

**ALLIBERAMENT DE CALCI I DE POTASSI  
ALS SÒLS DEL MARESME (BARCELONA):  
ORIGEN I AVALUACIÓ**

Comunicació presentada el dia 16 de març de 1972 pel doctor

**J. BECH**

Professor Adjunt de Fisiologia Vegetal i Edafologia  
de la Facultat de Ciències, Universitat de Barcelona

## INTRODUCCIÓ

L'alliberament de bases és un fenomen de la meteorització química de gran importància agronòmica per les seves conseqüències en la nutrició mineral. De la intensitat d'aquest alliberament depenen aspectes tan fonamentals com els nivells, reserves i capacitat de reposició d'elements nutritius (BASTISSE 1951<sup>2</sup>, SIMONSON 1970<sup>22</sup>).

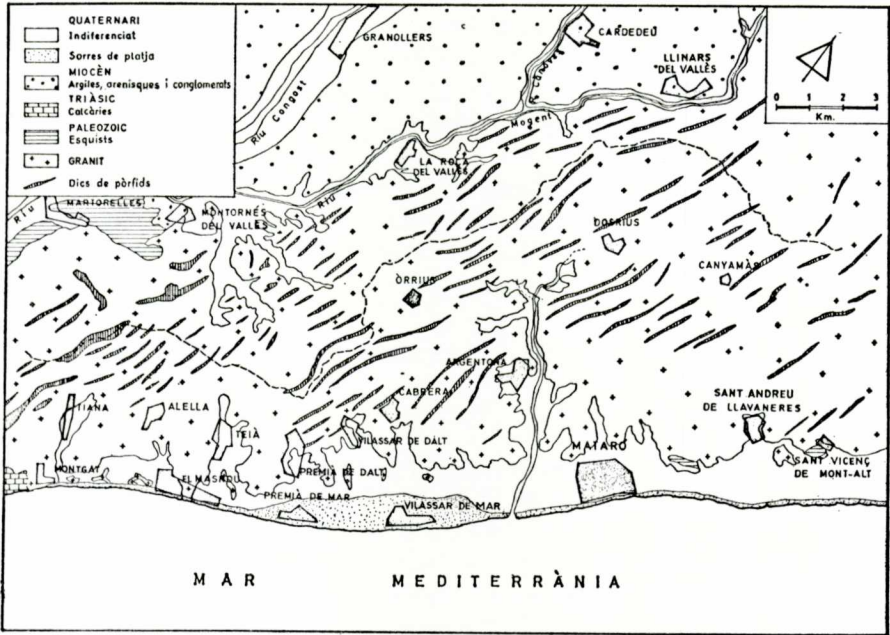


FIG. 1

En climes com el mediterrani, amb temperatures mitjanes relativament altes i amb situació d'humitat adequada, la meteorització química presenta intensitat suficient perquè siguin alliberades quantitats impor-

tants de bases que influeixin directament en els nivells nutritius o de manera indirecta mitjançant els equilibris iònics.

En el curs de les experiències dutes a terme sobre aquests aspectes agronòmics de la meteorització (BECH 1963-64),<sup>3, 4</sup> hem hagut de fixar una sèrie de variables en els processos de lixiviació, per a la qual cosa calgué posar a punt un percolador automàtic original (BECH 1966).<sup>5</sup>

Amb aquest aparell, en règim de treball en condicions «ambientals» constants, en les quals hom fixa la temperatura, la periodicitat de rentat i el volum de líquid percolant, entre altres factors, han estat obtingudes nombroses dades al llarg del temps, referides a la cessió de Ca, Mg, K i Na, així com a les variacions de pH i de la conductibilitat total.

En una publicació anterior (BECH 1971),<sup>7</sup> hem donat a conèixer l'existència de components rítmics en l'alliberament de bases en el transcurs del temps, fet que fins avui dia havia passat desapercebut.

La present té per objecte de precisar les fonts originàries del calci i del potassi en el sauló i exposar els resultats obtinguts en l'alliberament experimental, referits al calci i al potasi.

Aquest valors experimentals presenten un evident interès agronòmic aplicat, perquè orienten sobre els nivells de cessió iònica natural, útils a l'hora de planificar uns programes adequats de fertilització i nutrició vegetal.

De passada, hi són indicades les característiques fonamentals dels sòls granítics del Maresme, i també hom hi discuteix l'existència de calcària secundària en alguns indrets i la seva influència sobre la vegetació.

#### MATERIAL: ORIGEN

##### *El país*

La comarca del Maresme ocupa l'estreta banda litoral situada entre la divisòria d'aigües de la Serralada de Llevant i el mar. Limita al NE amb el delta de la Tordera i al SW amb el turó de Montgat.

En aquest país granític, de formes suaus, inserit dins el gran batòlit hercinià del NE de la Península Ibèrica, hom hi pot distingir, esquemàticament, tres unitats geomorfològiques, disposades a manera de graons longitudinals paral·lels a la costa:

- 1) El vessant marítim de la Serralada Litoral, de formes arrodonides —turons—.
- 2) Un replà intermedi, d'uns 100 m d'alçada mitjana, bé que no uniforme, puix que va des d'uns 20 m al sud fins a uns 200 m vers el N.

En molts indrets està desfigurada a causa de l'erosió de torrents i rieres que hi han excavat valls perpendiculars a la costa.

3) La plana costanera inferior, ben desenvolupada en alguns indrets gràcies a l'acció conjunta dels cons de dejecció dels torrents i rieres i als aports deltaics per corrents marins, i molt migrada, per contra, en altres, com vers el NE, on desapareix i el graó intermedi origina una costa brava.

