

ISRIC LIBRARY
KE
76.20
Wageningen, The Netherlands

VERGELIJKING VAN DE RESPONS VAN
ROTSFOSFAAT (MALI) EN TRIPLESUPERFOSFAAT
OP TWEE GRONDEN UIT KENYA

J.G. Laarman

L.H. Wageningen, Vakgroep Bodemkunde en Bemestingsleer

Scanned from original by ISRIC - World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl indicating the item reference number concerned.

6375

VOORWOORD

=====

Het onderzoek waarvan de resultaten in dit verslag zijn vastgelegd heb ik verricht in het kader van mijn ingenieursstudie als onderdeel van het zes maands vak Bodemvruchtbaarheid.

De uitvoering geschiedde op de vakgroep Bodemkunde en Bemestingsleer onder begeleiding van Dr.Ir. B.H. Janssen, aan wie ik veel dank verschuldigd ben.

Tevens dank ik Ir. D. van der Eijk voor het beschikbaar stellen van materiaal uit Kenya.

Zeer erkentelijk ben ik voor de hulp die mij geboden werd door de medewerkers van het grondlaboratorium, het gewaslaboratorium en de tuin.

Maart 1978.

I N H O U D

	Voorwoord	
I.	<u>Inleiding</u>	1
1.1.	Probleemstelling	1
1.2.	Doel van de proef	2
II.	<u>Proefopzet en behandelingen</u>	3
2.1.	Proefopzet	3
2.2.	Behandelingen	4
III.	<u>Materiaal en methoden</u>	5
3.1.	Materiaal	5
	3.1.1. Het gewas	5
	3.1.2. De gronden	5
	3.1.3. Triplesuperfosfaat	6
	3.1.4. Malifosfaat	7
	3.1.5. Koemest	8
3.2.	Methoden	9
	3.2.1. Samenstelling der voedingsoplossing	9
	3.2.2. Potvulling en -behandeling	9
	3.2.3. Plaatsing der potten	11
	3.2.4. Oogst en verwerking	13
	3.2.5. Analysemethoden	13
IV.	<u>Resultaten en discussie</u>	15
	4.1.1. Visuele waarnemingen	15
	4.1.2. Conclusies	19
4.2.	Resultaten van de grondanalyses	24
	4.2.1. Resultaten der grondanalyse bij de dummy's	24
	4.2.2. Resultaten der grondanalyse bij de beplante potten	30
	4.2.3. De pH van de grond	36
	4.2.4. Oplosbaarheid van het malifosfaat	36
	4.2.5. Conclusies	37

	pag.
4.3. Plantopbrengsten	37
4.3.1. Inleiding	37
4.3.2. Drogestof opbrengst en spruit/wortel- verhouding	40
4.3.3. Conclusies	46
4.4. Resultaten van de gewasanalyse	47
4.4.1. Fosfaat	47
4.4.2. Stikstof	63
4.4.3. Kalium	68
4.4.4. Conclusies	73
V. <u>Eindconclusies</u>	74
VI. <u>Aanbeveling</u>	75
Literatuur	76
Appendix	

I. Inleiding

1.1. Probleemstelling

Eén der grootste problemen, waarmee men in de tropen bij de bemesting van gronden voor agrarisch gebruik te kampen heeft, is fosfaatfixatie.

Fosfaatfixatie is de omzetting van meststoffosfaat in een minder oplosbare vorm, te wijten aan bodemreacties. (3)

Bindingsmechanismen zijn (8):

- a. Neerslagvorming met kationen in de bodemoplossing.
- b. Binding van fosfaat aan vaste anorganische verbindingen, zoals waterhoudende ijzer- en aluminiumoxyden en kleimineralen. De binding aan ijzer en aluminium wordt weer tegengewerkt door silicaten en organische verbindingen (citraten, chelaten, enz.) in de grond, die het fosfaat in een meer beschikbare vorm houden.
- c. Vastlegging van fosfaat door micro-organismen.

Factoren zoals hoeveelheid, type, deeltjesgrootte, verdeling in de bodem van de fosfaatmeststof en de pH van de bodem bepalen de $H_2PO_4^-$ -concentratie rondom de mestdeeltjes en de hoeveelheid, die in de bodem wordt vastgelegd. De samenstelling van de meststof is belangrijk. Zo lost een superfosfaat snel op, maar men vindt dan vaak een accumulatie van reactieproducten, die voor de plant slecht opneembaar zijn (3, 12). Een slecht oplosbaar fosfaat, zoals een rotsfosfaat, daarentegen brengt slechts langzaam fosfaat in oplossing en geeft niet zo'n accumulatie van reactieproducten. Het is in de grond veel stabielere dan een superfosfaat.

Daar fosfaat van groot belang is voor een vroege ontwikkeling en wortelvorming van de plant, ziet men dan ook, dat een goed oplosbaar fosfaat vaak aanzienlijk betere resultaten op de oogst te zien geeft dan een rotsfosfaat (3).

Daarbij komt, dat een rotsfosfaat vaak kalkrijk is. Bemesting met een rotsfosfaat geschiedt daardoor bij voorkeur op zurige

gronden bij lange-seizoen-gewassen of bij meerjarige gewassen met een uitgebreid wortelstelsel (5).

1.2. Doel van de proef

Het doel van de proef is tweeledig, namelijk:

- 1) Onderzoek naar het effect van bemesting met een goed oplosbaar en een slecht oplosbaar fosfaat op twee gronden en op het gewas.
- 2) Onderzoek naar het effect van organische bemesting op de beschikbaarheid van meststof- en bodemfosfaat voor het gewas.

II. Proefopzet en behandelingen

2.1. Proefopzet

De proef werd uitgevoerd als potproef in drie herhalingen. De gebruikte gronden waren een granietgrond uit Koderopara en een vulkanische asgrond uit Mwongori (beide liggen in het Kisii district in Kenya).

Voor de fosfaatbemesting werd gebruikt:

1. Triplesuperfosfaat (43% P_2O_5) met de trappen 0, 50, 100 en 200 dpm P.
2. Malifosfaat (35% P_2O_5) met de trappen 0, 100, 200 en 400 dpm P.

Voor de organische bemesting werd gedroogde gemalen koemest, afkomstig uit Kenya gebruikt. Toediening geschiedde in hoeveelheden van 2 en 4 gram (70°C droog) per kg luchtdroge grond.

Bij voorgaande proeven (6, 11) bleken de bemestingshoeveelheden voor triplesuperfosfaat, te weten tot 80 dpm P, te gering. Daarom is gekozen voor een bemesting tot 200 dpm P triplesuperfosfaat. Bij het malifosfaat werd verwacht dat het op korte termijn minder voor de plant beschikbaar fosfaat in de bodem zou brengen dan het triplesuperfosfaat. Daarom werd gekozen voor een hoeveelheid dpm P, die het dubbele was van de hoeveelheid dpm P triplesuperfosfaat.

Gezien de beperkte hoeveelheid koemest, moest worden gekozen voor een bemesting met 2 en 4 g koemest (70°C droog) per kg luchtdroge grond.

In totaal waren er 13 behandelingen in 3 herhalingen per grondsoort, hetwelk 78 potten opleverde. Tevens werd van alle onbehandelde en van alle behandelingen met 100 dpm P, 2 en 4 g koemest per kg grond 1 dummy (pot zonder gewas) in enkelvoud ingezet voor tussentijdse grondanalyses. Dit gaf voor beide gronden 18 extra potten. Het totaal aantal ingezette potten kwam zo op 96.

Als gewas werd gebruikt Zea mays c.v. Capella.

Ingezaaid werd op 19 april 1977 en geoogst werd op 1 juni 1977.

De oogstdatum viel samen met een eerste verschijnen der mannelijke bloeiwijzen.

2.2. Behandelingen

De volgende behandelingen werden in de proef opgenomen:

<u>Behandeling</u>	<u>Potnummer</u>
1. Onbehandeld	1, 14, 27, 40, 53, 66, 79, 88
2. 2 g koemest/kg grond	2, 15, 28, 41, 54, 67, 80, 89
3. 4 g koemest/kg grond	3, 16, 29, 42, 55, 68, 81, 90
4. 50 dpm P triple	4, 17, 30, 43, 56, 69
5. 100 dpm P triple	5, 18, 31, 44, 57, 70, 82, 91
6. 200 dpm P triple	6, 19, 32, 45, 58, 71
7. 100 dpm P mali	7, 20, 33, 46, 59, 72, 83, 92
8. 200 dpm P mali	8, 21, 34, 47, 60, 73
9. 400 dpm P mali	9, 22, 35, 48, 61, 74
10. 2 g koemest/kg grond + 100 dpm P triple	10, 23, 36, 49, 62, 75, 84, 93
11. 2 g koemest/kg grond + 100 dpm P mali	11, 24, 37, 50, 63, 76, 85, 94
12. 4 g koemest/kg grond + 100 dpm P triple	12, 25, 38, 51, 64, 77, 86, 95
13. 4 g koemest/kg grond + 100 dpm P mali	13, 26, 39, 52, 65, 78, 87, 96

Met granietgrond werden gevuld de potnummers 1 t/m 13, 27 t/m 39, 53 t/m 65, 79 t/m 87.

Met vulkanische asgrond werden gevuld de potnummers 14 t/m 26, 40 t/m 52, 66 t/m 78, 88 t/m 96.

III. Materiaal en methoden

3.1. Materiaal

3.1.1. Het gewas (5)

Als toetsplant werd *Zea mays* c.v. Capella gebruikt. Alhoewel de maisplant een uitgebreid wortelstelsel heeft, ondervindt de jonge plant toch moeilijkheden bij de opname van het minder beschikbare fosfaat in de bodem. De maisplant is daarom een goede indicator voor het schatten van het gemakkelijk opneembare fosfaat.

3.1.2. De gronden

	granietgrond	vulkanische asgrond
% vocht bij $pF=2$	27,4	74,2
% vocht luchtdroog	5,1	8,0
P-Bray dpm P	1,6	30,3
P-Olsen dpm P	1,8	37,6
P totaal dpm P	539	2081
pH water	5,2	6,0
pH KCl	4,2	5,1
% C (Kurmies)	1,94	7,27
CEC (pH 7), meq/100g	11,4	35,3

	granietgrond	vulkanische asgrond
% K_2O	0,98	2,73
% Na_2O	0,22	1,80
% CaO	0,21	1,25
% MgO	0,19	0,40
% MnO	0,27	0,77
% Fe_2O_3	8,32	9,29
% Al_2O_3	17,1	13,3
% SiO_2	71,9	69,3
% TiO_2	1,05	1,28
Totaal	100,24	100,12

Totaalanalyse werd uitgevoerd met de HF-methode van Stiboka. Percentages zijn uitgedrukt in gewichts % van het gegloeide monster.

3.1.3. Triplesuperfosfaat (2)

Triplesuperfosfaat is een fosfaatmeststof die verkregen is door de inwerking van fosforzuur op een natuurlijk fosfaat.

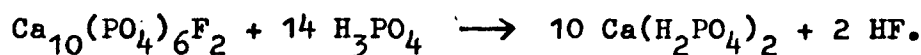
De hoeveelheid zuur die daarbij gebruikt wordt dient zodanig te zijn, dat de resulterende fosfaatverbinding monocalciumfosfaat is. Bij dit chemisch proces wordt gesproken van de ontsluiting van natuurlijk fosfaat door fosforzuur. Men maakt een op zichzelf slecht oplosbaar ruw fosfaat voor planten beschikbaar.

Het triplesuperfosfaat bevat 42 - 48% P_2O_5 . Het in deze proef gebruikte triplesuperfosfaat bevatte 43% P_2O_5 .

In de grond is de werking van dit fosfaat op de lange duur neutraal.

Niet alle fosfaat komt als H_2PO_4^- -ion in beweging. Een deel van het toegediende fosfaat (+ 25%) blijft als dicalciumfosfaat in de korrel achter. In het jaar van toediening zal het gewas voornamelijk gebruik maken van het in oplossing gekomen monocalciumfosfaat. Het niet benutte gedeelte zal geleidelijk omgezet worden tot het minder beschikbare dicalciumfosfaat of zal in zure gronden verbindingen aangaan met ijzer en/of aluminium.

Ontsluitingsmechanisme:



3.1.4. Malifosfaat (10)

Malifosfaat is een natuurlijk rotsfosfaat. De afzettingen in het Tilemsi-dal (Mali) hebben een vrij geringe dikte (2 - 2,5 m), maar strekken zich over enkele kilometers uit, waarbij open mijnbouw mogelijk is.

Het Tilemsi (Mali) fosfaat is een tricalciumfosfaat met de volgende gemiddelde chemische samenstelling:

P_2O_5 25 à 30%

CaO 42%

Al_2O_3 2,4%

Fe_2O_3 5,7%.

Volgens aan het begin van de proef verstrekte gegevens bevatte het gebruikte malifosfaat 35% P_2O_5 .

Nadat de proef was beëindigd rezen er echter twijfels aangaande dit percentage.

Jenny, F. (10) verkreeg in proeven met malifosfaat positieve resultaten bij granen en aardnoten, wat betreft

de directe effecten. Helaas is de tijdsduur tussen de bemesting en de inzaai hier niet vermeld. Tevens verkreeg hij positieve resultaten betreffende het residu-effect tot drie jaar na toediening.

3.1.5. Koemest

De beschikbare koemest bestond uit drie monsters uit Wanjare (granietgebied) van respectievelijk 37,93 , 79,08 en 49,09 gram. De monsters bevatten per kg respectievelijk 110, 91 en 107 mmol PO_4 . Daar de monsters werden gemengd was de uiteindelijk verkregen mmol PO_4 per kg koemest 100. De mest was in Kenya gedroogd (70°C) en gemalen. Vóór afweging werd de mest nogmaals 24 uur bij 70°C gedroogd. Vóór de droging was het gewicht 166,10 gram en na de droging 157,22 gram. Het gewichtsverlies was dus 8,88 gram en derhalve het vochtpercentage 5,35% op basis van stoofdroog. Voor het verkrijgen van het gloeiverlies-cijfer werd $2 \times 2,5$ gram luchtdroge koemest afgewogen en 24 uur bij 900°C gedroogd. De gewichtsverliescijfers waren respectievelijk 1,73 en 1,71 gram, wat het gemiddelde van 1,72 gram opleverde. Het gloeiverlies op stoofdroke (70°C) basis komt op 72,57%. Hiervan kan de helft geschat worden op koolstof. De koemest bevat dan 36,3% C.

Tevens bevatte de koemest 100 mmol PO_4 per kg, wat overeenkomt met $100 \times 31 = 3100$ mg P per kg koemest = 0,31% P.

Het C/P-quotiënt is dan 117. Aangezien fosfaat immobilisatie pas verwacht kan worden bij een quotiënt groter dan 200 (9), hoeft dit in deze proef niet gevreesd te worden.

De pH water was 5,72.

3.2. Methoden

3.2.1. Samenstelling der voedingsoplossing

Totaal werd een voedingsoplossing gemaakt van 10 l, bestaande uit:

7,5 l demi-water

0,3 l 4N $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

1,6 l 1N $\text{K}(\text{NO}_3)$

0,3 l 2N $\text{Mg}(\text{SO}_4)$

0,3 l sporenelementen oplossing (Mn, B, Zn, Cu, Mo).

De voedingsoplossing bevatte dus per liter 3080 mg N, 2400 mg Ca, 6240 mg K, 735 mg Mg en 960 mg S.

3.2.2. Potvulling en -behandeling

De granietgrond werd afgewogen in hoeveelheden van 1 kg op luchtdroge basis. De vulkanische asgrond werd, in verband met zijn sterk zwellend vermogen en de beperktheid der volume-inhoud der beschikbare potten, afgewogen in hoeveelheden van 0,8 kg op luchtdroge basis. Per potvulling werden dan de meststoffen en 25 cc voedingsoplossing toegevoegd. Tevens werd om de gronden een $\text{pF} = 2$ te laten verkrijgen bij de granietgrond een totaal van 198 cc en bij de vulkanische asgrond 505 cc demi-water per pot toegevoegd. (Een deel bij menging en een deel nadat de potvulling gereed was).

Dit werd daarna goed gemengd en in de potten gestort. In het midden van de pot werd een uitsparing aangebracht, die opgevuld werd met kwartszand. Hierin werd een PVC-buis gestoken.

Het voordeel van deze laatste bewerking is, dat bij water geven, hetwelk via de buis geschiedt, een gelijkmatige bevochtiging mogelijk is.

Op het grondoppervlak werd een kiemlaag van vochtig kwartszand aangebracht (+ 220 gram). Hierin werden zes maiszaden gezaaid.

De pot werd in een open kistje geplaatst, hetwelk in zijn geheel werd gewogen en waarvan het gewicht werd genoteerd. Dagelijks werd hernieuwd gewogen en het gewichtsverlies (verdamping) werd dan met demi-water weer op peil gebracht (foto 1). De plantgroei werd door middel van gewichtscorrecties gedurende de proef in rekening gebracht.

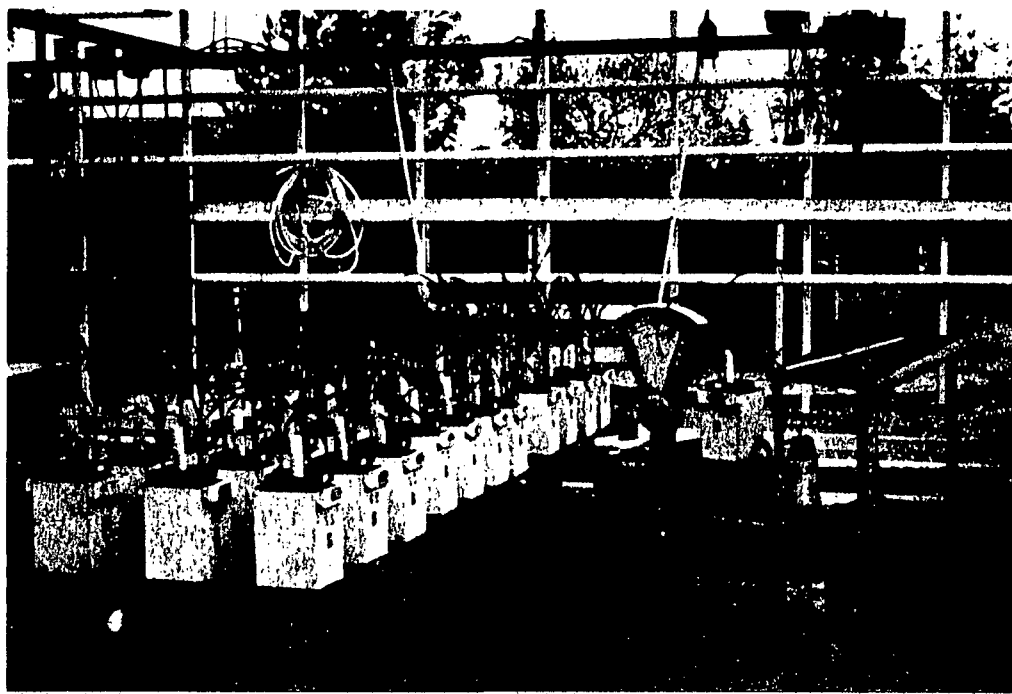


Foto 1 - De proef twee weken na inzet.

Een week na inzet van de proef werd tot twee planten uitgedund en werd tevens een grintlaag van 150 gram aangebracht om de evaporatie tegen te gaan.

Extra voedingsoplossing werd tijdens de proef naar gelang de behoefte van de plant (bepaald aan de hand van de planthoogte) toegediend.

