precipitació total.

Aquesta resultant que es registra al paper té com a única variable la velocitat de sedimentació de la terra i per tant la grandària de les partícules que precipiten. És evident que si coneixem la quantitat de terra posada en barreja aquosa i tenim l'estat inicial del densímetre, el final, i tot el trajecte registrat gràficament, ens serà possible deduir matemàticament totes les dades necessàries per a saber les fraccions de la mostra i la seva relativa proporció.

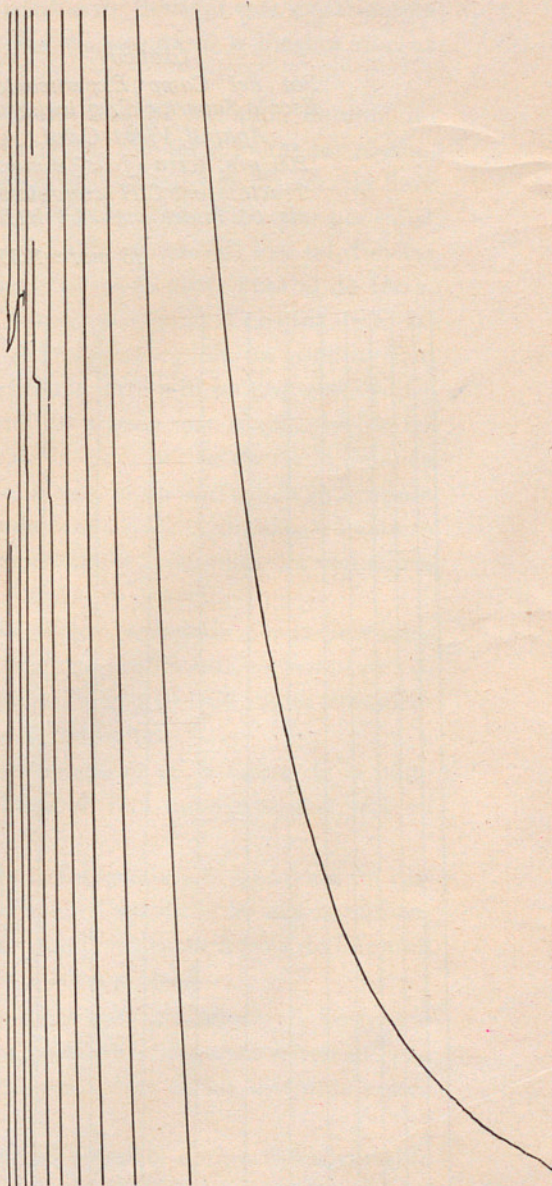
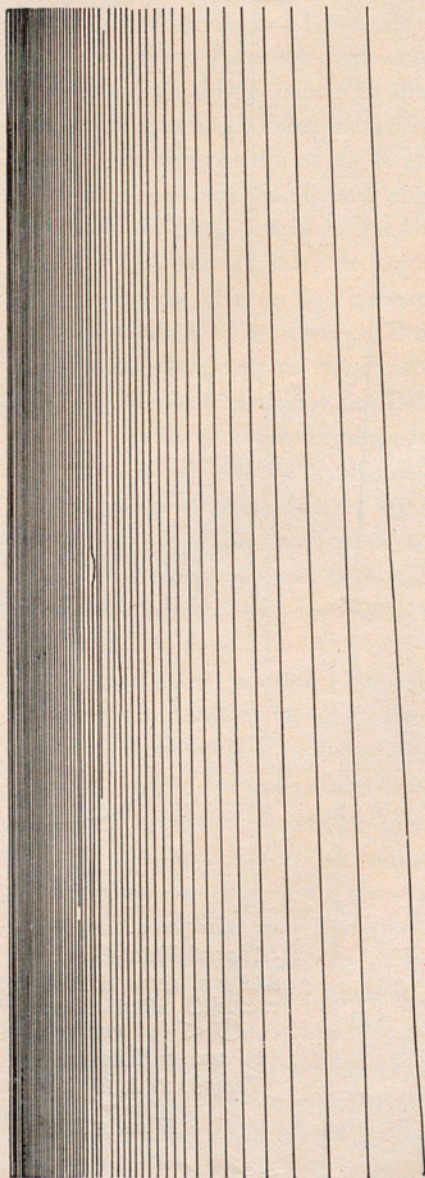
Les gràfiques que adjuntem a continuació, mostraran el camí que