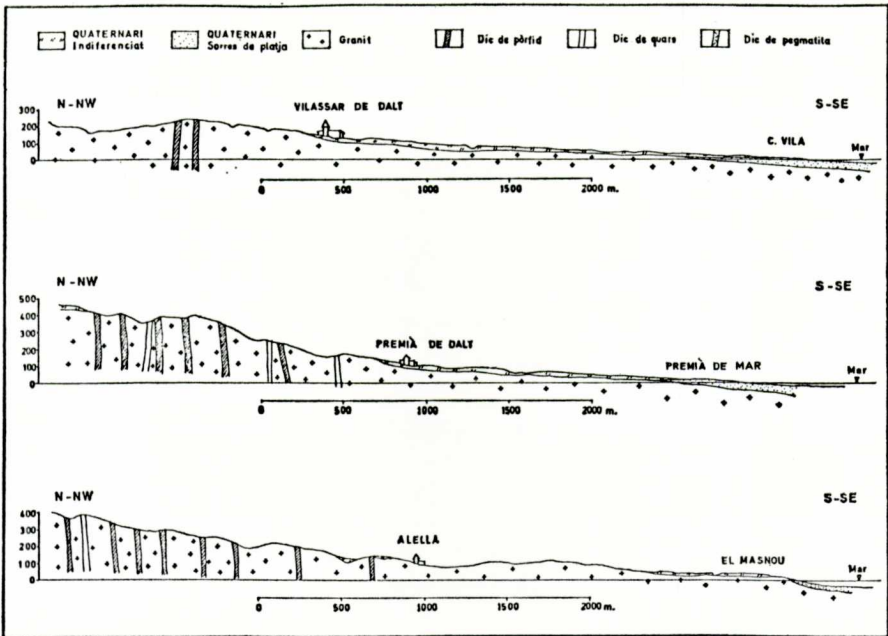


FIG. 2

Els materials predominants són els regòlits i sapròlits granítics («sauló», al país) que serveixen de roca mare a la major part dels sòls de la comarca.

La major part del Maresme es troba sota la influència d'un clima mediterrani subhúmit, varietat mitjana (sistemàtica d'EMBERGER 1955).<sup>14</sup> Dalt la Serralada de Llevant passa a mediterrani humit. Això es tradueix en hiverns tebis i estius suaus, amb l'oscil·lació tèrmica anual mínima de Catalunya i la més alta temperatura anual (16° C) (MASACHS 1958).<sup>18</sup>

Respecte a la pluviositat, hi ha una acusada variació estacional típica



del clima mediterrani, amb els màxims de primavera i tardor i els mínims d'estiu i hivern, bé que a l'estiu plou discretament. El valor anual mitjà és d'uns 600 mm, però amb variacions importants d'un any a l'altre.

Aquesta comarca resta dins la regió fitoclimàtica IV<sub>2</sub> d'ALLUE (1966). Els valors del coeficient pluviotèrmic d'EMBERGER oscil·len entre 50 i 100, i els de l'índex de LANG entre 35 i 65.

Quant a vegetació (BOLÒS, A. 1950,<sup>9</sup> MONTSERRAT 1955,<sup>19</sup> LAPRAZ 1962-1971),<sup>16, 17</sup> podem dir que la gran associació dominant clímax és *Quercetum ilicis galloprovinciale*, és a dir, els alzinars, però com que hi ha molta degradació, sobretot antròpica, les pinedes de *Pinus pinea*, associades amb *Anthyllis cytisoides* hi queden molt afavorides. Però la desforestació ha prosseguit històricament per la implantació de vinya, garrofers, oliveres, etc., fins a la part alta del graó intermedi, i actualment, per l'afany especulatiu de les «urbanitzacions», molts indrets han restat erms. Llavors, sobretot al solell, es desenvolupen bé prats d'*Hyparrhenia hirta* i *Brachypodium ramosum*.

### *Trets fonamentals dels sòls granítics del Maresme*

Malgrat que els sòls clímax siguin les terres brunes, que poden presentar un principi de rentat cap al Corredor i Montnegre, aquestes només es troben en replans de poc pendent i bona vegetació i la cosa més freqüent són els regosòls i sòls regolítics granítics, sense a penes desenvolupament; hi trobem el pas gradual des dels sapròlits als sòls, i és molt difícil de poder afirmar on acaba l'un i on comença l'altre. Aquest fet és afavorit per la intensa erosió, deguda al pendent, amb importants fenòmens de colluvionament, decapitació de perfils a les parts altes i aparició de perfils complexos a les parts mitjana i baixa.

### Propietats físiques

Textura arenosa i areno-llimosa. Són per tant sorrencs, lleugers. Absència de veritable estructura. Gran permeabilitat, que implica perill de rentat dels adobs.

El molt bon aireig afavoreix l'oxigenació de les arrels i el creixement ràpid.

Hi ha una propensió a la dessecació, per retenció deficient d'aigua en mancar la porositat fina.

Color gris bru clar a bru (10YR 5/3). El *hue* gairebé sempre és 10YR; el *value* oscil·la entre 3,5 i 7,5 i el *chroma* de 2 a 4.

Característiques químiques

El pH comprèn una gamma de valors entre 6,4 i 8.

Generalment els pH neutres i lleugerament àcids són als sòls de la plana baixa i dalt la serralada, mentre que al graó d'enmig són freqüents els valors de pH lleugerament alcalins fins a 8. Això en general és degut a la presència de calci lliure en aquest nivell.