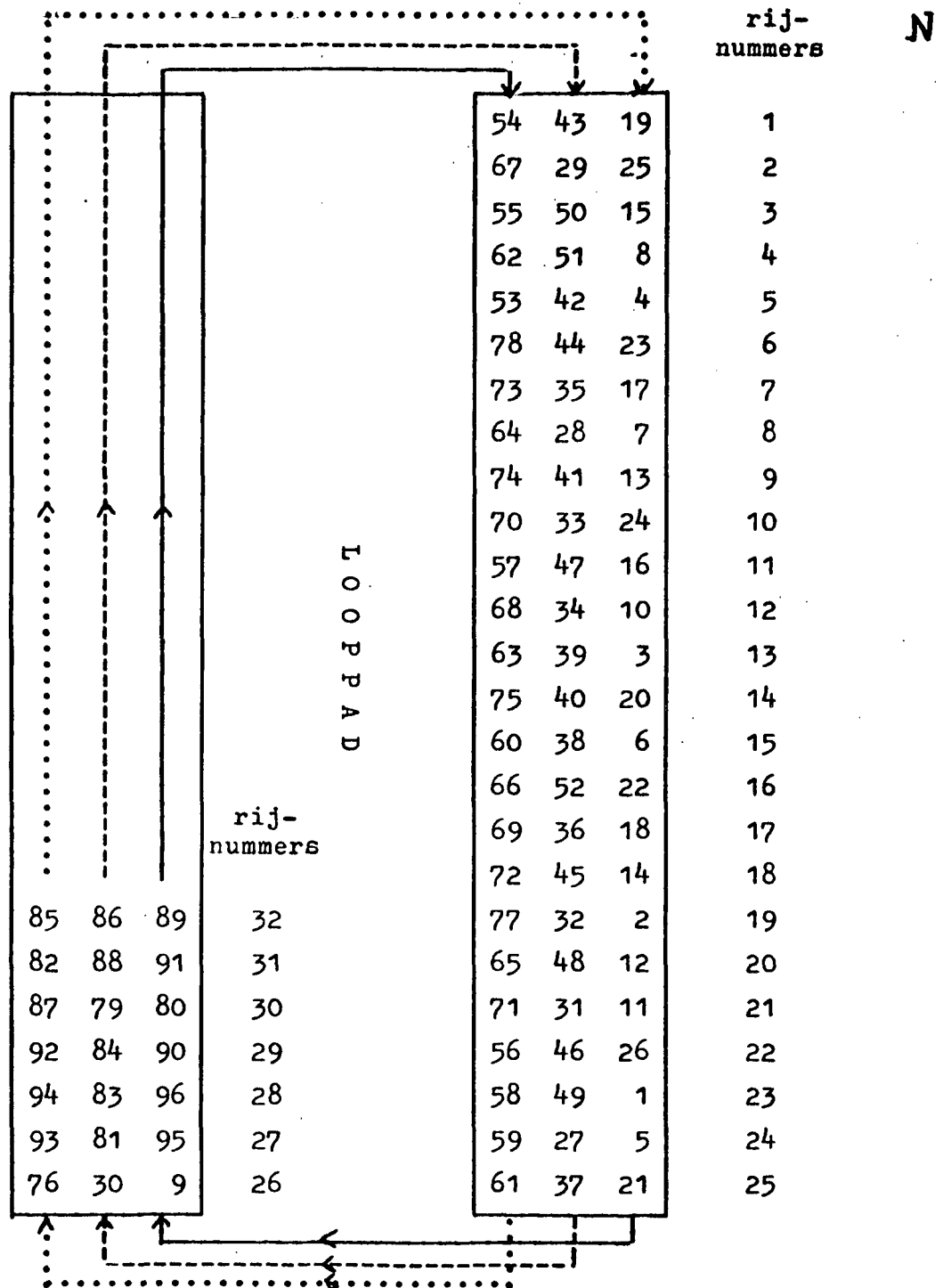
De totaal toegediende hoeveelheid voedingsoplossing werd aldus:

<u>Behandeling</u>	<u>graniet grond</u>	<u>vulkanische asgrond</u>
1. Onbehandeld	75 cc	155 cc
2. 2 g koemest/kg grond	75 cc	145 cc
3. 4 g koemest/kg grond	75 cc	145 cc
4. 50 dpm P triple	95 cc	145 cc
5. 100 dpm P triple	110 cc	145 cc
6. 200 dpm P triple	110 cc	155 cc
7. 100 dpm P mali	75 cc	145 cc
8. 200 dpm P mali	75 cc	145 cc
9. 400 dpm P mali	95 cc	155 cc
10. 2 g koemest/kg grond + 100 dpm P triple	110 cc	145 cc
11. 2 g koemest/kg grond + 100 dpm P mali	75 cc	145 cc
12. 4 g koemest/kg grond + 100 dpm P triple	110 cc	145 cc
13. 4 g koemest/kg grond + 100 dpm P mali	75 cc	145 cc

3.2.3. Plaatsing der potten

De potten werden in een kas geplaatst, waarin drie tafels in de lengterichting stonden. Hiervan werden twee tafels voor de proef gebruikt. Per herhaling werden de plaatsen van de potten door loting bepaald (4). De dummy's werden in drie rijen in een blok geplaatst, waarbij hun plaats eveneens door loting bepaald werd.

Alle potten werden, om parallel-effect uit te sluiten, dagelijks verschoven volgens onderstaand schema.



Per dag werden 5 rijen verplaatst.

3.2.4. Oogst en verwerking

Bij de oogst op 1 juni werden de bovengrondse delen afgesneden, gewogen en in stukken gesneden.

De wortels werden gespoeld en evenals de bovengrondse delen bij 70°C gedroogd. Na het drogen werden de wortels van tussenstukdelen der planten geknipt.

Van de op deze wijze verkregen drie plantgedeelten werden afzonderlijk de drooggewichten bepaald.

Gecorrigeerde opbrengstcijfers voor de bovengrondse en ondergrondse delen werden verkregen door de ene helft van het gewicht der tussenstukdelen tot de bovengrondse delen en de andere helft tot de wortels te rekenen.

Met behulp van deze laatste cijfers werden de totaalopnamen van stikstof, fosfaat en kalium bepaald.

3.2.5. Analysemethoden

De bodemonsters werden geanalyseerd (8) volgens

a) P-Bray (extractie met 0,03 N NH_4F + 0,025 N HCl)

b) P-Olsen (extractie met 0,5 M NaHCO_3)

Bij beide methoden werd de extinctie gemeten met een colorimeter bij 720 nm.

c) pH-water (20 gram grond + 50 ml H_2O ; 2 uur schudden)

d) pH-KCl (20 gram grond + 50 ml 1 N KCl ; 2 uur schudden).

Voor de gewasanalyses werd de volgende destructiemethode (7) toegepast:

- 0,3 g stoofdroog (70°C) gemalen plantenmateriaal afwegen in 50 ml maatkolffjes;
- 3,3 ml zwavelzuur-salicylzuurmengsel toevoegen (180 ml ged. water + 1000 ml gec. H_2SO_4 ; afkoelen. In 1100 ml van dit H_2SO_4 60 gram salicylzuur oplossen);
- 12 uur laten staan;
- destructie: verhitten op kookplaat; herhaaldelijk H_2O_2 30% druppelsgewijs toevoegen; doorgaan totdat de aan-

vankelijk bruin-zwarte monsters helder zijn;
- afkoelen; kolfjes aanvullen met gedestilleerd water tot 50 ml.

In dit destruaat werden bepaald:

- a) fosfaat; colorimetrische bepaling bij 880 nm.
- b) stikstof; colorimetrische bepaling bij 658 nm.
- c) kalium met behulp van vlamfotometer.

IV. Resultaten

4.1.1. Visuele waarnemingen

Drie en zes weken na inzaai werden visuele waarnemingen verricht (tabel 1 en 2), waarbij helaas de totale plantlengten door foutieve meting uitvielen.

In de eerste week na inzet van de proef bleek de opkomst goed te zijn (100%) en werd van 6 tot 2 planten uitgedund. Alle zaailingen zagen er gezond uit en in dit stadium kon dan ook van fosfaatgebrek geen sprake zijn. Hierbij dient echter in het oog gehouden te worden, dat in dit vroege stadium de zaadkorrel een belangrijke fosfaatleverancier is en dat de fosfaatleverende kracht van de bodem meestal in mindere mate een rol speelt.

In de tweede en derde week begonnen verschillende planten duidelijke kenmerken te vertonen, die op fosfaatgebrek duiden. Na drie weken hadden alle planten, die op de granietgrond groeiden een duidelijke paarskleuring van stengels en bladeren. De planten, die met triple-superfosfaat bemest waren toonden hierbij de geringste verkleuring. De paarskleuring beperkte zich hier voornamelijk tot stengels en een gedeelte der oudste bladeren. Bij de andere behandelingen was de paarskleuring veel uitgesprokener.

Bij de planten, die op de vulkanische asgrond groeiden, was van paarskleuring nauwelijks sprake. Slechts de stengels werden enigszins paars van kleur en bij enkele planten was een geringe paarskleuring waar te nemen van de randen en middennerf der oudste bladeren.

Opvallende plantlengte verschillen waren in deze eerste weken nog niet te zien (zie ook foto 1).

Hierna bleven de planten op de granietgrond echter beïnvloed in groei achter ten opzichte van die op de vulkanische asgrond.

Tabel 1 - Visuele waarnemingen voor de granietgrond op 8/5 en 30/5

Alle cijfers zijn gemiddeld over de drie herhalingen

beh. nr	behandeling per kg grond	plantlengte ¹⁾ tot top jongste blad		gewas- stand ²⁾		levende bladeren per plant		afgestorven bladeren per plant	
		8/5	30/5	8/5	30/5	8/5	30/5	8/5	30/5
1	Onbehandeld	31	28,3	-	-	5	5	-	4
2	2 g koemest	24,7	26,7	-	-	5	5	-	4
3	4 g koemest	27,2	32,8	-	-	5	5	-	3
4	50 dpm P triple	34	44,5	+	+	6	7	-	3
5	100 dpm P triple	32,2	47,2	+	+	6	8	-	4
6	200 dpm P triple	33,2	51,8	+	+	6	8	-	4
7	100 dpm P mali	31,3	31,8	-	-	5	6	-	4
8	200 dpm P mali	30,8	33,7	-	-	5	7	-	3
9	400 dpm P mali	32,7	39,7	+	+	5	7	-	3
10	2 g koemest + 100 dpm P triple	36	46,2	+	+	6	9	-	3
11	2 g koemest + 100 dpm P mali	33,2	35,5	-	-	5	7	-	3
12	4 g koemest + 100 dpm P triple	29,5	45,5	+	+	6	8	-	3
13	4 g koemest + 100 dpm P mali	28,7	29,2	-	-	5	6	-	3

1) lengtes gegeven in cm.

2) +++ = zeer goed; ++ = goed; + = matig;
- = slecht.

Tabel 2 - Visuele waarnemingen voor de vulkanische asgrond op 8/5 en 30/5

Alle cijfers zijn gemiddeld over de drie herhalingen

beh. nn	behandeling per kg grond	plantlengte ¹⁾ tot top jongste blad		gewas- stand ²⁾		levende bladeren per plant		afgestorven bladeren per plant	
		8/5	30/5	8/5	30/5	8/5	30/5	8/5	30/5
1	Onbehandeld	33,7	81,8	+	++	6	9	-	4
2	2 g koemest	31,0	77,3	+	++	6	8	-	4
3	4 g koemest	34,7	83,3	+	++	6	9	-	4
4	50 dpm P triple	35,5	81,2	++	++	6	9	-	4
5	100 dpm P triple	33	79,5	++	++	6	9	-	4
6	200 dpm P triple	36,2	84	++	+++	6	9	-	4
7	100 dpm P mali	34	80,5	+	++	6	8	-	4
8	200 dpm P mali	36,7	84	+	++	6	9	-	4
9	400 dpm P mali	33,8	82,3	+	+++	6	8	-	5
10	2 g koemest + 100 dpm P triple	37,2	85,5	++	++	6	9	-	4
11	2 g koemest + 100 dpm P mali	32	78	+	++	6	8	-	4
12	4 g koemest + 100 dpm P triple	36,8	81,8	++	++	6	9	-	4
13	4 g koemest + 100 dpm P mali	36	82,2	+	++	6	9	-	4

¹⁾ lengtes gegeven in cm. ²⁾ +++ = zeer goed; ++ = goed; + = matig;
- = slecht.

In de zesde week was van een "mooie" paarskleuring weinig meer te zien. De sterk fosfaatgebrek lijdende planten op de granietgrond waren klein en iel met dunne zeer donker gekleurde stengels. De bladeren waren hier gering in aantal, kort en smal. Het slechtst, en wel in gelijke mate, zagen de planten eruit, die de behandelingen 1, 2, 3, 7, 8, 11 en 13 hadden ondergaan. De met triplesuperfosfaat bemeste planten zagen er wat beter uit, waarbij de hoogste P-gift ook de beste planten te zien gaf.

De met 400 dpm P mali bemeste planten zagen er duidelijk beter uit dan de met 100 en 200 dpm P mali bemeste planten en waren vergelijkbaar met de met 50 dpm P triplesuperfosfaat bemeste planten.

De koemest had ogenschijnlijk geen resultaat. Beschouwen we in tabel 1 de verschillen in de plantlengtes tot de top van het jongste blad, die als maat genomen kunnen worden voor de relatieve stijging van het groeipunt, tussen de derde en zesde week, dan zien we dat in deze periode:

- a) geen of nauwelijks groei is opgetreden bij de planten met de behandeling 1, 2, 3, 7, 8, 11 en 13.
- b) een sterkere groei naarmate met meer triplesuperfosfaat bemest is (behandeling 4, 5 en 6).
- c) de koemest geen positieve invloed op de groei gehad heeft (behandeling 1, 2 en 3; 5, 10 en 12; 7, 11 en 13).

Bij de planten op de vulkanische asgrond waren geen grote verschillen tussen de verschillende behandelingen te zien. Ze waren vrijwel van gelijke lengte, met evenveel blad en zagen er goed uit, alhoewel enkele planten een geringe paarskleuring van de randen der oudste bladeren vertoonden. Tevens moet gezegd worden, dat bij de planten op deze grond enkele bladeren wat te licht van kleur waren, wat een dreigend tekort aan stikstof deed vermoeden.

Hierbij moet opgemerkt worden, dat de planten, zeker in de laatste weken van de proef, eigenlijk te groot waren voor de gebruikte potten. De verdamping was bijzonder groot en alhoewel tweemaal daags water werd gegeven, droogde de grond toch voor een groot deel uit. Het water moest in te grote hoeveelheden per keer toegediend worden, met soms als gevolg wateruitvloeiing onder uit de pot. Er moet dan ook rekening mee gehouden worden, dat voedingselementen, zeker stikstof, zijn uitgespoeld.

De foto's 2 tot en met 5 tonen de planten op de granietgrond en de foto's 6 tot en met 9 de planten op de vulkanische asgrond; de foto's zijn 6 weken na inzaai genomen.

4.1.2. Conclusies

1. Op de vulkanische asgrond vertonen de planten geen of nauwelijks fosfaatgebreksverschijnselen.
2. Op de granietgrond vertonen alle planten duidelijke fosfaatgebreksverschijnselen.
3. De koemest heeft geen effect op de plantgroei.
4. Bij de granietgrond geeft het triplesuperfosfaat aanzienlijk betere resultaten dan het malifosfaat, waarbij:
 - toename in triplesuperfosfaatgift een toename van de plantgroei geeft;
 - de groei bij een gift van 400 dpm P malifosfaat overeenkomt met de groei bij een gift van 50 dpm P triplesuperfosfaat.