Gràfica
 Sòl del Camp Experimental
 Escola Superior d'Agricultura.
 Aparell Vidal-Oriol.
 200 grs. terra $\text{O} < 2 \text{ mm.}$
 Tractats amb ClH i coagulats
 els col·loides amb Cl NH_4
 13 març 1935



Gràfica n.º 16
 Aparell Vidal-Oriol.
 23.2 grs. terra a 2100
 c. c. H_2O Particules:
 $\text{O} < 0,1 \text{ mm.}$
 63 cm. en 12 hores.
 Temps: 27 h. 19 m.
 17 maig 1935

Gràfica n.º 7
 Aparell Vidal-Oriol.
 Mostra de sòl Camp Experimental
 Escola Superior d'Agricultura
 200 grs. terra
 Diàmetre < 2 mm.



Gràfica n.º 8
 Aparell Vidal-Oriol.
 13 març 1935
 Mostra de sòl Camp Experimental
 Escola Superior d'Agricultura
 200 grs. de terra $\oplus < 0,2$ mm.
 Tractat amb $\text{ClH}^{\text{n}/5}$ i $\text{NH}_3^{\text{n}/10}$
 Temps d'una volta: 23 m. 35 s.

hem seguit fins arribar a les gràfiques definitives que ara obtenim mostres, de les quals són les numerades amb els números 8 i 16.

L'enfarfec matemàtic que representaria la traducció d'aquestes gràfiques i el seu abast per a la tipologia de sòls ho deixem per a un segon treball de tipus monogràfic, on no podríem ni sabríem caure en les omisions bibliogràfiques valuosíssimes que escapen del caràcter d'aquesta nota prèvia on només volem presentar l'aparell com un estri pràctic que permet donar tota una classificació mecànica de les fraccions petites del sòl amb un registre automàtic de la sedimentació.

Per tal de simplificar tot l'aspecte matemàtic que podria complicar la seva utilització, estem en camí d'elaborar paper millimetrat per a nomografia, calculat de tal manera que cada divisió ens doni automàticament les diferents porcions en aquell moment. Naturalment que això ens obligarà a fer tot un sistema d'àbacs molt engorronidor, que tot just hem iniciat.