QUADRE I

ANÀLISI DELS SÒLS DE L'EXPERIMENT

Mostres Núm.	4 Premià de Dalt sapròlit zona mitjana	5 Premià de Dalt regòlit zona mitjana	7 Vilassar sòl de zona baixa
% Grava	18,6 %	43,2 %	21 %
Anàlisi mecànica			
Arena grossa	71,3 %	84,4 %	67,6 %
Arena fina	19,2 %	11,4 %	19,9 %
Llim	5,9 %	1,1 %	5,5 %
Argila	3,6 %	3,1 %	7 %
pH (en H <sub>2</sub> O)	7,2	8	6,8
pH (en CaSO <sub>4</sub> )	7,2	7,6	6,5
CO <sub>3</sub> Ca	—	—	—
M. orgànica	1,296 %	0,22 %	1,48 %
Bases extractables en Ac, NH <sub>4</sub> , pH7			
K	270 ppm.	115 ppm.	145 ppm.
Na	115 ppm.	120 ppm.	145 ppm.
Mg	109 ppm.	113 ppm.	328 ppm.
Ca	2640 ppm.	1800 ppm.	1440 ppm.
Extret 1:5			
Conductibilitat	0,456 mmhos	0,145 mmhos	0,239 mmhos
Sals totals	1,459 g/litre	0,464 g/litre	0,767 g/litre
C.I.C.	5,57 m.e. %	5,7 m.e. %	7,4 m.e. %
Anàlisi química total			
SiO <sub>2</sub>	70,90	70,29	67,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,15	12,80	14,62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,55	3,73	4,46
MgO	1,33	1,24	1,07
CaO	1,39	1,87	1,87
Na <sub>2</sub> O	2,39	2,59	2,56
K <sub>2</sub> O	2,89	3,01	2,69
H <sub>2</sub> O +	2,05	1,58	3,82
H <sub>2</sub> O —	1,78	1,44	1,46
Total	99,43	98,55	99,59

$\text{Co}_3\text{Ca}$ . — Des d'absència, a les parts baixa (Vilassar) i més alta, amb una lògica correspondència amb els valors de pH, fins a un 8 % a Premià de Dalt i Alella, per exemple.

Matèria orgànica. — Pobres en general. El valor mitjà és de 2 %; 0,5 % és dels baixos, i 7 % és dels màxims trobats.

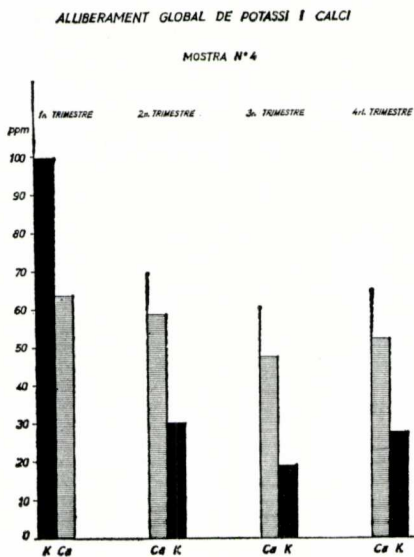


FIG. 3

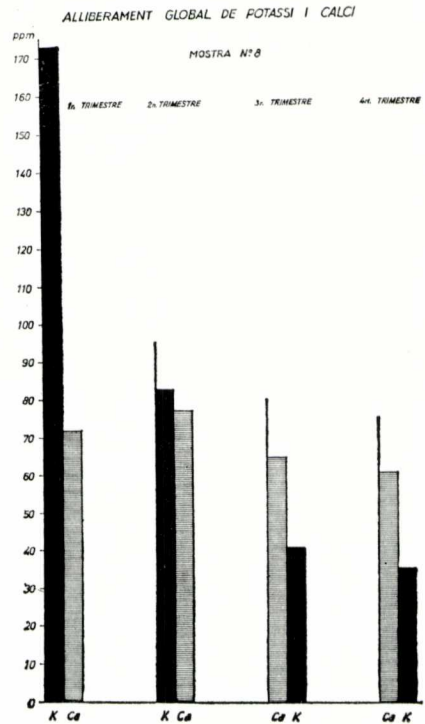


FIG. 4

Micromorfològicament, el tipus d'humus és Mull amb transicions a Mull-Moder en alguns indrets.

Són sòls pobres en bases, de baixa capacitat d'intercanvi, com correspon a la poca proporció d'argila i matèria orgànica.

En el Quadre I resumim els resultats de les anàlisis de les mostres seleccionades per les experiències d'alliberament. Han estat escollides dues mostres del graó intermedi, un regòlit —mostra núm. 5; lloc: Premià de Dalt— i, d'un altre indret de la mateixa localitat, un sapròlit —mostra núm. 4—. De la plana inferior ha estat seleccionada la mostra núm. 7 de Vilassar de Mar.

Malgrat tot el que hem exposat referent al calcari del graó intermedi, a fi d'evitar un excés de  $\text{Ca}^{++}$  en les experiències d'alliberament les mostres seleccionades 4 i 5 no porten calcari lliure.

La mostra núm. 8 no és sinó la núm. 4, a la qual ha estat suprimida la sorra grossa (hi resta per tant tota partícula inferior a 0,2 mm).