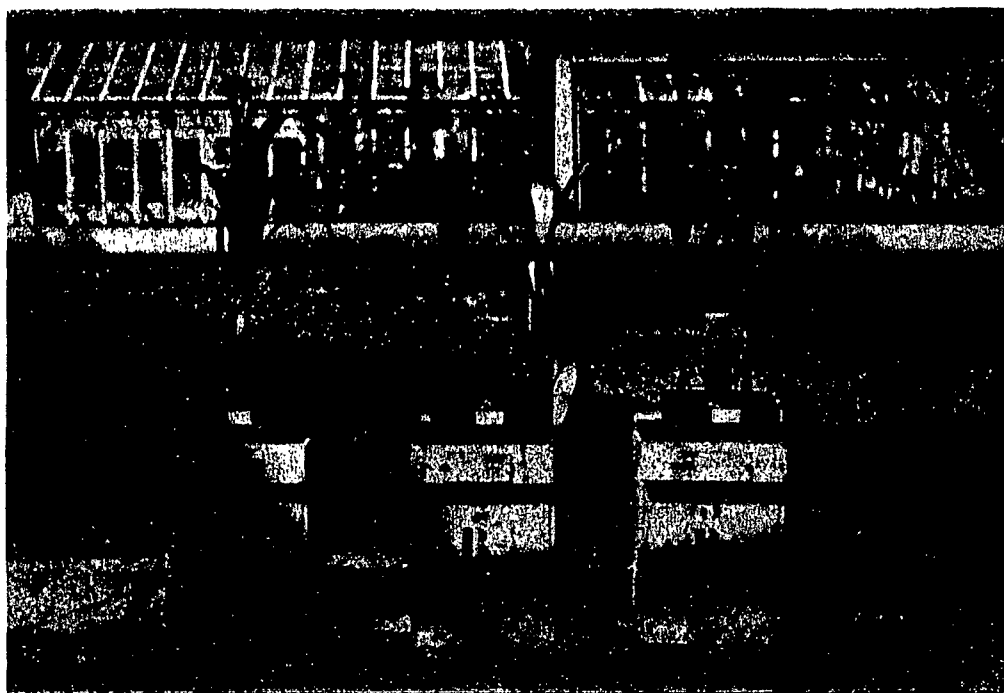


Foto 2 - Behandeling 1, 2 en 3 bij de granietgrond



Foto 3 - Behandeling 4, 5 en 6 bij de granietgrond

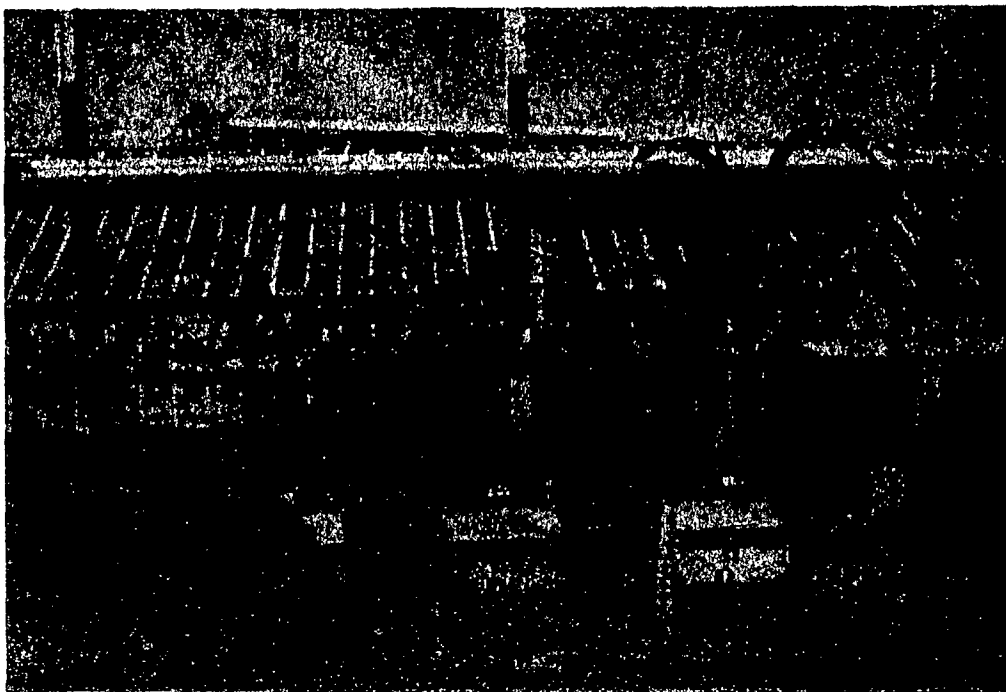


Foto 4 - Behandeling 7, 8 en 9 bij de granietgrond

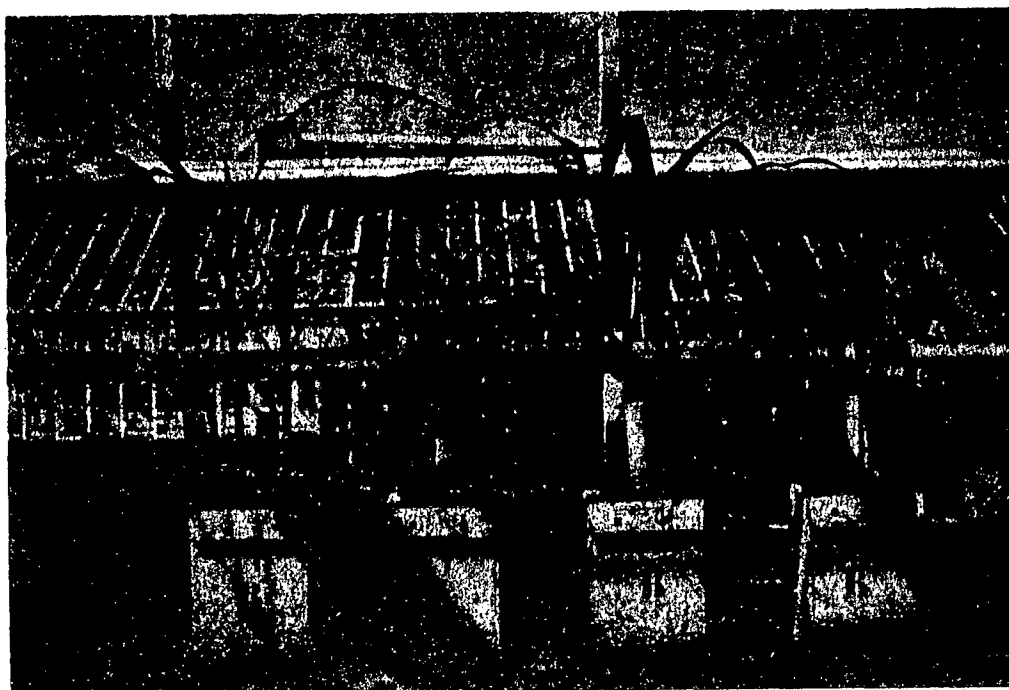


Foto 5 - Behandeling 10, 11, 12 en 13 bij de granietgrond

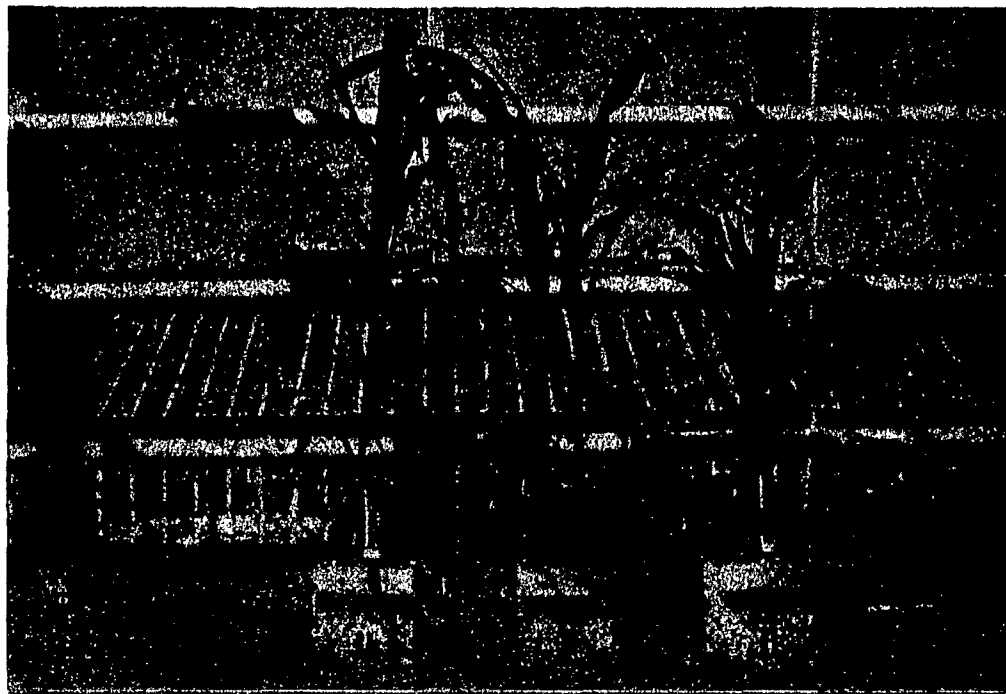


Foto 6 - Behandeling 1, 2 en 3 bij de vulkanische asgrond



Foto 7 - Behandeling 4, 5 en 6 bij de vulkanische asgrond

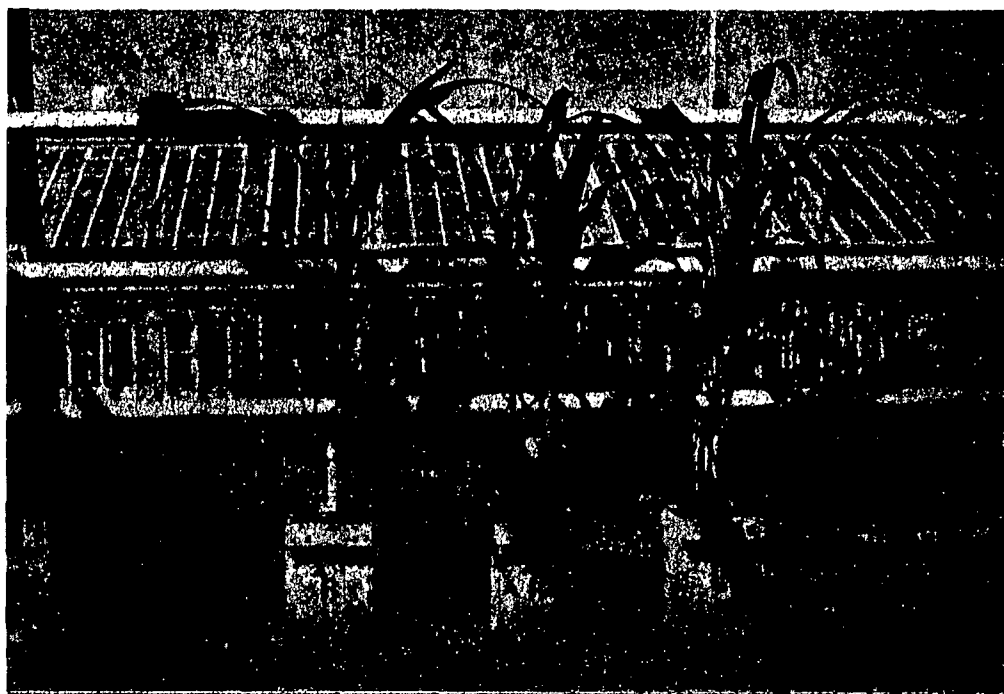


Foto 8 - Behandeling 7, 8 en 9 bij de vulkanische asgrond



Foto 9 - Behandeling 10, 11, 12 en 13 bij de vulkanische
asgrond

4.2. Resultaten van de grondanalyses

4.2.1. Resultaten van de grondanalyse bij de dummy's

De monsternamen bij de dummy's werden op drie tijdstippen uitgevoerd en wel op 20 april, 10 mei en 1 juni (dit is na 0, 3 en 6 weken).

De bemonstering bracht praktische bezwaren met zich mee. Bij de eerste monsternamen werden de potten omgekeerd en er werd hier en daar wat vochtige grond met een spatel weggeschept tot een totaal van ongeveer 100 gram. Het terugscheppen van de resterende grond in de potten bracht het probleem met zich mee, dat een scheiding van grond en kwartszand niet volledig realiseerbaar was. Er moet dan ook gevreesd worden, dat een geringe menging hierbij is opgetreden. Een tweede bezwaar van deze procedure was de sterke verstoring van het potprofiel. Vooral om dit laatste bezwaar te ondervangen, werd bij de tweede monstername met een appelboor grond gestoken, hetwelk tevens de bemonsteringsprocedure aanmerkelijk versnelde. Het bezwaar hierbij was echter wel, dat er "gaten" ontstonden en dat het aantal "steken" sterk beperkt werd door het geringe potoppervlak.

a. Granietgrond

De resultaten van de P-Bray extractie methode staan vermeld in tabel 3.

De monsters 1 dag na het inzetten van de proef geven te zien, dat de koemest een positieve invloed uitoefende op de fosfaatbeschikbaarheid in de grond. Deze invloed verdwijnt echter in de loop van de proef, zodat aan het belang van voornoemde positieve invloed getwijfeld kan worden.

Tabel 3 - Fosfaatextractie volgens de P-Bray methode bij de granietgrond

P-gift \ koe-mest	P-Bray in dpm P			R.Q. ¹⁾			vocht % grond		
	gram/kg grond			gram/kg grond			gram/kg grond		
	0	2	4	0	2	4	0	2	4
Uitgevoerd op 20 april									
0	1,1	3,6	3,6				27,4	28,4	27,5
100 dpm triple	28,0	28,7	37,2	26,9	25,1	33,6	26,6	26,3	27,4
100 dpm mali	2,5	4,2	4,2	1,4	0,6	0,6	27,2	26,4	27,3
Uitgevoerd op 10 mei									
0	0,8	1,6	1,8				29,7	30,2	31,4
100 dpm triple	16,0	16,4	17,6	15,2	14,8	15,8	29,1	30,2	30,4
100 dpm mali	1,9	2,3	2,4	1,1	0,7	0,6	30,4	30,2	30,2
Uitgevoerd op 1 juni									
0	3,0	3,4	2,9				20,9	23,5	22,8
100 dpm triple	20,0	20,9	20,2	17,0	17,5	18,0	23,5	24,6	22,5
100 dpm mali	4,3	4,1	4,8	1,3	0,7	1,9	23,7	20,3	22,3

1) $R.Q. = \frac{\text{dpm P bemeste grond} - \text{dpm P "onbemeste" grond}}{\text{dpm P toegediend}} \times 100\%$,
 waarbij onder "onbemeste" grond wordt verstaan de P_0 -behandelde grond.

Tabel 4 - Fosfaatextractie volgens de P-Olsen methode bij de
granietgrond

koe- mest P- gift	P-Olsen in dpm P			R.Q. ¹⁾			vocht % grond		
	gram/kg grond			gram/kg grond			gram/kg grond		
	0	2	4	0	2	4	0	2	4
Uitgevoerd op 20 april									
0	6,6	7,2	7,7				27,4	28,4	27,5
100 dpm triple	33,1	30,6	37,2	26,5	23,4	29,5	26,6	26,3	27,4
100 dpm mali	10,4	6,7	9,2	3,8	-	1,5	27,2	26,4	27,3
Uitgevoerd op 10 mei									
0	3,4	3,9	5,5				29,7	30,2	31,4
100 dpm triple	21,4	20,9	23,0	18,0	17,0	17,5	29,1	30,2	30,4
100 dpm mali	4,7	6,5	7,8	1,3	2,6	2,3	30,4	30,2	30,2

¹⁾ R.Q. = $\frac{\text{dpm P bemeste grond} - \text{dpm P "onbemeste" grond}}{\text{dpm P toegediend}} \times 100\%$

waarbij onder "onbemeste" grond wordt verstaan de P₀-behandelde grond.

De extractiecijfers op 1 juni zijn relatief vrij hoog. Dit is mogelijkterwijs terug te voeren op de sterk verhoogde temperatuur.

Van hettriplesuperfosfaat wordt na verloop van tijd minder teruggevonden, dan direct na de toediening. Als de gemiddelde R.Q. op 20 april op 28% en die op 1 juni op 18% wordt gesteld, dan betekent dit een R.Q.-daling voor het triplesuperfosfaat in 6 weken 36% ten opzichte van de R.Q. waarde van 20 april. Dit goed oplosbare fosfaat wordt dus tijdens de inwerkingsduur in sterke mate gefixeerd.

Het malifosfaat blijkt bijzonder geringe invloed op de fosfaatextractiecijfers uit te oefenen. De gevonden R.Q.'s zijn steeds zeer laag en liggen rond 1%.

In tabel 4 worden de resultaten van de P-Olsen extractie methode vermeld. Absoluut bezien zijn deze extractiecijfers wat hoger dan bij de vorige methode. Dit vindt zijn oorzaak in het feit, dat bij deze methode de pH omhoog wordt gebracht, waardoor meer Fe- en Al-fosfaten oplossen. De trend is echter gelijk aan die welke bij de vorige methode werd gevonden.

b. Vulkanische asgrond

De resultaten van de P-Bray extractie methode staan vermeld in tabel 5.

De extractiecijfers op 1 juni zijn hier wederom hoog en nu over de gehele linie. Hierbij kan dezelfde oorzaak worden aangevoerd als bij de granietgrond. Ook hier is echter van koemest-invloed nauwelijks sprake. Wordt het triplesuperfosfaat beschouwd aan de hand van de gemiddelde R.Q.'s dan is te zien dat een aanvankelijke daling (10 mei) later weer wordt omgezet in een stijging (1 juni) tot het niveau van de eerste bemonstering (20 april). Sorptie en desorptie van het triplesuperfosfaat schijnt dus op deze grond vrij gemakkelijk te geschieden.

Tabel 5 - Fosfaatextractie volgens de P-Bray methode bij de vulkanische asgrond

koe- mest P- gift	P-Bray in dpm P			R.Q. ¹⁾			vocht % grond		
	gram/kg grond			gram/kg grond			gram/kg grond		
	0	2	4	0	2	4	0	2	4
Uitgevoerd op 20 april									
0	32,2	29,4	33,6				71,8	69,9	72,9
100 dpm triple	57,4	71,1	66,2	25,2	41,7	32,6	72,3	69,5	69,7
100 dpm mali	33,3	31,9	31,9	1,1	2,5	-	73,6	74,6	68,1
Uitgevoerd op 10 mei									
0	31,6	31,4	32,1				73,0	71,9	73,9
100 dpm triple	49,4	52,3	52,6	17,8	20,9	20,5	81,0	75,3	72,1
100 dpm mali	31,3	32,0	32,4	-	0,6	0,3	71,9	74,0	70,4
Uitgevoerd op 1 juni									
0	55,1	59,8	61,9				56,0	53,6	60,6
100 dpm triple	91,8	94,2	92,3	36,7	34,4	30,4	65,2	65,8	60,8
100 dpm mali	62,7	61,0	57,9	7,6	1,2	-	63,9	59,8	55,2

1) $R.Q. = \frac{\text{dpm P bemeste grond} - \text{dpm P "onbemeste" grond}}{\text{dpm P toegediend}} \times 100\%$,

waarbij onder "onbemeste" grond wordt verstaan de P₀-behandelde grond.

Tabel 6 - Fosfaatextractie volgens de P-Olsen methode bij de vulkanische asgrond

		P-Olsen in dpm P			R.Q. ¹⁾			vocht % grond		
P- gift	koe- mest	gram/kg grond			gram/kg grond			gram/kg grond		
		0	2	4	0	2	4	0	2	4
Uitgevoerd op 20 april										
0		54,9	57,1	59,9				71,8	69,9	72,9
100 dpm triple		98,5	112,3	93,4	43,6	55,2	33,5	72,3	69,5	69,7
100 dpm mali		53,4	58,2	57,8	-	1,1	-	73,6	74,6	68,1
Uitgevoerd op 10 mei										
0		41,3	40,5	46,7				73,0	71,9	73,9
100 dpm triple		94,1	81,3	75,0	52,8	40,8	28,3	81,0	75,3	72,1
100 dpm mali		77,8	94,8	50,5	36,5	54,3	3,8	71,9	74,0	70,4

1) $R.Q. = \frac{\text{dpm P bemeste grond} - \text{dpm P "onbemeste" grond}}{\text{dpm P toegediend}} \times 100\%$

waarbij onder "onbemeste" grond wordt verstaan de P₀-behandelde grond.

Fosfaatfixatie is op deze grond dan ook aanzienlijk minder dan op de granietgrond.

Als de gemiddelde R.Q. voor het triplesuperfosfaat van 20 april op 33% en die op 10 mei op 20% wordt gesteld en met elkaar worden vergeleken, dan betekent dit in deze periode een R.Q. daling van 39% in 3 weken ten opzichte van de R.Q. waarde van 20 april. Bij de granietgrond is dat in deze periode 46%. Wel blijkt ook hieruit dat de fixatie op de granietgrond hoger is dan op de vulkanische asgrond, maar erg groot is het verschil niet. Daarbij dient er rekening mee gehouden te worden, dat de vulkanische asgrond een veel hoger fosfaatstartniveau bezit. Daardoor is het niet ondenkbaar, dat een daling van dit startniveau door herhaalde beplanting zonder fosfaatbemesting kan resulteren in een sterk fosfaatfixerende grond.

Evenals bij de granietgrond wordt ook hier van het malifosfaat zeer weinig teruggevonden.

In tabel 6 worden de resultaten van de P-Olsen extractie methode vermeld. Onverklaarbaar is hier de gevonden negatieve invloed van de koemest bij het triplesuperfosfaat op 10 mei, nevens de in dezelfde tabel staande extractiecijfers van het malifosfaat.

4.2.2. Resultaten der grondanalyse bij de beplante potten

Op 1 juni werden uit een aantal beplante potten grondmonsters genomen.

De analyseresultaten staan vermeld in tabel 7 en 8.