*Laboratori de Bioquímica
Escola Superior d'Agricultura.*

BIBLIOGRAFIA

- (1) Vles, «*Precis de Chimie Physique*». Vigot. París, 1929.
- (2) Oriol i Anguera, A. «*Físico-Química Fisiológica*», Morata, Madrid, 1932.
- (3) Schloesing, «*Ueber die mecanische Bodenanalyse*». *Comptes Rendus*, vol. CXXXVI, pàg. 1608-1613 i vol. CVVVVII, pàg. 398-401.
- (4) Hall, «*Die mecanische analyse des Bodens und die sich hierbei für dessen Zusammensetzung ergebenden Schlussfolgerungen*». *Transact. of the Chem. Soc.*, vol. LXXXV, pàg. 950-963.
- (5) Wolf, «*Entwurf zu einer Methode der Bodenanalyse. Met. Versuchen über physikalischen Eigenschaften des Bodens*». *Landwirs. Vers. Stat.*, vol. VI, pàg. 141.
- (6) Kühn, «*Bodenuntersuchung*» *Vers. Verb. Landwirs. Vers. Stat. zu Bremen*, pàgina 229.
- (7) Wagner, «*Untersuchungen von Bodenarten*», *Bericht. der Vers. Stat. Darmstadt 1874*, pàg. 62-63.
- (8) Knop, «*Bodenuntersuchungen*», *Landwirs. Vers. Stat.*, vol. XV, pàg. 13 i 75.
- (9) Schöne, «*Ueber Schlammanalyse und einen neuen Schlammapparat*», *Berlín*, 1867.
- (10) Kopecky, «*Die Bodenuntersuchung zum Zwecke der Drainagearbeiten mit besonderer Berücksichtigung der Ausführung mecanischer Bodenanalyse mittels einer neuen Schlammapparates*», *Praga*, 1901, i *Int. Mitteil. Bodenk. IV*, pàg. 199.
- (11) Atterberg, «*Die mecanische Bodenanalyse*», *Verh. II Int. Agrog. Kouf.*, *Stockolm*, 1910, vol. V, pàg. 11.
- «*Die mecanische Bodenanalyse und die Klassifikation der Mineralböden Schwedens*» *Int. Mitteil. Bodenk.*, vol. II, pàg. 312.
- (12) Demolon, «*La Dynamique du Sol*», *Dunod*, París, 1932.
- (13) Russell, «*Condiciones del suelo y crecimiento de las plantas*». Traducció de l'anglès. *Editorial Poblet*, Madrid-Buenos Aires, 1934.
- (14) Wiegner, «*Ueber den Einfluss verschiedener Vorbehandlungs methoden auf den mit Hilfe des Schlammapparates von Wiegner-Gessner ermittelten Dispeisi-*

tätsgrad von Boden suspensionen». Actes IV Conf. Intern. Pedol., Roma, 1924, II, pàgines 87-100.

«Methode der Untersuchung von Bodensuspensionen und des Dispersiongräds nach Wiegner-Gessner», vol. XXIII, 1927, pàgs. 377-390.

(15) Oden, «Studien über Tom. II. Automatische registrirebate Methode zur mechanischen Bodenanalyse», Bull. of the Geol. Inst. Upsala, vol. XVI, pàgs. 15-64.

(16) Robinson, «Eine neue Methode der mechanischen Analyse der Boden und anderer Dispersionen», Journal of Agr. des Scienc., vol. XII, pàgs. 306-321 i vol. XIV, pàg. 626.

(17) Stockes, «Ueber Schlammmethode», Cambr. Transc., vol. VIII, pàg. 287.

RESUMEN

Los autores presentan un aparato de gran utilidad para separar las fracciones mecánicas del suelo. Primero anotan la importancia del problema. Luego invocan la exactitud del aparato, y finalmente hacen una descripción somera del mismo.

Se trata de un aparato registrador que hace una gráfica de la velocidad de sedimentación de las distintas partículas puestas en digestión acuosa. En principio, tiene el mismo fundamento que el de Wiegner, que el de Oden y que el de Robinson. Mucho más exacto que el primero y mucho más simple que estos dos últimos, da una gráfica continua de fácil interpretación.

Finalmente, los autores indican la descripción «in extenso» del aparato y de su interpretación matemática, en un trabajo monográfico próximo a publicar entre las actividades del Instituto del Suelo de Cataluña.

SUMMARY

The authors introduce to our attention an apparatus of great utility the purpose of which is that of separating the mechanical fractions of the soil. In the first place they comment on the importance of the problem. They afterwards invoke the accuracy of the apparatus and finally they furnish a brief description of it.

It is a registering apparatus which makes a graph or diagram of the velocity of sedimentation of the distinct particles placed in aqueous digestion. In principle it has the same basis as that of Wiegner, of Oden and that of Robinson. Much more accurate than the first one and much simpler than the other two it furnishes us with a continuous graph easy to read or interpret.

Finally the authors indicate the description «in extenso» of the apparatus and of its mathematical interpretation, in a monographic work about to appear among the activities of «Institute of the Soil of Catalonia».

RF-12-17