*Minerals del sauló origen de calci i potassi*

Hom associa la fertilitat potencial a la reserva d'ions nutritius que es troben dins la xarxa estructural dels minerals, especialment silicats,

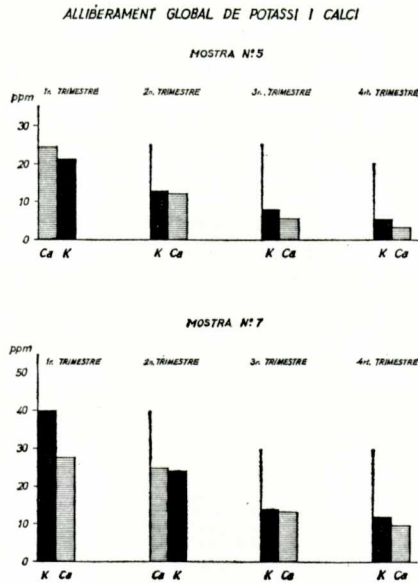


FIG. 5

de les fraccions llim i arena. Les dites fraccions, en climes temperats, constitueixen anelles dimensionals importants en les cadenes de meteorització, susceptibles d'alliberar lentament, però d'una manera gradual, quantitats substancials d'elements nutritius.

Antics estudis lisimètrics (HENDRICK i WELSH 1927) ja posaren de manifest aquest aspecte de la meteorització parcial de certs silicats provinents de l'alteració del granit i que eren portadors d'una gran reserva de bases.

GRANT i HIPP (1968)<sup>15</sup> afirmen que en sòls poc meteoritzats i rics en biotita, com els estudiats per nosaltres, l'alliberament de formes de potassi



no intercanviable té lloc sempre amb la mateixa rapidesa amb què és assimilat per les plantes.

Segons DUTHION (1970),<sup>13</sup> experiments duts a terme en altres sòls sobre sorra granítica confirmen la participació dels minerals primaris en la nutrició potàssica de les plantes.

### Minerals presents portadors de calci

Les plagioclasses de la granodiorita del Maresme són la font primària més important de Ca. Hom les troba en una proporció que oscil·la entre 13 i 19 %, i són l'andesina, l'oligoclasa i l'albita-oligoclasa.

Altres minerals, a causa de la difícil alterabilitat, com l'epidota, o l'escassa presència, com l'hornblenda i l'apatita, són menys importants.

Quant a minerals secundaris, el més important és la calcària, de la qual parlem més endavant.

### Minerals presents portadors de potassa

El més important és la biotita, per tres raons: a) la seva abundància en la granodiorita, en la qual es troba en una proporció que oscil·la entre 15 % i 25 %; b) el considerable contingut en la dita base que presenta aquesta mica (6 %); c) la relativa facilitat d'hidròlisi, que permet un apreciable alliberament de potassi.

Bé que quantitativament, de manera absoluta, l'ortosa i la microclina emmagatzemin dins llurs estructures bastant de potassi, podem dir que en són relativament pobres, puix que l'alliberen molt lentament, sobretot en el cas de la microclina.

Respecte als minerals secundaris, les argiles illites i vermiculites «fixen» el K provinent de la hidròlisi dels primaris; així eviten que es perdi per rentat i ensem el fan assequible a les plantes, a través de l'estadi intercanviable, per exemple, de les montmorillonites.

### La calcària secundària i la vegetació

Creiem que la calcària secundària té dos orígens:

a) *Autòcton*, en l'anortita de les plagioclasses de la comarca, de les quals prové segons la reacció esquemàtica:



Aquesta hidròlisi ha estat afavorida pel desplaçament de l'equilibri vers la dreta, a causa de la redissolució de calcari.



El bicarbonat de calci, soluble, es mobilitza, circula fins que arriba a zones favorables al retrocés del sistema i de nou precipita calcària, que cimenta diaclases, regòlits i sapròlits granítics.

Una d'aquestes zones es el graó intermedi, que suposa una ruptura de pendent, i alhora afavoreix l'evaporació de les aigües edàfiques de rentat

ALLIBERAMENT GLOBAL DE POTASSI I CALCI DURANT EL PRIMER TRIMESTRE

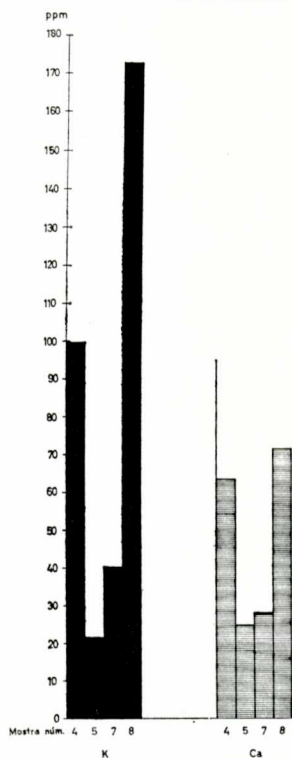


FIG. 6

ALLIBERAMENT GLOBAL DE POTASSI I CALCI DURANT EL SEGON TRIMESTRE

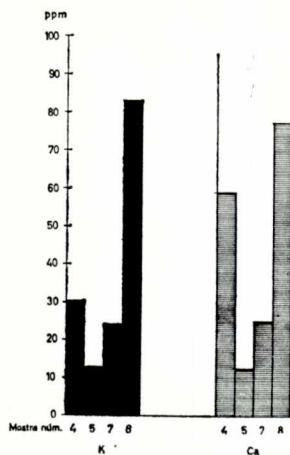


FIG. 7

lateral que, carregades de CO<sub>2</sub>, provenen dels sòls forestals dels cims de la serralada. Simultàniament hi ha una pèrdua de tensió de CO<sub>2</sub>.

Aquesta doble conseqüència, no és deguda només a causes topogràfiques, sinó també a efectes de desforestació.

b) *Allòcton*, formant una part substancial dels llims loèssics dipositats a la comarca en èpoques passades.