De cijfers tussen haakjes geven de analyseresultaten weer die behaald zijn met de P-Olsen methode. Zij verschillen niet noemenswaard met die welke behaald zijn met de P-Bray methode. Wegens deze reden zijn op 1 juni niet van alle monsters de P-Olsen waarden bepaald.

a. Granietgrond

De extractiecijfers van de grond met koemest verschillen

Tabel 7 - Fosfaatextractie volgens de P-Bray methode
(P-Olsen methode) bij de beplante granietgrond

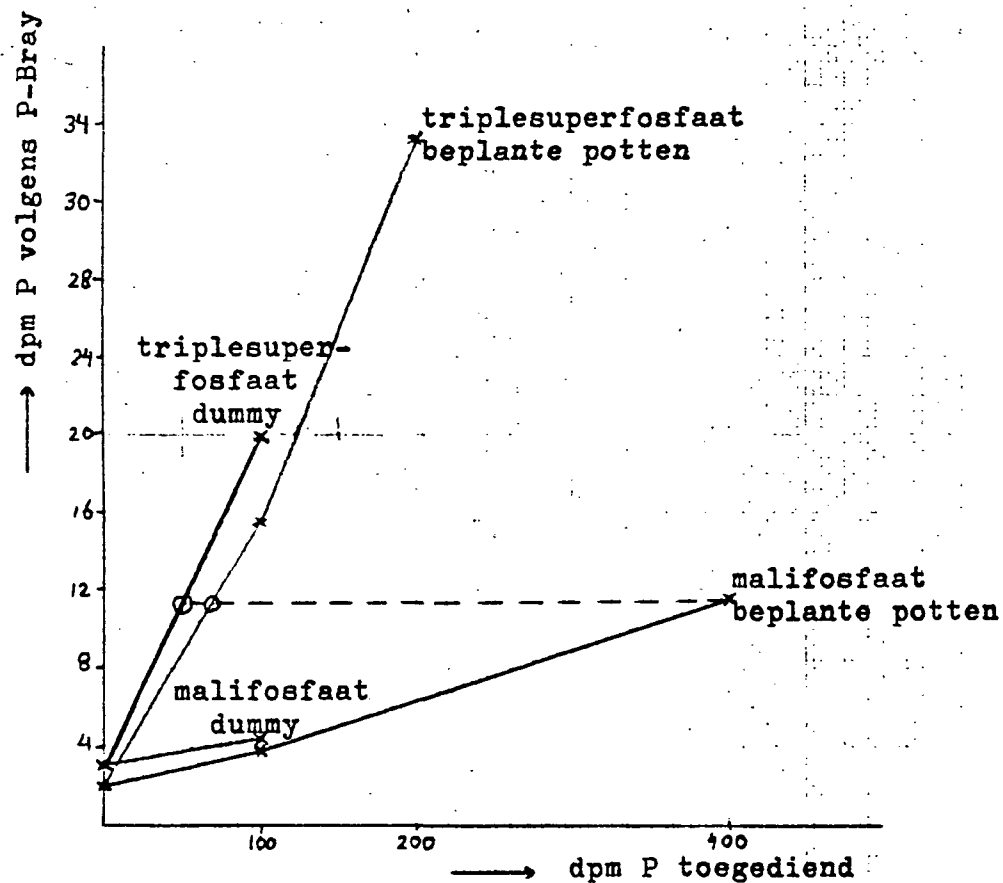
		P-Bray (P-Olsen) in dpmP		R.Q. ¹⁾	
P-gift	koemest	0 g/kg grond	4 g/kg grond	0 g/kg grond	4 g/kg grond
Uitgevoerd op 1 juni					
0		2,1 (1,7)	2,3		
100 dpm triple		15,6	17,1	13,5	14,8
200 dpm triple		33,2 (28,2)		15,6	
100 dpm mali		3,7	3,9	1,6	1,6
400 dpm mali		11,6 (11,3)		2,4	

Tabel 8 - Fosfaatextractie volgens de P-Bray methode
(P-Olsen methode) bij de beplante vulkanische as-grond

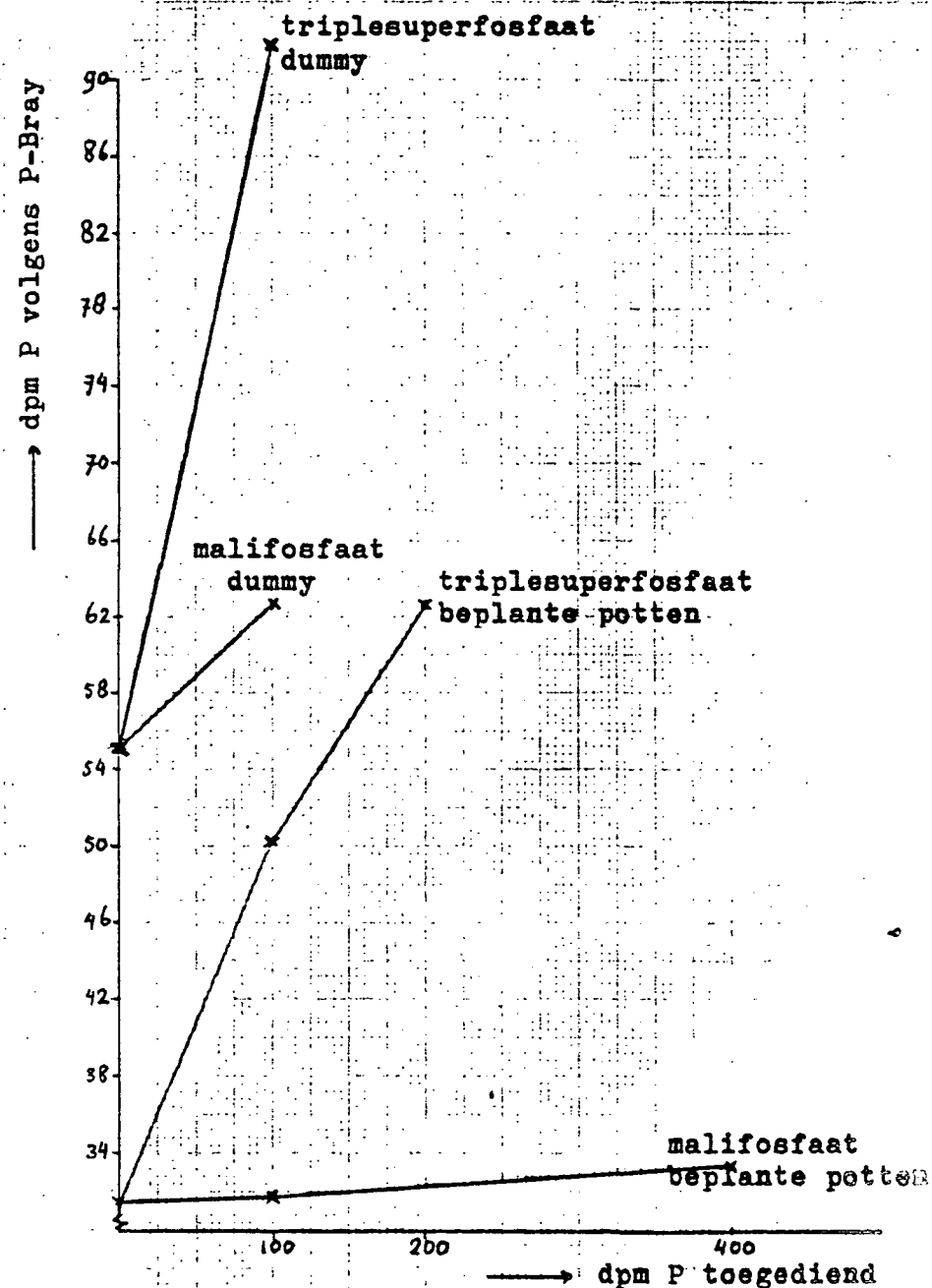
		P-Bray (P-Olsen) in dpm P		R.Q. ¹⁾	
P-gift	koemest	0 g/kg grond	4 g/kg grond	0 g/kg grond	4 g/kg grond
Uitgevoerd op 1 juni					
0		31,1 (25,0)	31,0		
100 dpm triple		50,1	43,7	19,0	12,7
200 dpm triple		62,5 (55,5)		16,2	
100 dpm mali		31,7	30,7	0,6	-
400 dpm mali		33,3 (27,0)		0,6	

¹⁾ R.Q. = $\frac{\text{dpm P bemeste grond} - \text{dpm P "onbemeste" grond}}{\text{dpm P toegediend}} \times 100\%$

waarbij onder "onbemeste" grond wordt verstaan de P₀-behandelde grond.



Grafiek 1 - Verband tussen fosfaatgift en fosfaat-extractieciijfers bij de granietgrond



Grafiek 2 - Verband tussen fosfaatgift en fosfaat-extractieciijfers bij de vulkanische grond

niet met de overeenkomstige behandelingen zonder koemest. Ook hier wordt dus geen invloed van de koemest gevonden. Het triplesuperfosfaat bleek een duidelijk verhogende werking op de extractiecijfers uit te oefenen. Het verband tussen fosfaatgift en fosfaatextractiecijfers is zelfs vrijwel lineair (grafiek 1). In dezelfde grafiek zijn de extractiecijfers ingetekend die gevonden werden bij de dummy's.

De met 100 dpm P malifosfaat bemeste grond levert wat hogere cijfers op dan de onbehandelde grond, maar het verschil is niet spectaculair. Wel opvallend hoger dan de onbehandelde grond is de met 400 dpm P malifosfaat bemeste grond, maar in vergelijking met de fosfaatgift is dit toch weer een vrij lage waarde. Vergelijking van deze waarde met het triplesuperfosfaat (grafiek 1) geeft te zien dat de 400 dpm P malifosfaatgift ongeveer overeenkomt met 65 dpm P triplesuperfosfaat (wordt echter vergeleken met de dummy's - grafiek 1 - dan komt 400 dpm P malifosfaat overeen met 50 dpm P triplesuperfosfaat). Vergelijking met de extractiecijfers der dummy's laat verder zien dat bij de overeenkomstige behandelingen er bij de dummy's wat hogere extractiewaarden worden gevonden. Dit is toe te schrijven aan de afwezigheid van planten ofwel aan de afwezigheid van afvoer van een deel van het gemakkelijk extraheerbare fosfaat.

b. Vulkanische asgrond

Enkel bij de triplesuperfosfaat heeft de koemest waarschijnlijk een negatieve invloed op de fosfaatbeschikbaarheid gehad. Bij de overige behandelingen kan echter geen koemestinvloed teruggevonden worden. Bij het triplesuperfosfaat is ook hier weer duidelijk sprake van positieve invloed op de fosfaatbeschikbaarheid (grafiek 2). Bij het malifosfaat echter kan nauwelijks van enige invloed gesproken worden en dit zowel bij de 100 dpm P als bij de 400 dpm P malifosfaat.

Tabel 9 - pH waarden van de granietgrond bepaald op 20 april (I),
10 mei (II) en 1 juni (III) van de dummy's en op 1 juni
van de beplante potten (IV)

P-gift	koemest- gift	0 g per kg grond		2 g per kg. grond		4 g per kg grond	
		$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	pH_{KCl}	$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	pH_{KCl}	$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	pH_{KCl}
Onbehandeld	I	4,32	4,90	4,31	4,92	4,36	4,92
	II	4,30	4,85	4,29	4,90	4,31	4,92
	III	4,28		4,30		4,30	
	IV	4,29	4,90			4,31	
100 dpm P triple	I	4,32	4,92	4,31	4,95	4,34	4,95
	II	4,28	4,88	4,30	4,90	4,33	4,91
	III	4,29		4,30		4,32	
	IV	4,20				4,29	
200 dpm P triple	I						
	II						
	III						
	IV	4,27	5,10				
100 dpm P mali	I	4,32	4,96	4,31	4,95	4,36	4,95
	II	4,29	4,90	4,31	4,91	4,33	4,91
	III	4,27		4,32		4,36	
	IV	4,32				4,39	
400 dpm P mali	I						
	II						
	III						
	IV	4,35	5,03				

Tabel 10 - pH waarden van de vulkanische asgrond bepaald op 20 april (I), 10 mei (II) en 1 juni (III) van de dummy's en op 1 juni van de beplante potten (IV)

P-gift	koemest-gift	0 g per kg grond		2 g per kg grond		4 g per kg grond	
		pH _{H2O}	pH _{KCl}	pH _{H2O}	pH _{KCl}	pH _{H2O}	pH _{KCl}
Onbehandeld	I	5,35	6,05	5,35	5,95	5,36	5,98
	II	5,08	5,51	5,08	5,51	5,08	5,51
	III	5,10		5,10		5,12	
	IV	5,20	5,97			5,17	
100 dpm P triple	I	5,34	5,94	5,32	5,93	5,35	5,95
	II	5,06	5,50	5,07	5,55	5,04	5,49
	III	5,12		5,12		5,12	
	IV	5,13				5,14	
200 dpm P triple	I						
	II						
	III						
	IV	5,20	5,87				
100 dpm P mali	I	5,32	6,03	5,35	5,97	5,36	5,96
	II	5,06	5,50	5,06	5,50	5,08	5,51
	III	5,11		5,12		5,12	
	IV	5,21				5,20	
400 dpm P mali	I						
	II						
	III						
	IV	5,17	5,95				

4.2.3. De pH van de grond

De resultaten van de pH bepalingen bij de grondmonsters worden vermeld in tabel 9 en 10.

Bij de granietgrond spelen noch de behandelingen noch het tijdsverloop een rol bij de waarde van de pH, welke vrij constant is.

Bij de vulkanische asgrond is de pH echter aan schommelingen onderhevig. Direct na de bevochtiging van de grond worden de hoogste waarden genoteerd. Daarna treedt een sterke daling op, waarna weer een lichte stijging zichtbaar wordt (dit kan ook voor een deel invloed hebben gehad op de R.Q. schommelingen bij de dummy's). De beplanting heeft een verhoging van de pH tot gevolg. Dit kan verklaard worden door een grotere anionen- dan kationenopname door de plant.

4.2.4. De oplosbaarheid van het malifosfaat

Omdat van het malifosfaat zo bijzonder weinig wordt teruggevonden werd dit fosfaat volgens de P-Bray methode "geëxtraheerd". Immers, het niet terugvinden kan zijn oorzaak vinden bij óf een zeer slechte oplosbaarheid óf een snelle omzetting in onoplosbare reactieproducten. Ter vergelijking werd tevens het triplesuperfosfaat "geëxtraheerd". In beide gevallen werd 0,5 gram fosfaat genomen.

Er werden drie "extractietijden" ingevoerd, namelijk 1, 2 en 4 minuten. Bij het triplesuperfosfaat speelde de "extractietijd" geen rol. Er werd bij alle drie "extractietijden" 84% van het toegediende P teruggevonden. Bij het malifosfaat speelde de "extractietijd" wel een rol. Na 1 minuut werd 0,6% van het toegediende P, na 2 minuten 0,9% en na 4 minuten 1,3% van het toegediende P teruggevonden.

Echter, het zijn zeer geringe hoeveelheden ten opzichte van het triplesuperfosfaat. Malifosfaat blijkt dus een zeer slecht oplosbaar fosfaat te zijn.

4.2.5. Conclusies

1. Op de vulkanische asgrond worden aanzienlijk hogere fosfaatextractiecijfers gevonden dan op de granietgrond.
2. De koemest heeft geen effect op de fosfaatbeschikbaarheid in de grond.
3. Het verband tussen triplesuperfosfaatgift en de fosfaatbeschikbaarheid in de grond is vrijwel lineair.
4. Bij de granietgrond treedt een R.Q. daling in de tijd op voor het triplesuperfosfaat.
Bij de vulkanische asgrond wordt deze R.Q. daling enkel bij de beplante grond gevonden.
5. Het malifosfaat blijkt zeer slecht oplosbaar te zijn in de extractievloeistof, gebruikt bij de P-Bray methode. Naarmate langer "geëxtraheerd" wordt, gaat er meer fosfaat in oplossing.
Bemesting met malifosfaat is dan ook nauwelijks van invloed geweest op de fosfaatbeschikbaarheid in de grond. Een gift van 400 dpm P malifosfaat komt overeen met een gift van ongeveer 50 dpm P triplesuperfosfaat.

4.3. Plantopbrengsten

4.3.1. Inleiding

Van de bovengrondse delen werd het versgewicht bepaald. Deze opbrengsten staan vermeld in tabel 11 en 12.

Tabel 11 - Vers gewicht in gram der bovengrondse delen bij de graniet-grond.

behandeling	herhaling			gemiddeld over de drie her- halingen	vocht %
	I	II	III		
Onbehandeld	14,9	10,0	12,7	12,53	85,40
2 g koemest	13,8	8,7	20,4	14,30	86,92
4 g koemest	12,1	19,9	18,8	16,93	86,24
50 dpm P triple	50,8	49,7	62,7	54,40	85,24
100 dpm P triple	81,5	80,9	71,5	77,97	84,13
200 dpm P triple	129,0	102,7	106,2	112,63	83,84
100 dpm P mali	23,5	26,6	21,8	23,97	86,65
200 dpm P mali	21,6	27,8	44,0	31,13	86,73
400 dpm P mali	60,1	58,5	43,1	53,90	85,29
2 g koemest + 100 dpm P triple	93,0	76,6	83,5	84,37	84,63
2 g koemest + 100 dpm P mali	41,8	29,0	31,3	34,03	85,69
4 g koemest + 100 dpm P triple	78,7	84,1	57,7	73,50	85,07
4 g koemest + 100 dpm P mali	23,0	24,7	27,9	25,20	84,52

Tabel 12 - Vers gewicht in gram der bovengrondse delen bij de vulkanische asgrond

behandeling	herhaling			gemiddeld over de drie herhalingen	vocht %
	I	II	III		
Onbehandeld	221,6	238,1	175,5	211,73	85,80
2 g koemest	233,3	185,5	172,2	197,00	84,67
4 g koemest	173,3	205,6	202,3	193,73	84,88
50 dpm P triple	230,7	222,0	222,8	225,17	85,02
100 dpm P triple	237,8	230,0	215,8	227,87	85,30
200 dpm P triple	255,9	257,0	234,3	249,07	84,57
100 dpm P mali	185,0	188,2	224,7	199,30	85,46
200 dpm P mali	238,7	218,9	220,2	225,93	84,82
400 dpm P mali	219,9	238,2	235,6	231,23	85,63
2 g koemest + 100 dpm P triple	233,0	237,1	244,1	231,40	84,18
2 g koemest + 100 dpm P mali	179,3	226,0	204,4	203,23	85,09
4 g koemest + 100 dpm P triple	225,8	231,0	238,5	231,77	84,68
4 g koemest + 100 dpm P mali	216,0	209,3	185,7	203,67	84,70

De opbrengstcijfers der bovengrondse delen worden beschouwd aan de hand van de verkregen drogestofopbrengsten in tabel 13 en 14. Hier wordt gesproken van de gecorrigeerde drogestof van de spruit en de gecorrigeerde drogestof van de wortels. Deze zijn verkregen door de sommatie van de bovengrondse delen, respectievelijk de wortels, met het halve gewicht der tussenstukdelen van de plant (d.i. het gedeelte dat overblijft, nadat eerst de bovengrondse delen waren afgesneden en daarna de wortels, en komt ongeveer overeen met de knopenstapel aan de voet van de spruit). De gewichten der afzonderlijke plantdelen worden vermeld in de appendix.

De gecorrigeerde opbrengstcijfers zijn tevens gebruikt bij de bepaling van de hoeveelheden P, N en K die door de planten zijn opgenomen.

4.3.2. Drogestof opbrengst en de spruit-wortel verhouding

a. Granietgrond (tabel 13)

Bij vergelijking der totaal drogestofopbrengsten valt op, dat de bemesting met koemest geen significante opbrengstverhoging te zien geeft. De uitzondering hierbij is de behandeling met 2 g koemest/ kg grond + 100 dpm P malifosfaat, maar aan het belang hiervan kan sterk getwijfeld worden daar bij de behandeling met 4 g koemest/kg grond + 100 dpm P malifosfaat het verschil met enkel 100 dpm P malifosfaat niet significant is.

De bemesting met triplesuperfosfaat geeft een duidelijk positieve respons. Bij alle gebruikte hoeveelheden verschillen de opbrengsten met de onbehandelde grond. Tevens wordt een significant opbrengstverschil verkregen

Tabel 13 - Totale drooggewicht (70°C) in gram, uitgesplitst in gecorrigeerde drooggewicht van de spruit en van de wortels, en de spruit/wortel verhouding bij de granietgrond

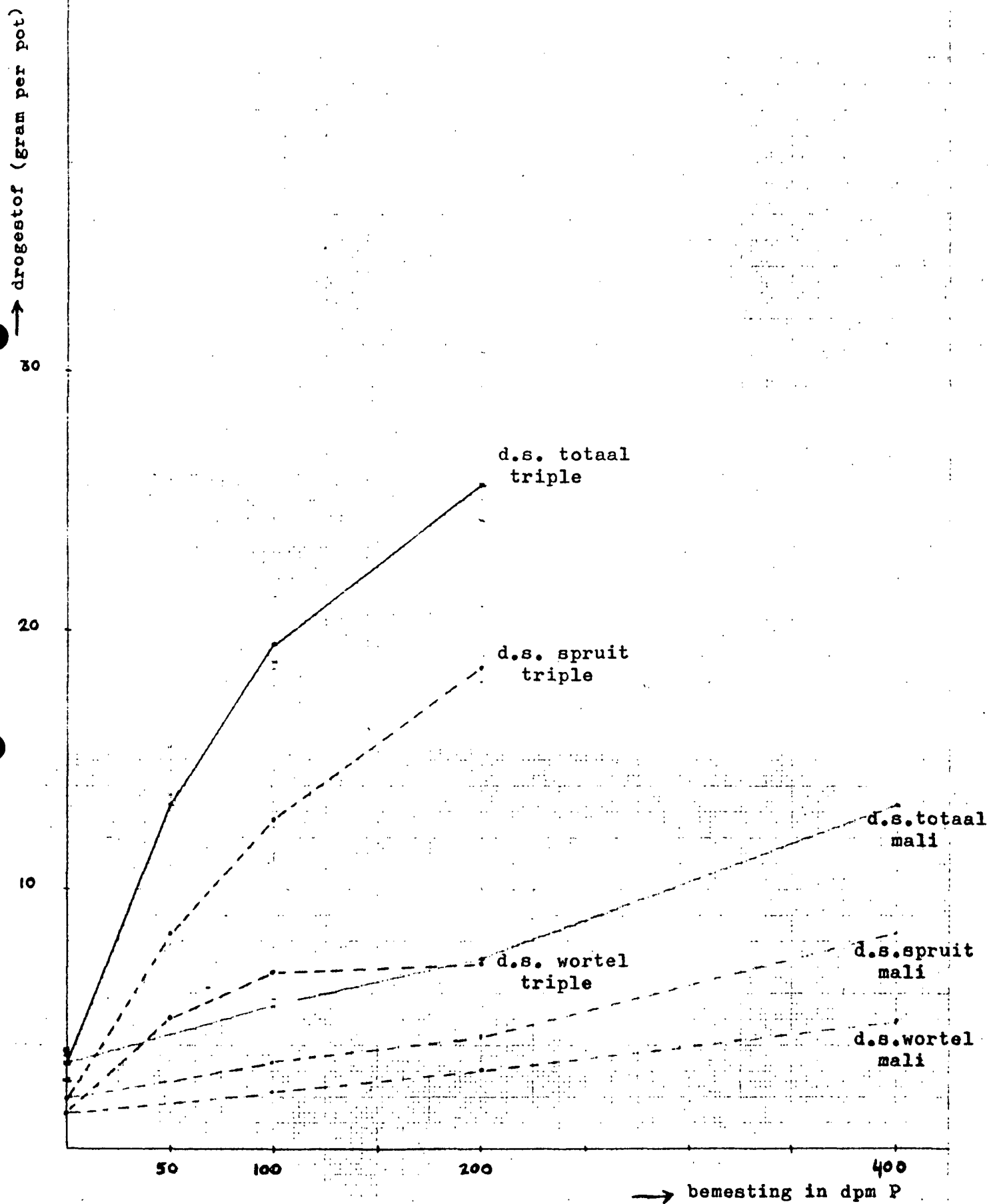
Alle cijfers zijn gemiddeld over de drie herhalingen

Behandeling	droge ¹⁾ stof totaal in gram	gecorrigeerde d.s. ¹⁾ spruit in gram	gecorrigeerde d.s. ¹⁾ wortels in gram	spruit/ wortel verhouding
Onbehandeld	3,33 a	1,95	1,38	1,41
2 g koemest	3,20 a	1,98	1,22	1,62
4 g koemest	4,50 ab	2,48	2,02	1,23
50 dpm P triple	13,33 e	8,30	5,03	1,65
100 dpm P triple	19,50 f	12,70	6,80	1,87
200 dpm P triple	25,60 g	18,57	7,03	2,64
100 dpm P mali	5,53 abc	3,32	2,21	1,50
200 dpm P mali	7,30 bcd	4,27	3,03	1,41
400 dpm P mali	13,10 e	8,17	4,93	1,66
2 g koemest + 100 dpm P triple	19,03 f	13,22	5,81	2,28
2 g koemest + 100 dpm P mali	8,90 d	5,13	3,77	1,36
4 g koemest + 100 dpm P triple	17,73 f	11,35	6,38	1,78
4 g koemest + 100 dpm P mali	7,67 cd	4,14	3,53	1,17

¹⁾ Gecorrigeerde drooggewicht spruit = drooggewicht bovengrondse delen + $\frac{1}{2}$ x drooggewicht tussendelen

Gecorrigeerde drooggewicht wortels = drooggewicht ondergrondse delen + $\frac{1}{2}$ x drooggewicht tussendelen

²⁾ De waarden die gevolgd worden door dezelfde letter zijn niet statistisch verschillend bij $\gamma = 0,05$ waarbij gebruik is gemaakt van LSD



Grafiek 3 - Verband tussen de drogestofopbrengst en de fosfaatgift bij de granietgrond.

in de reeks 50 - 100 - 200 dpm P triplesuperfosfaat.

De sterke opbrengsttoename in relatie met de fosfaatgift is aanschouwelijk gemaakt in grafiek 3.

De triplesuperfosfaatlijn voor de totale drogestof opbrengst heeft een steil verloop, waaruit geconcludeerd kan worden, dat met de 200 dpm P nog niet de optimale bemesting bereikt is.

De opbrengsten der wortels tenderen naar een maximum hoeveelheid (+ 7 gram drogestof), terwijl dit bij de opbrengsten van de spruit geenszins het geval is. De spruit/wortel verhouding neemt dan ook toe naarmate er met meer fosfaat bemest is. De resultaten die behaald werden met het malifosfaat zijn in tegenstelling met voornoemde resultaten teleurstellend. Er is geen significant verschil in totaalopbrengst tussen de 100 en de 200 dpm P malifosfaat. Er is wel sprake van een geringe opbrengststijging, daar de 200 dpm P malifosfaat significant verschilt van de onbehandelde grond, terwijl de 100 dpm P malifosfaat niet significant verschilt van de onbehandelde grond. De 400 dpm P malifosfaat geeft een duidelijk positief resultaat te zien en het verschil met onbehandeld, 100 en 200 dpm P malifosfaat is significant. In grafiek 3 is te zien dat de opbrengstlijnen voor de spruit en de wortel bij de malibemesting vrijwel parallel lopen. De wortels hebben bepaald nog niet hun maximum gewicht bereikt en de spruit heeft dan ook nog nauwelijks extra kunnen profiteren van een wat groter wortelstelsel door fosfaatbemesting. De tendens is echter wel aanwezig, wat ook tot uitdrukking komt bij de spruit/wortel verhoudingen. De 400 dpm P malifosfaat blijkt echter een nog veel te kleine bemestingshoeveelheid te zijn onder de omstandigheden waarmee gewerkt is.

Tabel 14 - Totale drooggewicht (70°C) in gram, uitgesplitst in gecorrigeerde drooggewicht van de spruit en van de wortels, en de spruit/wortel verhouding bij de vulkanische asgrond

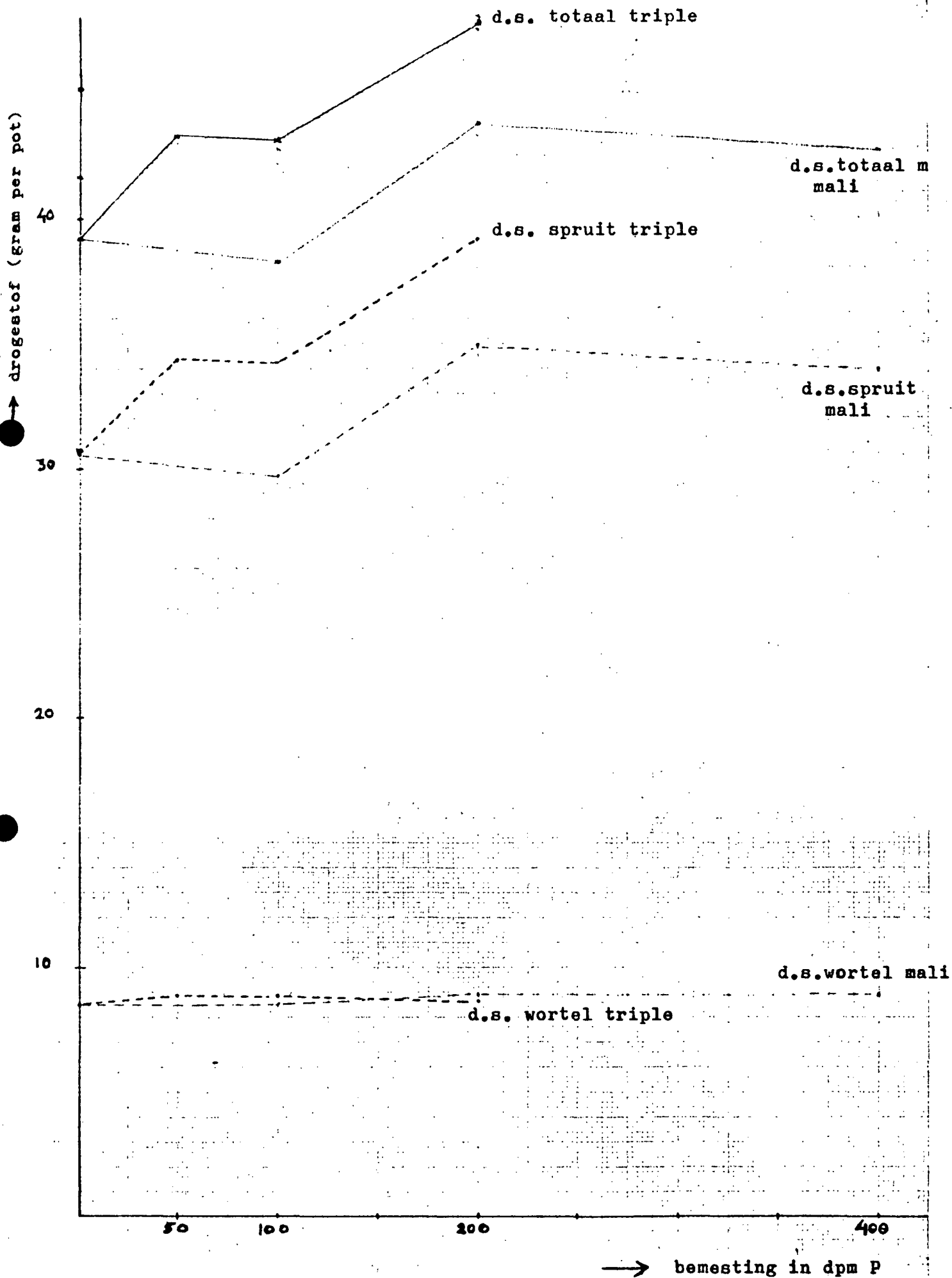
Alle cijfers zijn gemiddeld over de drie herhalingen

Behandeling	droge ") stof totaal in gram	gecorrigeerde d.s. ') spruit in gram	gecorrigeerde d.s. ') wortels in gram	spruit/ wortel verhouding
Onbehandeld	39,20 a	30,63	8,57	3,57
2 g koemest	39,07 a	30,80	8,27	3,72
4 g koemest	38,47 a	30,00	8,47	3,54
50 dpm P triple	43,30 abc	34,38	8,92	3,85
100 dpm P triple	43,07 abc	34,22	8,85	3,87
200 dpm P triple	47,80 c	39,20	8,60	4,56
100 dpm P mali	38,17 a	29,72	8,45	3,52
200 dpm P mali	43,83 abc	34,88	8,95	3,90
400 dpm P mali	42,77 abc	33,87	8,90	3,81
2 g koemest + 100 dpm P triple	46,07 c	37,19	8,88	4,19
2 g koemest + 100 dpm P mali	39,70 a	30,98	8,72	3,55
4 g koemest + 100 dpm P triple	45,63 bc	36,16	9,47	3,82
4 g koemest + 100 dpm P mali	40,07 ab	31,75	8,32	3,82

') Gecorrigeerde drooggewicht spruit = drooggewicht bovengrondse delen + $\frac{1}{2}$ x drooggewicht tussendelen

Gecorrigeerde drooggewicht wortels = drooggewicht ondergrondse delen + $\frac{1}{2}$ x drooggewicht tussendelen

") De waarden die gevolgd worden door dezelfde letter zijn niet statistisch verschillend bij $\gamma = 0,05$ waarbij gebruik is gemaakt van LSD



Grafiek 4 - Verband tussen de drogestofopbrengst en de fosfaatgift bij de vulkanische asgrond.

b. Vulkanische asgrond (tabel 14, grafiek 4)

Bij vergelijking der totaal drogestof opbrengsten is te zien, dat deze opbrengsten niet sterk van elkaar verschillen. De grond blijkt een groot fosfaatleverend vermogen te hebben. Van koemestrespons is evenals bij de vorige grond wederom geen sprake.

Bij het triplesuperfosfaat is een positief effect op de opbrengst te zien. De 200 dpm P triplesuperfosfaat is significant verschillend ten opzichte van de onbehandelde grond, maar niet ten opzichte van 50 en 100 dpm P triplesuperfosfaat.

Bij het malifosfaat zijn geen der verschillen ten opzichte van de onbemeste grond significant.

De opbrengstcijfers voor de wortel zijn bij alle behandelingen van een vrijwel constante waarde (8,5 à 9 gram). De spruit/wortel verhouding is in alle gevallen groot.

4.3.3. Conclusies

1. De drogestof opbrengst is op de vulkanische asgrond voor alle behandelingen aanzienlijk hoger dan op de granietgrond.
2. De vulkanische asgrond heeft een groot fosfaatleverend vermogen.
3. De koemest heeft op beide gronden geen effect op de drogestof opbrengst.
4. De triplesuperfosfaatbemesting heeft op beide gronden een opbrengsttoename tot gevolg. Vooral op de granietgrond is de respons zeer groot.
5. Bij de granietgrond kan gezegd worden dat de 200 dpm P triplesuperfosfaat nog een te geringe bemestingshoeveelheid is.

6. Het malifosfaat geeft een teleurstellende respons. Bij de vulkanische asgrond is deze geheel afwezig, terwijl die op de granietgrond gering is waarbij de resultaten bij een gift van 400 dpm P malifosfaat overeenkomen met de resultaten bij een gift van 50 dpm P triplesuperfosfaat.
7. De opbrengstcijfers voor de wortel tenderen naar een maximum.

4.4. Resultaten van de gewasanalyses

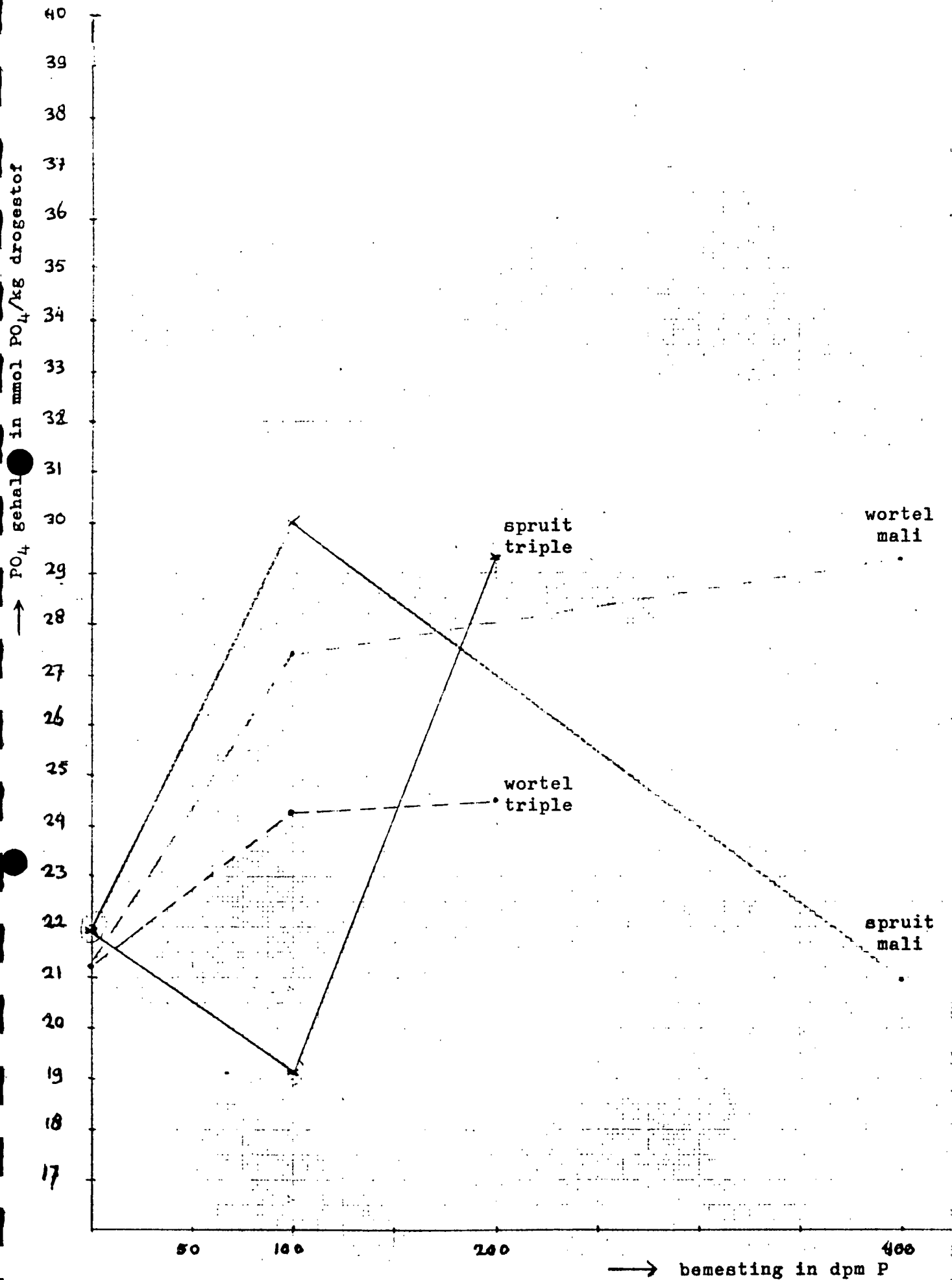
4.4.1. Fosfaat

a. Granietgrond

Bij beschouwing van de fosfaatgehalten (tabel 15 en grafiek 5) valt op dat bij het triplesuperfosfaat het gehalte in de wortel tot de gift van 100 dpm P toeneemt, terwijl het gehalte in de spruit afneemt. Dit kan als volgt gezien worden. Het toedienen van 100 dpm P triplesuperfosfaat heeft tot gevolg dat het wortelsysteem zich beter ontwikkelt, waardoor de spruit zich sterker kan ontwikkelen. Het gewicht van de spruit neemt hierbij sterker toe dan dat van de wortel (zie tabel 13, pag. 41 en grafiek 3, pag. 42). Tussen de 100 dpm P en de 200 dpm P triplesuperfosfaat is nog nauwelijks sprake van een gewichtstoename van de wortel en evenzo van een toename van het fosfaatgehalte in de wortel. De fosfaataanvoer naar de plant komt dus volledig ten goede aan de spruit. De gewichtstoename van de spruit neemt niet sneller toe dan bij de

Tabel 15 - Fosfaatgehalten in mmol PO₄/kg drogestof van de bovengrondse delen (a) en de wortels (b) bij de granietgrond

behandeling		Herhaling			Gem.
		I	II	III	
Onbehandeld	a	23,92	23,01	18,93	21,95
	b	26,76	16,78	20,18	21,24
4 g koemest	a	24,35	24,37	19,98	22,17
	b	26,97	24,00	21,63	24,20
100 dpm P triple	a	16,56	20,78	20,10	19,15
	b	20,17	23,14	29,65	24,32
200 dpm P triple	a	24,33	32,38	31,62	29,44
	b	16,95	25,23	31,33	24,50
100 dpm P mali	a	26,67	33,99	29,34	30,00
	b	30,91	29,40	18,92	26,41
400 dpm P mali	a	17,81	22,08	22,99	20,96
	b	25,60	30,58	31,73	29,30
4 g koemest + 100 dpm P triple	a	18,62	25,93	22,19	22,25
	b	26,32	29,24	25,78	27,11
4 g koemest + 100 dpm P mali	a	34,80	35,09	21,05	30,31
	b	36,95	34,28	40,44	37,22



Grafiek 5 - Verband tussen fosfaatgehalte in spruit en wortel en de fosfaatgift bij de granietgrond.

bemesting met minder dan 100 dpm P, waardoor de stijging van het fosfaatgehalte tussen 100 dpm P en 200 dpm P triplesuperfosfaat in grafiek 5 verklaard kan worden. Een analoge verklaring kan gegeven worden voor de fosfaatgehalten in de planten bij het malifosfaat. De relatief sterke gewichtstoename van de spruit begint hierbij pas tussen 100 dpm P en 400 dpm P malifosfaat, waardoor de fosfaatgehalte-daling in tabel 15 en in grafiek 5 ontstaan is.