Aquesta calcària explica la presència al Maresme d'una sèrie d'espècies

calcífils a manera d'illots enmig de la flora silicícola, que és majoritaria, íntimament relacionada amb el granit.

Així apareixen espècies calcífils com és ara: *Coris monspeliensis*, *Phangnalon rupestre*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium botrys*, *Ononis pubescens*, *Plantago psyllium*, *Anthyllis cytisoides*, que cal associar almenys a llocs de silicats bàsics.

## QUADRE II

MINERALS PRIMARIS PRESENTS PORTADORS DE CALCI I DE POTASSI,  
EN ORDRE CREIXENT D'ESTABILITAT

Nom	% en la roca	Composició química	% en la base	
			CaO	K <sub>2</sub> O
Hornblenda	1-5	Ca <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> (Mg Fe) <sub>9</sub> Si <sub>16</sub> O <sub>44</sub> (OH) <sub>4</sub>	6,068	—
Biotita	15-25	K <sub>2</sub> O.4(Mg Fe)O.2(Al Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .6SiO <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	—	7,23
Apatit	escàs	Ca <sub>5</sub> (F Cl) (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	51,87	—
Flogopita inclòs en el de la biotita		K Mg <sub>3</sub> (F OH) <sub>2</sub> Al Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	—	10,34
Andesina	} 29-37	36-42 % An.	7,85	—
Oligoclasa		8-29 % An.	3,72	—
Albita-				
Oligoclasa	} 13-19	9-14 % An.	2,75	—
Ortosa		K <sub>2</sub> O Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 6SiO <sub>2</sub>	—	16,9
Microclina		» » »	—	16,9
Epidota	escàs	4CaO 3(Al Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 6SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	20,98	—

## MÈTODE

*Condicions d'extracció*

Les mostres foren sotmeses a extracció contínua amb aigua destil·lada en percoladors automàtics de tipus original (BECH 1966) muntats en bateria i treballant en condicions extrapolables a les naturals, evitant, però, les variacions climatològiques del terreny.

Així, la bateria fou disposada en l'interior d'un termòstat regulat a 30° C.

En les nostres experiències ha funcionat una bateria d'extractors amb un d'ells sense mostra, que constitueix la prova en blanc, per evitar o reduir els errors provocats per cessió iònica de les parets de vidre de l'aparell, possibles contaminacions, etc. En els altres fou disposat un pes de 200 gr de terra fina (dimensions inferiors a 2 mm i, a la mostra núm. 8, inferiors a 0,2 mm).

La lixiviació tenia lloc cada 24 hores de manera automàtica; diàriament passaven 33 cc d'aigua destil·lada.

### Obtenció i determinació analítica dels extrems

Cada set dies, eren canviats els extrems concentrats dels matrassos per 175 cc d'aigua destil·lada, després de rentar-los.

El líquid concentrat, més els dels rentats, eren rasats fins a 200 cc i així restaven a punt d'ésser analitzats.

ALLIBERAMENT GLOBAL DE POTASSI I CALCI  
DURANT EL TERCER TRIMESTRE

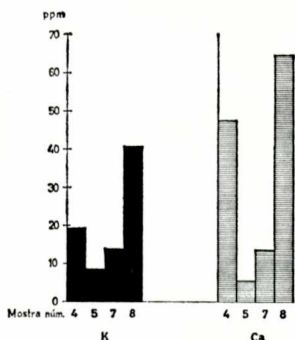


FIG. 8

ALLIBERAMENT GLOBAL DE POTASSI I CALCI  
DURANT EL QUART TRIMESTRE

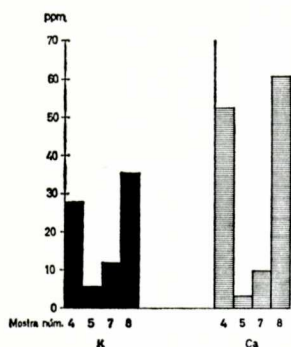


FIG. 9

El Ca ha estat determinat quantitativament per complexometria amb EDTA, i el K per espectrofotometria de flama (fotòmetre «Meteor» connectat a galvanòmetre de mirall «Kipp Delft» tipus «AL 3»).

Respecte a la precisió dels mètodes emprats hem de dir que els errors han restat molt minimitzats a causa de l'actuació d'un sol operador i de la pràctica d'una sistemàtica prova en blanc d'extracció. Aquesta prova fou sotmesa a idèntic tractament que les mostres experimentades n.ºs. 4, 5, 7 i 8, i hi foren fetes les mateixes determinacions.

Els valors de Ca i K obtinguts en la dita prova foren restats sistemàticament dels corresponents a les mostres 4, 5, 7 i 8 de la mateixa data.

D'aquesta manera, a més de disminuir molt els errors en les tècniques analítiques, també foren evitats els deguts a la possible cessió iònica pel vidre dels percoladors i a la possible variació en el temps de la microssalinitat de l'aigua destil·lada que fou utilitzada.



## RESULTATS

Els resultats que exposem en el present treball han estat obtinguts d'una sèrie ininterrompuda de dades experimentals que comprèn des del 4 de setembre de 1964 fins al 4 d'abril de 1966, 84 valors per a les mostres 4 i 5 (sèries llargues), i del 15 de març de 1965 fins a la mateixa data final, 54 valors per a les mostres 7 i 8 (sèries curtes).

Els expressem en parts per milió (ppm).

Han estat totalitzades les dades d'alliberament global de cada mostra i base per trimestre. Aquest valors trimestrals han estat representats en histogrames, disposats per tal de poder comparar els dos cations, d'una mateixa mostra, trimestre per trimestre (figs. 3, 4 i 5). En aquests histogrames, a més, hom pot seguir l'evolució d'alliberament durant quatre trimestres.