In grafiek 6a zijn de fosfaatgehalten van de spruit uitgezet tegen de drogestofopbrengsten van de spruit.

Door fosfaatbemesting volgt men de door pijlen aangegeven richting.

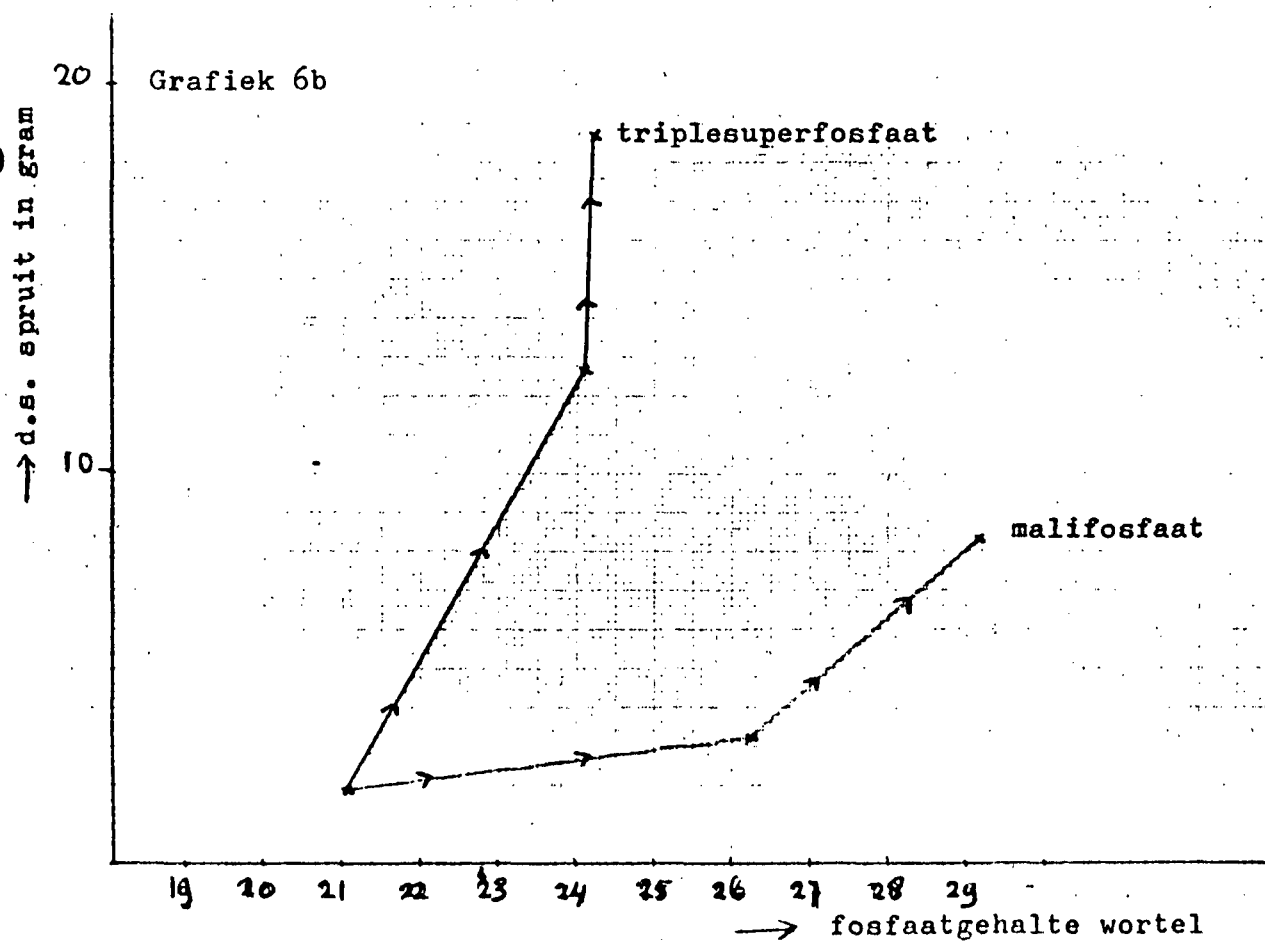
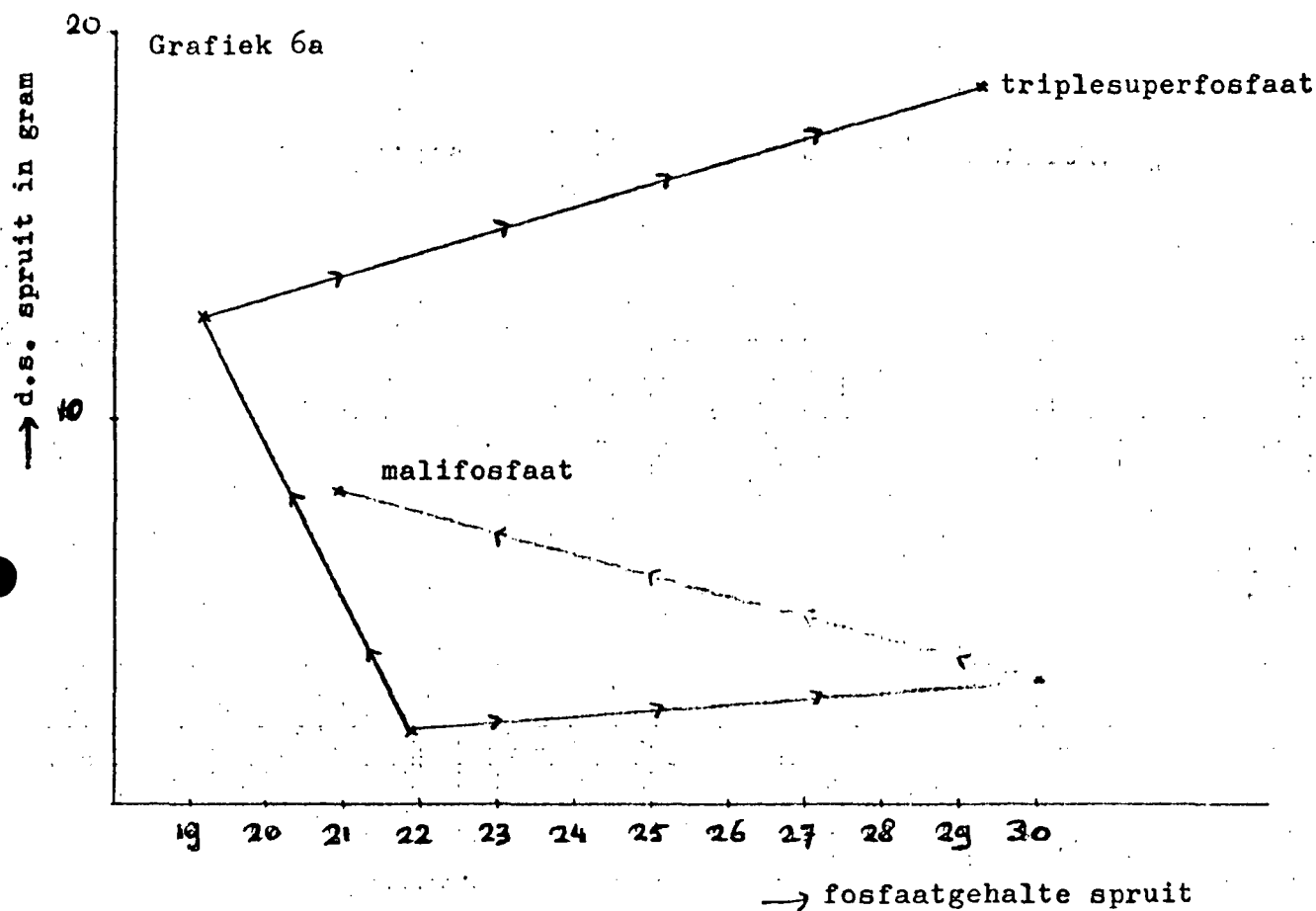
Bemesting met triplesuperfosfaat heeft in eerste instantie zo'n sterke verhoging van de drogestofopbrengst tot gevolg, dat de fosfaatopname daarbij achterblijft. Het gehalte daalt en er treedt als het ware een verdunning op ("Steenbjergerffect"). De fosfaatgift is te gering om de extra groei gedurende de gehele groeiduur in stand te houden. Daardoor is herverdeling noodzakelijk, waarbij het fosfaatgehalte over de spruit gemeten daalt. Verhoging van de fosfaatgift tot 200 dpm P leidt tot een afnemende drogestofmeeropbrengst en tevens tot een verhoging van het fosfaatgehalte.

Het malifosfaat heeft, zoals in de grafiek te zien is, in eerste instantie slechts een grote toename van het fosfaatgehalte tot gevolg, maar nauwelijks een opbrengsttoename. Tussen de 100 en 400 dpm P bestaat echter wel een opbrengstverschil en tevens is te zien, dat in dit traject de "fosfaatverdunning" optreedt.

In grafiek 6b zijn de fosfaatgehalten van de wortel uitgezet tegen de drogestofopbrengsten van de spruit.

Vergelijken we de trajecten in deze grafiek met de overeenkomende trajecten in grafiek 6a, dan valt op, dat de "verdunning" welke in de spruit optreedt, niet in de

Het effect van fosfaatbemesting op spruitopbrengst en fosfaatgehalte in de spruit (grafiek 6a) en in de wortel (grafiek 6b) bij de granietgrond



wortel is opgetreden. De fosfaatherverdeling heeft zich dus beperkt tot de spruit.

Verder is te zien, dat het fosfaatgehalte in de wortel bij het malifosfaat sterk toeneemt, terwijl de stijging van het spruitgewicht gering is. Deze sterke fosfaatgehaltestijging moet wel te danken zijn aan een fosfaatlevering van de grond aan het einde van de groeiperiode, zodat de spruit nog niet de kans heeft gekregen hiervan te profiteren. De proef is als het ware te vroeg beëindigd.

Maar een belangrijke conclusie die hieruit te trekken valt, is dat het malifosfaat een tijd ingewerkt moet zijn om fosfaat aan de plant te kunnen leveren.

Worden in tabel 15 de fosfaatgehalten beschouwd bij de behandelingen met en zonder koemest, dan is te zien dat wat we bij het malifosfaat gezien hebben ook hier geldt. In tabel 16 is te zien, dat de fosfaatopname ten opzichte van de vulkanische asgrond bijzonder gering is. De koemest heeft alleen bij de 100 dpm P malifosfaat een significante positieve invloed op de fosfaatopname uitgeoefend.

De triplesuperfosfaatbemesting heeft een zeer sterke invloed op de fosfaatopname gehad. Het verband is lineair (grafiek 7). Gesteld mag dan ook worden, dat zelfs de hoogste gift van 200 dpm P nog veel te laag is geweest voor een optimale fosfaatopname.

Evenzo is het malifosfaat van invloed geweest op de fosfaatopname. Echter deze invloed is veel minder sterk dan bij de triplesuperfosfaat.

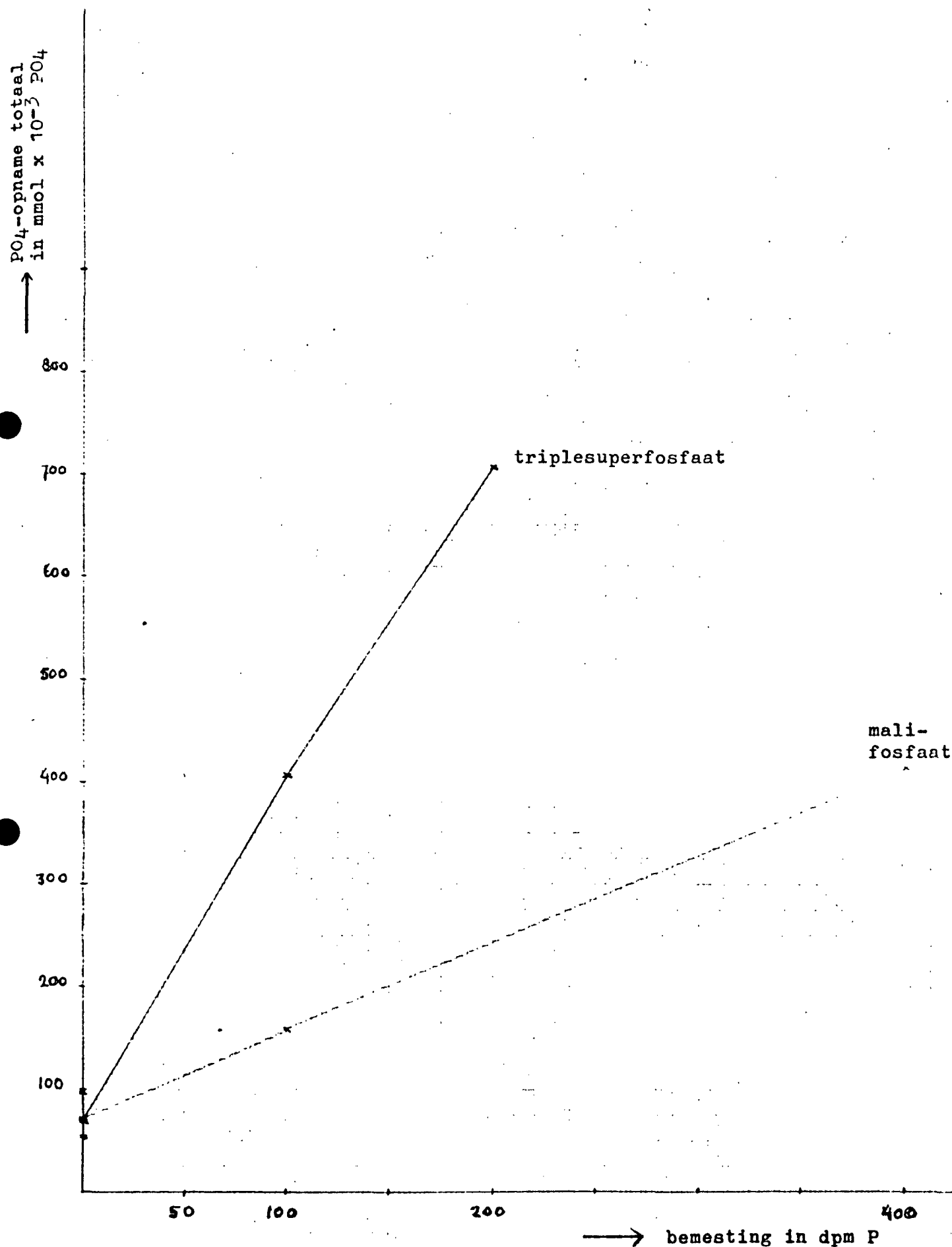
b. Vulkanische asgrond

Bij de beschouwing van de fosfaatgehalten (tabel 17 en grafiek 8) is te zien, dat bij het triplesuperfosfaat de fosfaatgehalten in wortel en spruit een zelfde verloop hebben. Het fosfaatgehalte neemt sterk toe met de bemesting. Het malifosfaat is van geringe betekenis geweest voor het fosfaatgehalte in de plant.

Tabel 16 - Totale fosfaatopname door de plant in mmol x 10⁻³ PO₄

koemest P-gift	Granietgrond		Vulkanische asgrond	
	0 g / kg grond	4 g / kg grond	0 g / kg grond	4 g / kg grond
0	73 a	105 ab	1293 AB	1259 A
100 dpm P triple	407 d	427 d	1586 CD	1778 D
200 dpm P triple	705 e		2137 E	
100 dpm P mali	158 b	256 c	1201 A	1330 AB
400 dpm P mali	313 c		1486 BC	

De waarden die gevolgd worden door dezelfde letter zijn niet statistisch verschillend bij $\gamma = 0,05$ waarbij gebruik is gemaakt van LSD.



Grafiek 7 - Verband tussen de totale fosfaatopname door de plant en de fosfaatgift bij de granietgrond.

Tabel 17 - Fosfaatgehalten in mmol PO_4 /kg drogestof van de bovengrondse delen (a) en de wortels (b) bij de vulkanische asgrond

Behandeling		Herhaling			Gem.
		I	II	III	
Onbehandeld	a	31,58	31,37	40,70	34,55
	b	31,65	26,32	32,67	30,21
4 g koemest	a	35,28	32,09	32,20	33,19
	b	38,51	25,11	31,18	31,60
100 dpm P triple	a	37,21	39,06	37,59	37,95
	b	36,23	31,58	29,04	32,28
200 dpm P triple	a	47,76	45,61	45,03	46,13
	b	39,65	35,21	39,29	38,05
100 dpm P mali	a	27,65	40,27	29,54	32,49
	b	25,44	32,01	27,77	28,41
400 dpm P mali	a	38,38	32,82	34,28	35,16
	b	32,56	35,40	33,35	33,77
4 g koemest + 100 dpm P triple	a	36,23	46,14	37,86	40,08
	b	40,27	33,96	30,13	34,79
4 g koemest + 100 dpm P mali	a	37,59	31,65	31,62	33,62
	b	34,11	34,48	26,14	31,58

In grafiek 9a zijn de fosfaatgehalten van de spruit uitgezet tegen de drogestofopbrengsten van de spruit.

Uit deze grafiek blijkt dat verhoging van de triplesuperfosfaatgift leidt tot een afnemende drogestofmeeropbrengst en een verhoging van het fosfaatgehalte in de spruit.

Bij het malifosfaat leidt de bemesting tot een geringe opbrengstverhoging, maar niet tot een stijging van het fosfaatgehalte.

Grafiek 9b geeft een beeld van de fosfaatgehalten van de wortel uitgezet tegen de drogestofopbrengsten van de spruit. Vergelijkend met 9a kan opgemerkt worden, dat triplesuperfosfaatbemesting ongeveer eenzelfde stijging van het fosfaatgehalte in de wortel te zien geeft als in de spruit.

Het malifosfaat heeft echter enkel invloed op het fosfaatgehalte in de wortel. Ook hier kan gezegd worden dat het malifosfaat blijkbaar aan het einde van de maisgroei fosfaat is gaan leveren.