Altres figures mostren els histogrames d'alliberament trimestral comparant totes les mostres (figs. 6, 7, 8 i 9).

### *Discussió*

De l'examen d'aquests histogrames, deduïm:

#### *Potassi*

En la mostra núm. 8 (és la núm. 4 sense l'arena grossa) l'alliberament és molt important en el primer trimestre i bastant considerable en el segon; resta estabilitzat en arribar a mig any.

En la núm. 4, l'alliberament important es limita al primer trimestre, i el valor del segon trimestre és semblant al del tercer i del quart. Al cap de l'any descendeix a un nivell inferior.

La diferència entre les mostres 4 i 8, radica, doncs, en el fet que, per a la primera, la fase important d'alliberament queda limitada al primer trimestre i en la segona, per contra, resta ampliada fins arribar a mig any.

Pensem que això és degut a la major riquesa en fracció fina, en la qual són incloses argiles del tipus illites (alterites de tipus intermedi biotita-illita i illites) que fixen el potassi i el van cedint gradualment.

Quant a les altres dues mostres, la núm. 7 allibera en tots els trimestres xifres més elevades de potassi que la núm. 5. Això és lògic a causa de la composició granulomètrica i mineralògica de les dues mostres: la núm. 7 és un sòl granític de la plana inferior i, contràriament, la núm. 5



és un regòlit del graó intermedi, material evidentment menys madur i poc meteoritzat, amb menys fracció d'argila.

### *Calci*

Hi ha una semblança, lògica, entre les mostres 4 i 8, però la darrera presenta valors superiors en tots els trimestres.

El valor global del segon trimestre és més alt que el del primer en la mostra núm. 8, cosa que no ocorre ni en la 4 ni en cap més. En la mostra 4 el valor del quart trimestre supera el del tercer. Aquest dos fets possiblement estan vinculats amb els fenòmens de ritmicitat que exposen en altres llocs (BECH 1971-72).<sup>8</sup>

Els valors de la mostra núm. 5 tendeixen a disminuir a partir del segon trimestre, i arriben ja en el tercer trimestre a valors bastant baixos —inferiors a 8 ppm—. Per contra, en la mostra 7 els valors corresponents a tots els trimestres són superiors, i àdhuc el del quart trimestre és més alt de 8 ppm. Això probablement és degut que la mostra 7 es tracta ja d'un sòl amb un major grau d'alteració química de les plagioclases, mentre que en la mostra 5 aquests feldespatos presenten només un principi d'alteració.

La mostra núm. 5, a la fi del tercer trimestre ja arriba a uns valors baixos d'estabilització, mentre que en la núm. 7 finalitza el quart trimestre sense que hi hagi cap símptoma que allò passi.

Aquest fet l'interpretem de la manera següent: els minerals primaris del regòlit —mostra núm. 5—, menys alterats, sofreixen un atac fàcil només a la perifèria, que serà consentida, però en progressar la hidròlisi cap a l'interior, les xarxes silicatades fresques ofereixen una forta resistència.

Per contrast, en la mostra núm. 7, sòl granític de la zona baixa, l'espessor del còrtex d'alteració inicial dels grans feldespatos és superior i per tant l'atac pot prosseguir durant més temps alliberant xifres considerables de calci i de manera sostinguda, amb un pendent més petit en la gràfica de cessió.

### *Estudi comparatiu entre els alliberaments de calci i de potassi de les diverses mostres*

#### **M o s t r a   n ú m .   5**

En el primer trimestre, la quantitat de Ca és una mica més gran que la de K (vegeu fig. 5).

En els altres trimestres el K avantatja lleugerament el Ca.

Una explicació d'aquest fet pot ésser la següent: la mostra és un regòlit del graó intermedi, del qual ja hem dit que s'enriqueix en calcari lliure, i fixa Ca en el «paisatge», en el qual resta com «entrampat», segons expressió de TARDY (1969).<sup>23</sup> Hi ha poca fracció d'argila i per sobre del K intercanviable i fixat predomina, al començament, el Ca.

Després, ja en els altres trimestres, aquest excés de Ca haurà estat rentat i les biotites començaran a evidenciar el seu paper en la hidròlisi, amb un cert avantatge enfront de les plagioclases.

Una prova més d'aquesta preponderància inicial del calci, la tenim en l'elevada relació Ca/K d'intercanvi (15,6) enfront de 9,7 i 9,9 de les altres mostres.

#### Mostra núm. 7

En el primer trimestre l'alliberament de K ha superat el de Ca. Això mateix s'ha esdevingut en els dos darrers trimestres, i bé que les diferències no han estat pas importants, sembla que tendeixin a igualar-se les quantitats. Contràriament, durant el segon trimestre la quantitat de Ca cedida ha estat més gran que la de K.

Recordem que la mostra núm. 7 es tracta d'un sòl de la plana baixa i per tant, tal com evidencien les anàlisis, ja posseeix una apreciable proporció d'argila (7 %), la qual, unida amb la fracció llim, arriba fins a un 12,5 %.

Ambdues fraccions fines juguen un paper important, per llur apreciable capacitat d'intercanvi, en la primera fase d'alliberament, en la qual és cedit prioritàriament K intercanviable i també del fixat per illites i vermiculites. En els altres trimestres la quantitat de K alliberat disminueix gradualment, puix que s'ha de nodrir fonamentalment de les biotites. El Ca intercanviable, més el de la hidròlisi de les plagioclases anortítics, arriba lleugerament a superar el nivell de cessió de K en el segon trimestre, però ja en el tercer i en el quart, la més fàcil alterabilitat de les biotites fa que en el forniment de bases el K sigui lleugerament majoritari. Possiblement aquí té importància el fet que, tractant-se d'un sòl, les plagioclases hagin disminuït respecte als regòlits i sapròlits, per alteració, tal com hem apuntat en 3.1.2.