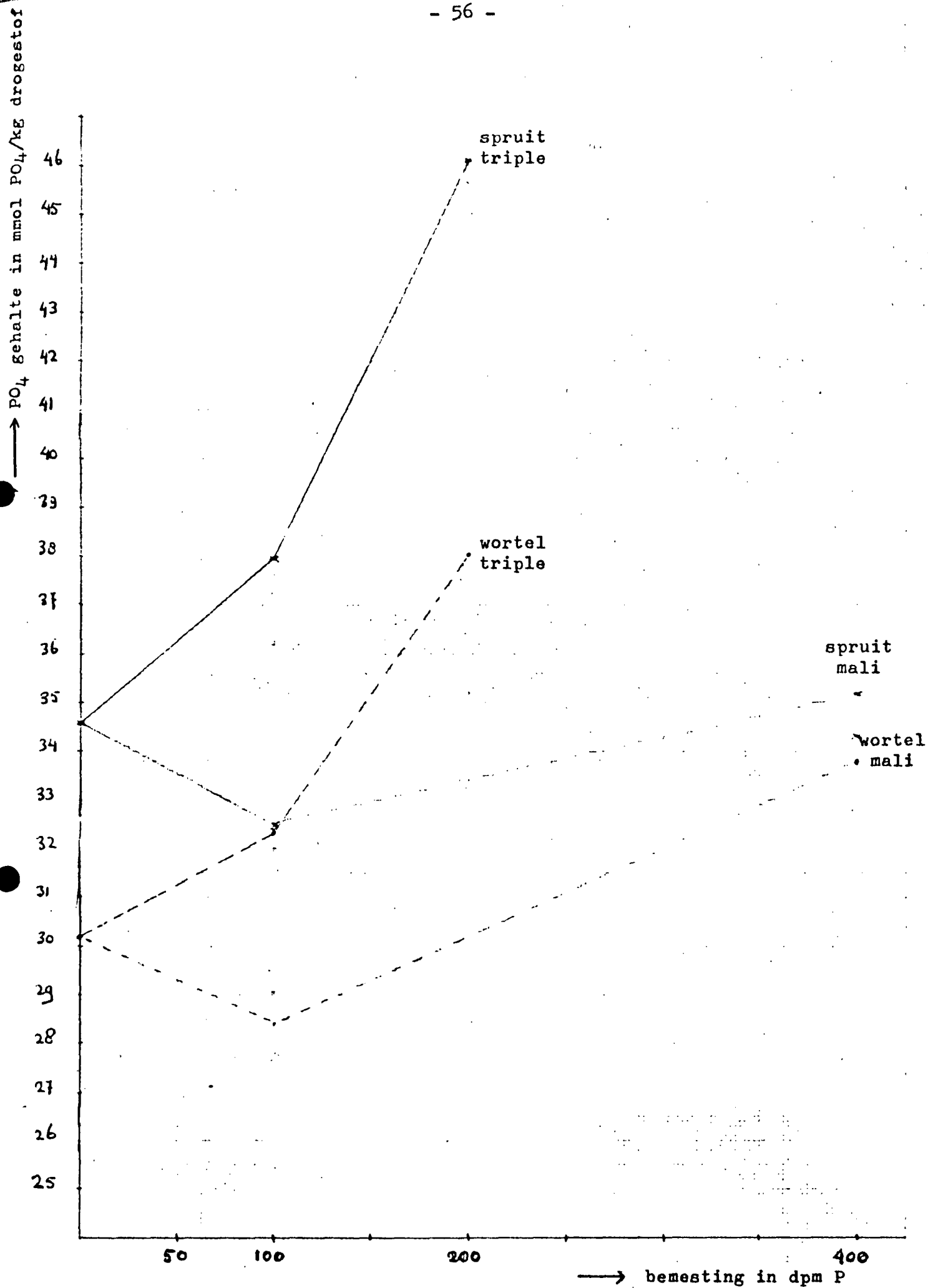
Onverklaarbaar is de negatieve invloed op de fosfaatgehalten in spruit en wortel bij 100 dpm P malifosfaatgift. Voor de koemest gelden hier weer dezelfde overwegingen als gevonden bij de granietgrond.

De fosfaatopname (tabel 16, pag. 53) bij deze grond is aanzienlijk hoger geweest dan bij de granietgrond.

De koemest heeft in geen der gevallen een significant effect vertoond.

De triplesuperfosfaatbemesting heeft wel een positief significant effect op de fosfaatopname gehad (zie ook grafiek 10). Ook hier heeft de hoogste fosfaatgift nog een dermate groot effect, dat gesteld mag worden dat hogere giften goed mogelijk zouden zijn geweest.

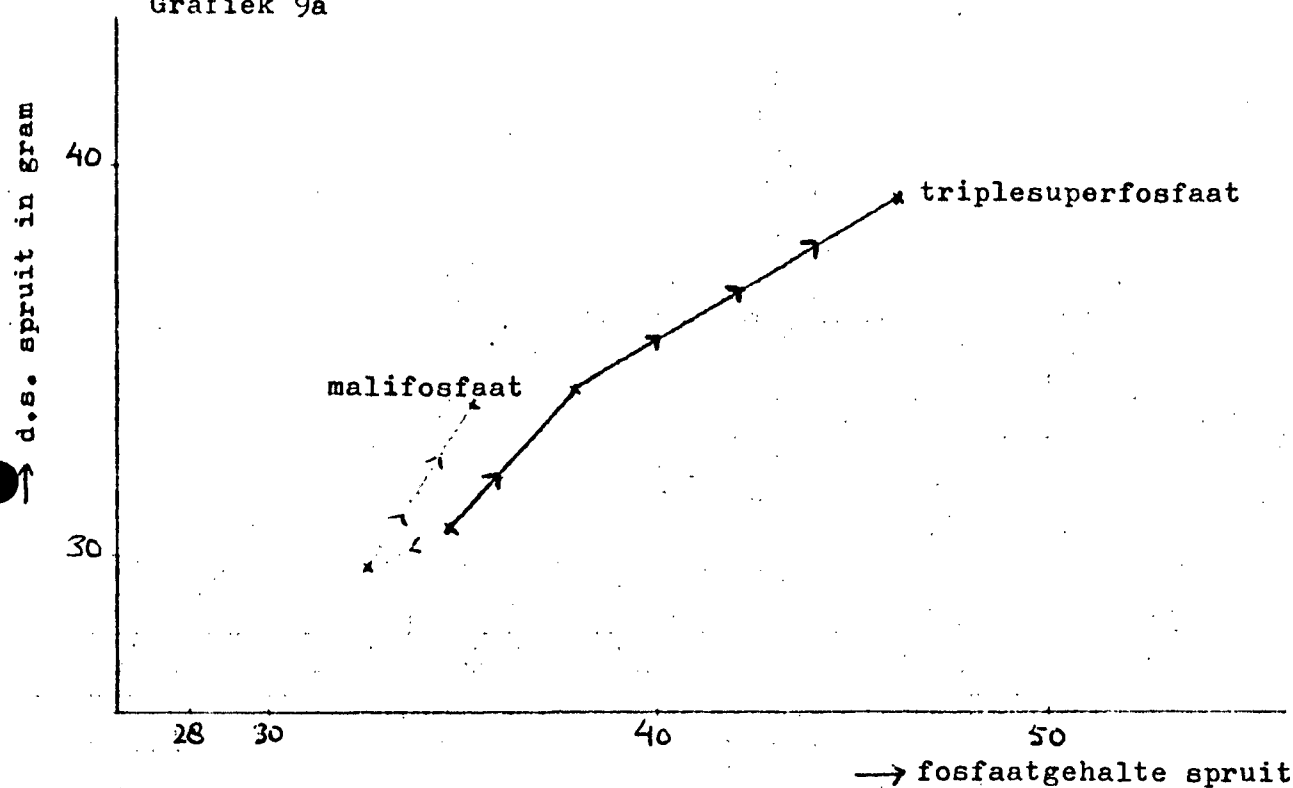
Bij het malifosfaat daarentegen is de respons zwak geweest. De trend is wel een verhogende werking van de fosfaatopname, maar significant wordt dit niet bevonden.



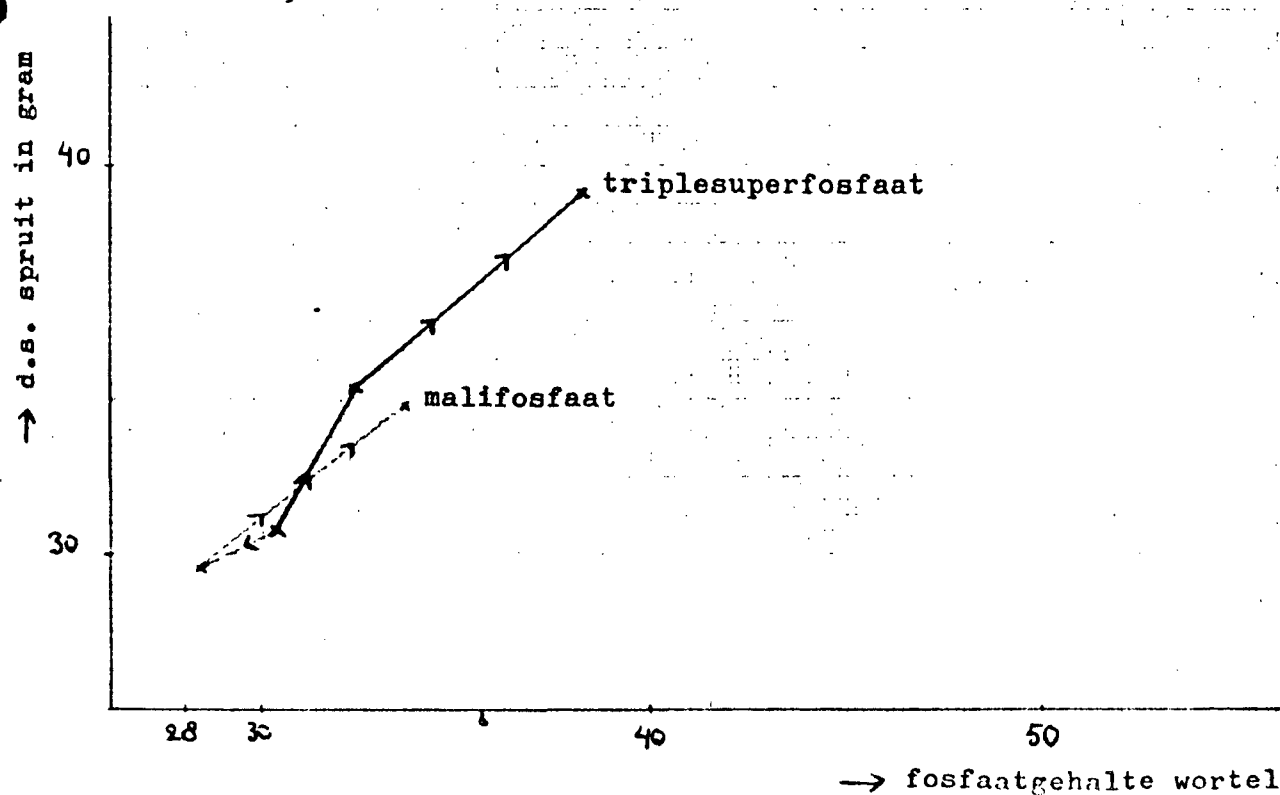
Grafiek 8 - Verband tussen fosfaatgehalte in spruit en wortel en de fosfaatgift bij de vulkanische asgrond.

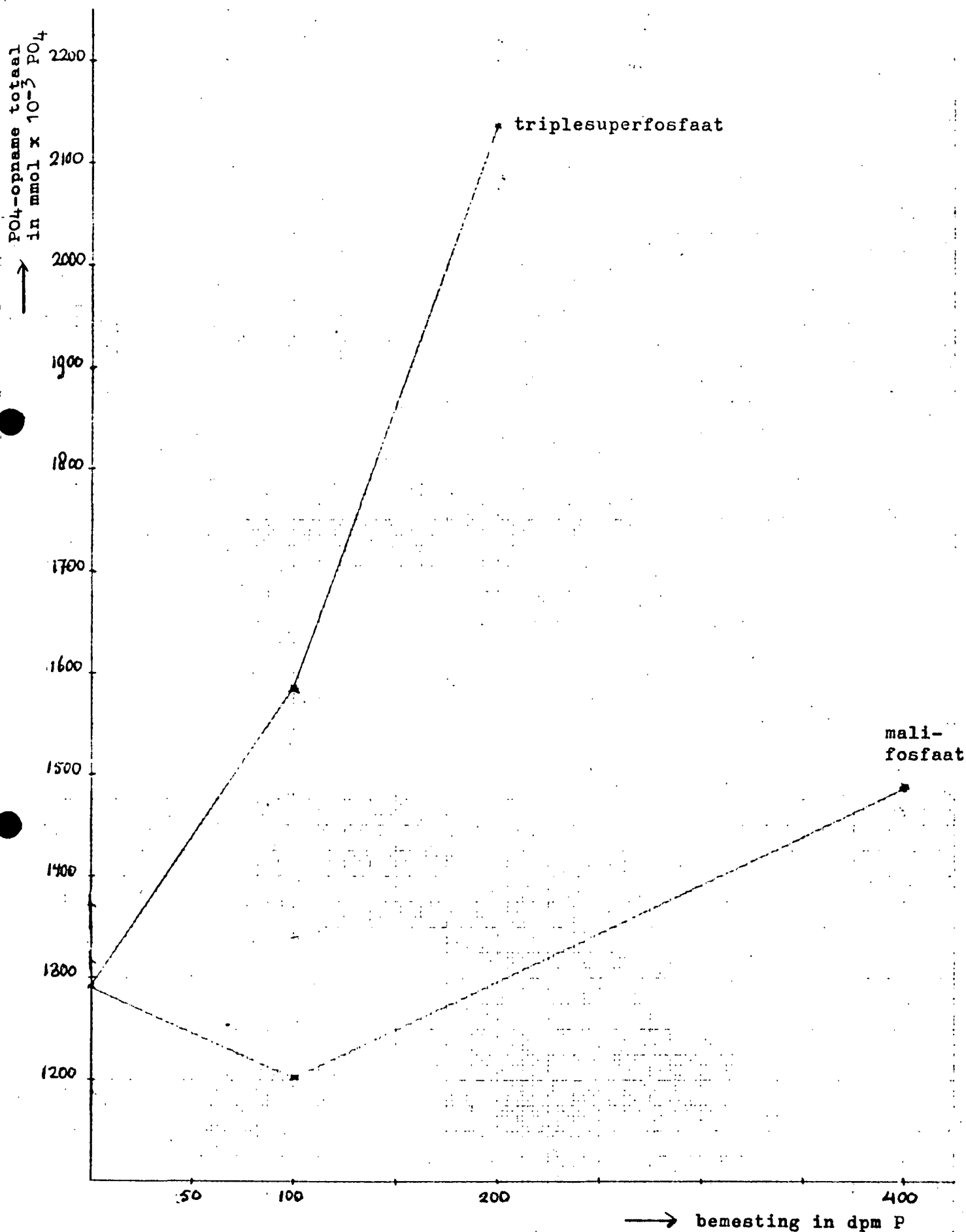
Het effect van fosfaatbemesting op spruitopbrengst en fosfaatgehalte in de spruit (grafiek 9a) en in de wortel (grafiek 9b) bij de vulkanische asgrond

Grafiek 9a



Grafiek 9b





Grafiek 10 - Verband tussen de totale fosfaatopname door de plant en de fosfaatgift bij de vulkanische asgrond.

Chapman, H.D. (1) vermeldt, dat het blad een fosfaatgehalte moet hebben van meer dan 0,11% van het drooggewicht.

Dit stellen we nu als minimum voor alle bovengrondse delen van de plant.

Per kg drogestof is dit $\frac{1100}{31} = 35,5$ mmol PO_4 .

Dit betekent dat bij alle planten op de granietgrond het fosfaatgehalte te laag is geweest.

Op de vulkanische asgrond heeft bemesting der planten met triplesuperfosfaat tot gevolg dat de fosfaatgehalten van de spruit voldoende zijn, terwijl de gehalten bij de overige planten grensgevallen zijn.

In tabel 18a staan de hoeveelheden fosfaat welke de planten uit de grond betrokken hebben.

Hieruit valt af te lezen dat de koemest vooral op de vulkanische asgrond een positief effect heeft op de R.Q.-waarden.

In tabel 18 b zijn de P-Bray extractiecijfers der gronden en de hoeveelheid fosfaat welke de plant uit de grond betrokken heeft, samengevoegd. In deze tabel is te zien dat de beplanting een verlaging van het gemakkelijk oplosbaar fosfaat niveau tot gevolg heeft.

Tabel 18a - Door het gewas uit de grond opgenomen hoeveelheid fosfaat in dpm P

		Granietgrond				Vulkanische asgrond			
		dpm P		R.Q. ¹⁾		dpm P		R.Q. ¹⁾	
P-gift	koemest	0 g/kg grond	4 g/kg grond	0 g/kg grond	4 g/kg grond	0 g/kg grond	4 g/kg grond	0 g/kg grond	4 g/kg grond
0		2,3	3,3			50,1	48,8		
100 dpm P triple		12,6	13,2	10,3	9,9	61,5	68,9	11,4	20,1
200 dpm P triple		21,9		9,8		82,8		16,4	
100 dpm P mali		4,9	7,9	2,6	4,6	46,5	51,5	-	2,7
400 dpm P mali		9,7		1,9		57,6		1,9	

1) $R.Q. = \frac{\text{dpm P bemeste grond} - \text{dpm P "onbemeste" grond}}{\text{dpm P toegediend}} \times 100\%$, waarbij onder "onbemeste" grond wordt verstaan de P_0 -behandelde grond.

Tabel 18b- Aangetoonde hoeveelheid fosfaat (volgens de P-Bray extractie) in dpm P in de onbeplante en de beplante potten en de opgenomen fosfaat door de plant in dpm P.

Behandeling	dpm P onbeplante potten	dpm P beplante potten	opname plant
granietgrond			
Onbehandeld	3,0	2,1	2,3
4 g koemest	2,9	2,3	3,3
100 dpm P triple	20,0	15,6	12,6
100 dpm P triple + 4 g koemest	20,2	17,1	13,2
200 dpm P triple	-	33,2	21,9
100 dpm P mali	4,3	3,7	4,9
100 dpm P mali + 4 g koemest	4,8	3,9	7,9
400 dpm P mali		11,6	9,7
vulkanische asgrond			
Onbehandeld	55,1	31,1	50,1
4 g koemest	61,9	31,0	48,8
100 dpm P triple	91,8	50,1	61,5
100 dpm P triple + 4 g koemest	92,3	43,7	68,9
200 dpm P triple	-	63,5	82,8
100 dpm P mali	62,7	31,7	46,5
100 dpm P mali + 4 g koemest	57,9	30,7	51,5
400 dpm P mali	-	33,3	57,6

4.4.2. Stikstof

a. Granietgrond (tabel 19, 21 en grafiek 11)

De koemest heeft geen significante verhoging van de stikstofopname tot gevolg.

Het triplesuperfosfaat heeft wel een significante verhoging van de stikstofopname tot gevolg, evenals, alhoewel in minder sterke mate, het malifosfaat.

In tabel 19 is te zien, dat de stikstofgehalten bij zowel spruit als wortels, het hoogste zijn bij die behandelingen, waarbij de planten zich het slechtst ontwikkeld hebben.

b. Vulkanische asgrond (tabel 20 en 21)

Er worden geen significante verschillen gevonden in stikstofopname tussen de behandelingen.

De stikstofgehalten bij zowel de spruit als bij de wortels zijn laag.