#### Mostres 4 i 8

Es tracta d'un sapròlit, de la zona intermèdia (núm. 4), i el núm. 8 és la fracció inferior a 0,2 mm del núm. 4; per tant, resulta relativament enriquit en fraccions fines fins a un 36,5 % (12,5 % argila i 24 % llim).

En els trimestres primer, tercer i quart, Ca i K presenten el mateix ordre relatiu de cessió iònica.

En el primer trimestre el K alliberat destaca molt sobre el Ca. Aquest fet ben clar en 4, és molt més palès en 8.

Els histogrames de la mostra núm. 4 evidencien que, excepte en el primer trimestre, la sortida de Ca ultrapassa la de K. Ja hem dit que això és explicable per la proporció considerable de plagioclases anortítics en aquest sapròlit.

En la mostra 8, a causa de l'increment relatiu de fraccions fines, la superioritat de sortida del K s'estén també al segons trimestre, però en el tercer i en el quart és el Ca el que domina.

#### *Alliberament, textura i canvi de bases*

L'alliberament és un fenomen més general, que inclou l'intercanvi de bases i, a més, processos de «desfixació» i sobretot d'hidròlisi. No cal dir que, als primers estadis, la cessió d'intercanvi té un paper preponderant i, als darrers, l'alliberament es nodreix sobretot de la hidròlisi.

Podem, docs, distingir tres fases en les corbes d'alliberament (i histogrames respectius): Una, inicial, amb *alliberament d'intercanvi*, d'unes 3 a 6 setmanes de durada; una fase *mixta* en la qual coexisteixen *l'intercanvi*, la «desfixació» i la *hidròlisi*, de sis a dotze setmanes, i finalment, una tercera fase, la més llarga, d'estabilització progressiva en la cessió, purament *d'hidròlisi*.

Hem pogut posar de manifest això gràcies a utilitzar un líquid percolador molt poc agressiu —l'aigua destil·lada— i a la llarga durada de les experiències (84 setmanes).

Les xifres globals d'alliberament de K estan d'acord amb els valors d'intercanvi. Són més alts els valors de K d'intercanvi en els sapròlits (4), i hi ha valors intermedis per als sòls de la zona baixa (7) i inferiors per als regòlits del graó mitjà (5).

Els valors de Ca d'intercanvi de les mostres experimentades no sempre es correlacionen positivament amb els d'alliberament global. Sí, però, que guarden relació directa en el cas dels sapròlits.

En general, a major proporció de fraccions fines, llim i argila, té lloc un alliberament més gran i, al contrari, a menys fraccions fines un alliberament més petit. Això ens ho indiquen els histogrames corresponents a les mostres 8 i 5.

Realment els casos extrems són força evidents, i s'hi dona una estreta relació inversa entre alliberaments i dimensió de gra.

Tanmateix, en casos intermedis en què hi ha menys diferència granulomètrica, aquesta regla presenta moltes excepcions. Si com en el cas



de les mostres 7 i 4 la diferència és poc acusada, pot arribar a ésser més alt l'alliberament sostingut per part d'un material més lleuger.

Per tant, podem dir que a granulometries semblants, l'alliberament depèn de la composició mineralògica i del grau d'alteració inicial de la mostra.

La textura dels sòls influeix sobretot a través del complex d'intercanvi, en les primeres fases d'alliberament.

Per això, àdhuc en el segon trimestre en la mostra 8 el nivell de cèssió de K és superior al de Ca, igual que en les mostres 4 i 8 primer trimestre (vegeu figs. 3 i 4).

Però, un cop els mecanismes d'intercanvi i fixació han fet el seu paper preponderant, deixen lloc principal a la hidròlisi i resta ben patent que en aquesta fase l'ordre d'alliberament iònic el definirà especialment la mineralogia dels materials.

#### CONCLUSIONS

La font primària més important de Ca són les plagioclasses, i el calçari com a origen secundari en alguns indrets, en especial al graó intermedi.

Les biotites i derivats d'alteració són els fornidors principals de K.

En les nostres experiències de percolació «suau» i controlada (33 cc diaris d'aigua destil·lada i mostra a temperatura constant de 30° C) de regòlits, sapròlits i sòls granítics del Maresme, els histogrames d'alliberament de calci i potassi, en línies generals, mostren tres fases:

—*Inicial*, amb els valors més elevats, deguda sobretot a l'alliberament d'intercanvi i potser, segons els materials, també hi participa una certa «desfixació». Sol durar de tres a sis setmanes.

—*Mixta*, en la qual coexisteixen encara l'intercanvi, la «desfixació» i la hidròlisi. Dura de sis a dotze setmanes, segons el tipus de material. S'allarga si la proporció d'argila augmenta.

—*D'estabilització*; és la fase final, la més llarga, de disminució progressiva i lenta en l'alliberament, en la qual ocorre únicament la hidròlisi i acaba mantenint-se dins uns valors mínims estabilitzats, que depenen del tipus de minerals i grau d'alteració inicial de la mostra (essent constants el volum de rentat i la temperatura).

En les dues primeres fases, pesa molt la textura i el tipus de minerals secundaris; en l'última, a més, els minerals primaris.

A la fase *inicial*, la quantitat i el tipus d'argila és molt important, per la seva relació amb el complex d'intercanvi i amb el poder fixador de K per part d'illites i vermiculites. Si abunden aquestes dues filites, llur

influència es fa notar àdhuc en la fase *mixta* (vegeu mostra 8), que s'allarga, en detriment de l'aparició de la darrera fase.

L'alliberament de potassi resta més lligat que el de calci a la proporció de fraccions fines, i sempre en sòls i sapròlits és superior al de calci en el primer trimestre.

L'ordre d'alliberament de Ca i K no sempre es manté igual en el temps.

El Ca és més constant que el K en l'alliberament.

Com menys alterat és un material (vegeu regòlit granític núm 5) més paral·lisme hi ha en les dinàmiques d'alliberament de Ca i K.

Els regòlits són els únics materials que assoleixen un superior alliberament de Ca sobre K en el primer trimestre.

Hi ha correlació entre els nivells d'alliberament de calci i potassi en les diverses mostres, és a dir que s'acompleix que:

$$\begin{array}{l} \text{Ca } 8 > \text{Ca } 4 > \text{Ca } 7 > \text{Ca } 5 \\ \text{K } 8 > \text{K } 4 > \text{K } 7 > \text{K } 5 \end{array}$$

Els valors globals d'alliberament són substancials i cal tenir-los en compte en la problemàtica de la fertilització a llarg terme.

Els valors de K d'intercanvi en les mostres guarden una estreta relació amb els d'alliberament global, i són més alts en els sapròlits (4), més baixos en els regòlits (5) i intermedis en el sòls (7).

Els valors de Ca d'intercanvi no sempre es correlacionen amb els valors d'alliberament global; sí, però, sempre en els sapròlits (4) del graó intermedi.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ALLUE ANDRADE, J. L. — *Subregiones fitoclimàtiques de España*. «Min. Agric. I. F. I. E.» Madrid (1966).
2. BASTISSE, E. M. — *Dix-huit années d'études lysimétriques appliquées à l'agronomie*. «Ann. Agron.», 727 (1951).
3. BECH, J. — *La liberación de bases en suelos de origen granítico de la comarca de «el Maresme» (Barcelona)*. Memòria inèdita (1963).
4. — *La liberación de bases en suelos de origen granítico de la comarca de «el Maresme» (Barcelona)*. Memòria inèdita. Continuació (1964).
5. — *Percolador automático con capacidad para regular condiciones edáficas o de meteorización*. «P. Inst. Biol. Apl.», 40, 135-143 (1966).
6. — *Algunos aspectos de la edafología de «el Maresme» (Barcelona)*. «Com. V Congr. Unión Int. Est. Piren. Bagnères-de-Bigorre». Sept. (1971).
7. — *Variaciones cronológicas en la liberación de bases por suelos de origen granítico*. «P. Inst. Biol. Apl.», 51, 17-32 (1971).
8. — *Datos sobre la mineralogía de la fracción arena de los regolitos, saprolitos y suelos graníticos de «el Maresme» (Barcelona)*. «Publ. Inst. Inv. Geol. Dip. Prov. de Barcelona», vol. XXVI (1972).
9. BOLÒS, A. i O. de — *La vegetación de las comarcas barcelonesas* (1950).



10. BURGER, D. — *Relative weatherability of calcium-containing minerals*. «Can. J. Soil. Sci.», 49, 21-28 (1968).
11. — *Calcium release from the minerals of fine sand size by dilute sulfuric acid*. «Can. J. Soil. Sci.», 49, 11-20 (1969).
12. CARDÚS Y LASALA. — *Suelos agrícolas de la Maresma y la fertilización del clavel*. «Anal. Edaf.», t. XX, 3, 119-166 (1961).
13. DUTHION, C. — *Potassium lentement libérale: quelques essais de bilans culturaux*. «An. Agr. Inst. Nat. Rech. Agron.» (1970).
14. EMBERGER, L. — *Une classification biogéographique des climats*. «Rec. Trav. Lab. Bot. U. Montpellier. Sér. Botan.», VII, 3-43 (1955).
15. GRANT i HIPPI. — *Soil Factors Affecting Potassium Availability*, dins «The Role of Potassium in Agriculture», 269-291. ASA, CSSA, SSSA. Madison (1968).
16. LAPRAZ, G. — *Recherches phytosociologiques en Catalogne*. «Coll. Bot.», vol. VI, fasc. I, II, n.º 2, 49-171 (1962).
17. — *Carte phytosociologique du Massif du Montnegre*. «Acta geobotanica Barcinonensia», vol. VI (1971).
18. MASACHS. — *Geografia de Catalunya*, I. Aedos (1958).
19. MONTSERRAT. — *Flora de la cordillera litoral catalana. Porción comprendida entre los ríos Besós y Tordera*. «Collec. Bot.», vol. VI (1955).
20. REED, M. G., i SCOTT. — *Kinetics of potassium release from biotite and muscovite in sodium tetraphenylboron solutions*. «Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.», 26, 437-440 (1962).
21. RICH, C. I. — *Mineralogy of soil potassium. The role of potassium in agriculture*. ASA, CSSA, SSSA. Madison. Wisconsin (1968).
22. SIMONSON. — *Loss of nutrient elements during soil formation in nutrient mobility in soils: accumulation and losses*. Soil Society of America (1970).
23. TARDY, Y. — *Geochimie des altérations. Étude des arènes et des eaux de quelques massifs cristallins d'Europe et d'Afrique*. «Mém. Serv. Cart. Géol. Als. Lorr.», 31, 199. Strasbourg (1969).