Tabel 19 - Stikstofgehalten in mmol N per kg drogestof van de
bovengrondse delen (a) en de wortels (b) bij de
granietgrond

Behandeling		Herhaling			Gem.
		I	II	III	
Onbehandeld	a	2255,33	2179,52	2273,90	2236,25
	b	1501,71	1282,36	1232,14	1338,74
4 g koemest	a	2179,72	1746,03	1821,07	1915,61
	b	1350,33	1229,78	1284,25	1288,12
100 dpm P triple	a	661,84	751,88	950,25	787,99
	b	678,20	872,49	891,54	814,08
200 dpm P triple	a	672,70	948,68	984,35	868,58
	b	614,44	935,67	880,71	810,27
100 dpm P mali	a	1865,81	1937,27	2057,19	1953,42
	b	1264,17	1361,56	1254,67	1293,47
400 dpm P mali	a	912,09	923,43	1352,29	1062,60
	b	848,51	974,60	1000,51	941,21
4 g koemest + 100 dpm P triple	a	780,89	951,53	894,69	875,70
	b	752,55	979,66	838,56	856,92
4 g koemest + 100 dpm P mali	a	1820,28	1560,15	1525,97	1635,47
	b	1302,59	1358,15	1187,53	1282,76

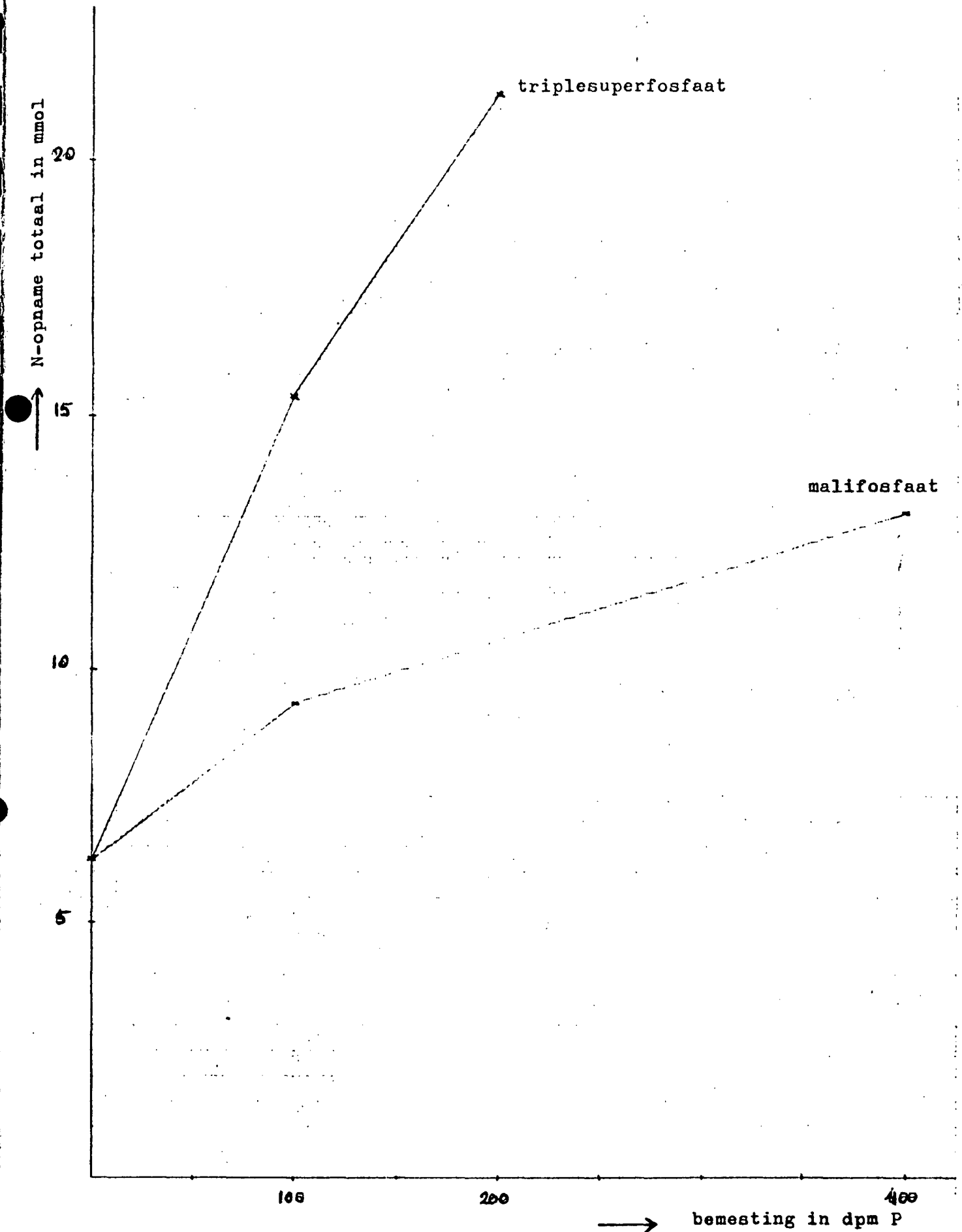
Tabel 20 - Stikstofgehalten in mmol N per kg drogestof van de
bovengrondse delen (a) en de wortels (b) bij de
vulkanische asgrond

Behandeling		Herhaling			Gem.
		I	II	III	
Onbehandeld	a	815,48	690,07	1021,33	842,29
	b	767,06	726,60	880,54	791,40
4 g koemest	a	921,07	783,97	743,01	816,02
	b	839,97	879,34	771,53	830,28
100 dpm P triple	a	745,55	791,61	753,97	763,71
	b	741,44	726,19	716,67	728,10
200 dpm P triple	a	679,97	644,66	670,64	665,09
	b	757,97	842,56	688,24	762,92
100 dpm P mali	a	920,10	917,32	862,49	899,97
	b	892,86	760,14	697,07	783,36
400 dpm P mali	a	812,25	760,85	729,38	767,49
	b	836,12	825,12	733,86	798,37
4 g koemest + 100 dpm P triple	a	646,04	695,73	664,16	668,64
	b	737,16	691,24	655,36	694,59
4 g koemest + 100 dpm P mali	a	696,86	728,98	757,19	727,68
	b	793,49	825,12	709,39	776,00

Tabel 21 - Totale stikstofopname door de plant in mmol N

koemest P-gift	Granietgrond		Vulkanische asgrond	
	0 g / kg grond	4 g / kg grond	0 g / kg grond	4 g / kg grond
0	6,24 a	7,25 ab	31,80 AB	31,29 AB
100 dpm P triple	15,38 e	15,41 e	32,58 B	30,76 AB
200 dpm P triple	21,31 f		32,57 B	
100 dpm P mali	9,33 bc	11,22 cd	33,26 B	29,53 A
400 dpm P mali	13,06 de		33,03 B	

De waarden die gevolgd worden door dezelfde letter zijn niet statistisch verschillend bij $\gamma = 0,05$ waarbij gebruik is gemaakt van LSD



Grafiek 11- Verband tussen stikstofopname en fosfaatgift bij de granietgrond

4.4.3. Kalium

a. Granietgrond (tabel 22, 24 en grafiek 12)

De koemest heeft geen significante verhoging van de kaliumopname tot gevolg.

Daarentegen hebben de fosfaatbemestingen wel een positieve respons tot gevolg.

Een hoog kaliumgehalte is ook hier weer te zien vooral bij de planten die zich het minst ontwikkeld hebben.

b. Vulkanische asgrond (tabel 23 en 24)

Bij alle behandelingen worden grote hoeveelheden kalium opgenomen. Er worden geen significante verschillen gevonden bij de kaliumopname.

Tabel 22 - Kaliumgehalten in mmol K per kg drogestof van de
bovengrondse delen (a) en de wortels (b) bij de
granietgrond

Behandeling		Herhaling			Gem.
		I	II	III	
Onbehandeld	a	1186	1219	1370	1258
	b	474	465	521	487
4 g koemest	a	1100	1068	1176	1115
	b	404	492	588	495
100 dpm P triple	a	650	662	760	691
	b	290	509	435	411
200 dpm P triple	a	619	739	738	699
	b	104	312	492	303
100 dpm P mali	a	1137	1183	1204	1175
	b	440	434	444	427
400 dpm P mali	a	852	773	958	861
	b	383	551	641	525
4 g koemest + 100 dpm P triple	a	759	833	807	800
	b	449	491	563	501
4 g koemest + 100 dpm P mali	a	988	985	1007	993
	b	571	673	635	626

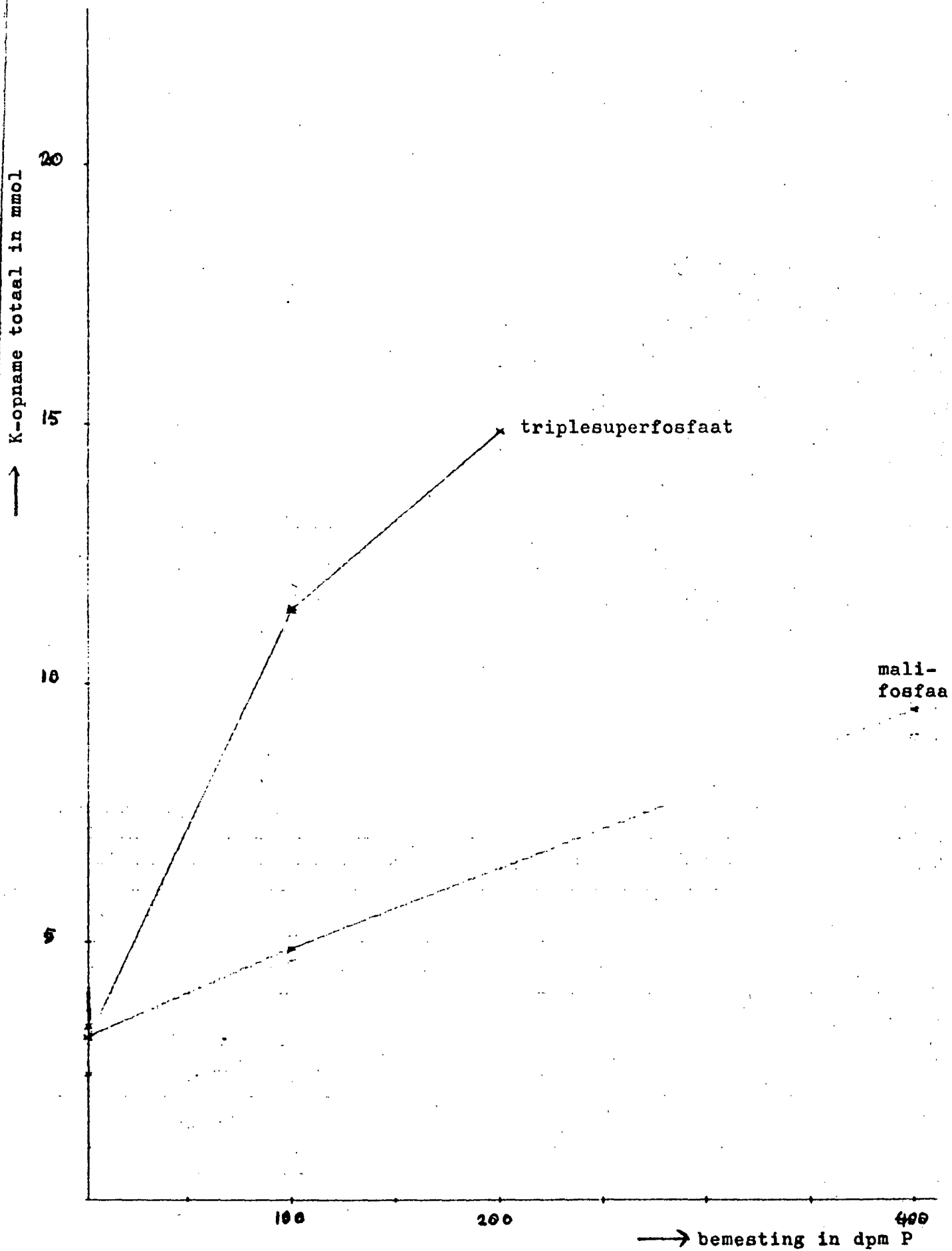
Tabel 23 - Kaliumgehalten in mmol K per kg drogestof van de bovengrondse delen (a) en de wortels (b) bij de vulkanische asgrond

Behandeling		Herhaling			Gem.
		I	II	III	
Onbehandeld	a	637	565	761	654
	b	414	358	451	408
4 g koemest	a	745	612	583	647
	b	456	481	465	467
100 dpm P triple	a	626	604	566	599
	b	379	380	403	387
200 dpm P triple	a	557	538	516	537
	b	337	384	387	369
100 dpm P mali	a	743	643	549	645
	b	444	433	384	420
400 dpm P mali	a	699	606	614	640
	b	373	336	329	346
4 g koemest + 100 dpm P triple	a	590	604	531	575
	b	342	372	298	337
4 g koemest + 100 dpm P mali	a	612	637	607	619
	b	407	469	421	432

Tabel 24 - Totale kaliumopname door de plant in mmol K

		Granietgrond		Vulkanische asgrond	
P-gift	koemest	0 g / kg grond	4 g / kg grond	0 g / kg grond	4 g / kg grond
0		3,14 a	3,77 ab	23,07 AB	23,16 AB
100 dpm P triple		11,45 e	12,29 e	23,91 AB	23,89 AB
200 dpm P triple		14,85 f		24,21 AB	
100 dpm P mali		4,87 bc	6,33 c	22,44 A	23,22 AB
400 dpm P mali		9,48 d		24,65 B	

De waarden die gevolgd worden door dezelfde letter zijn niet statistisch verschillend bij $\gamma = 0,05$ waarbij gebruik is gemaakt van LSD



Grafiek 12 - Verband tussen kaliumopname en fosfaatgift bij de granietgrond

4.4.4. Conclusies

1. Bij de planten op de vulkanische asgrond is zowel de fosfaatopname als het fosfaatgehalte in spruit en wortel groter dan bij de planten op de granietgrond.
2. De koemest heeft in vrijwel alle gevallen geen effect op de fosfaatopname of op het fosfaatgehalte in de spruit. Daarentegen is wel een koemesteffect gevonden op het fosfaatgehalte in de wortel.
3. Bij de granietgrond bestaat er een lineair verband tussen de fosfaatbemesting en de fosfaatopname door de plant.
De triplesuperfosfaatlijn heeft echter een aanzienlijk steiler verloop dan de malifosfaatlijn.
4. Bij de vulkanische asgrond geeft een toename van triplesuperfosfaatbemesting een vrij sterke toename van fosfaatopname en fosfaatgehalte in de planten. Het malifosfaat is voor de fosfaatopname en het fosfaatgehalte in de spruit nauwelijks van betekenis. Op het fosfaatgehalte in de wortel is echter wel een positief effect van malifosfaat gevonden.
5. Alle planten op de granietgrond hebben fosfaatgebrek. De met triplesuperfosfaat bemeste planten op de vulkanische asgrond hebben geen fosfaatgebrek; de planten van de overige behandelingen benaderen echter wel de toestand van fosfaatgebrek.
6. Bij de granietgrond heeft fosfaatbemesting een positieve invloed op de stikstof- en kaliumopname. Deze is voor het triplesuperfosfaat hoger dan voor het malifosfaat.
7. Bij de vulkanische asgrond heeft fosfaatbemesting geen invloed op de stikstof- en kaliumopname.

V. Eindconclusies

1. De groei en de fosfaat-, stikstof- en kaliumopname is op de vulkanische asgrond aanzienlijk beter dan op de granietgrond.
2. De koemest toont nauwelijks enig effect.
3. De triplesuperfosfaatbemesting toont grote invloed op de groei en op de opname van voedingselementen. Het best komt deze positieve invloed bij de granietgrond tot uiting.
4. Het malifosfaat is een slecht oplosbaar fosfaat gebleken en heeft voor een korte inwerkingsduur bij mais nauwelijks bemestingswaarde.
5. Een gift van 400 dpm P malifosfaat komt bij de granietgrond ongeveer overeen met een gift van 50 dpm P triplesuperfosfaat.
6. Alle planten op de granietgrond hebben fosfaatgebrek, dat wil zeggen dat de 200 dpm P triplesuperfosfaat en de 400 dpm P malifosfaat nog een te geringe bemestingshoeveelheid is.
De met triplesuperfosfaat bemeste planten op de vulkanische asgrond hebben geen fosfaatgebrek; de planten van de overige behandelingen benaderen echter wel de toestand van fosfaatgebrek.

VI. Aanbeveling

- In deze proef blijkt het malifosfaat geen waarde te bezitten als een snelwerkend fosfaat. Het is echter goed mogelijk dat malifosfaat van hoge waarde blijkt te zijn na een inwerkingsperiode in de grond (zie pag. 36 en 52).

Ter onderzoek kan nu gedacht worden aan bijvoorbeeld het maandelijks klaarmaken van een aantal potten zoals in deze proef is gedaan, waarbij ook gelet moet worden op vochtverlies. De potten kunnen bijvoorbeeld opgeborgen worden in een kast, wat plaatsbesparend is.

Na bijvoorbeeld 1 jaar kan de werkelijke proef ingezet worden. Alle potten worden tegelijk ingezaaid en men krijgt een reeks behandelingen waarbij gekeken kan worden of de inwerkingsduur van malifosfaat op een bepaalde grond van invloed is.

- Een variant van bovenstaande kan zijn een onderzoek naar temperatuursinvloed. De opbergkast(en) of -kamer(s) moet(en) dan op een bepaalde temperatuur gehouden worden.
- De in de proef gebruikte koemest was gedroogd en het is dan ook zeer aannemelijk dat het een tijd bevochtigd moet zijn om "geactiveerd" te worden. Evenals malifosfaat gaf de koemest een verhoging van het fosfaatgehalte in de wortel, wat kan duiden op een late fosfaatlevering. De vorige aanbevelingen kunnen ook voor de koemest gelden.

Literatuur

1. Chapman, H.D. 1966. Diagnostic criteria for plants and soils. University of California, Division of Agricultural Sciences: 337-338.
2. Diest, A. van. 1971. Dictaat Bodemvruchtbaarheid I. Intern. Laboratorium voor Landbouwscheikunde, Landbouwhogeschool, Wageningen: 79-83.
3. Fassbender, H.W. 1969. Phosphorus fixation in tropical soils. AGRI Digest no. 18: 20-28.
4. Fisher and Yates. 1938. Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research. Table 33.
5. Geus, J.G. de. 1973. Fertilizer Guide for the Tropics and Subtropics. Centre d'Etude de l'Azote, Zurich: 26, 105.
6. Guiking, F.C.T. 1977. Invloed van de methode en de tijd van toediening op de beschikbaarheid en de fixatie van meststof-fosfaat.
7. Handleiding gewasanalyse van het Gewaslaboratorium der afdeling Landbouwscheikunde, Landbouwhogeschool, Wageningen. Intern.
8. Handleiding Kandidaats-praktikum Bodemvruchtbaarheid IV, 268-11. 1974. Landbouwhogeschool, Wageningen: 30-31. Intern.
9. Janssen, B.H. 1976. Dictaat Bodemvruchtbaarheid II. Vakgroep Bodemkunde en Bemestingsleer, Landbouwhogeschool, Wageningen: 11, 137. Intern.
10. Jenny, F. 1973. Expérimentation agronomique sur les phosphates naturels de Tilemsi (Mali) en conditions de culture sèche. Point des recherches. L'Agronomie Tropicale, Vol. XXVIII no. 11: 1070-1079.
11. Scholten, J.H.M. 1977. Onderzoek naar de fosfaatstatus van Riosiri grond, Kenya. Intern verslag. Vakgroep Bodemkunde en Bemestingsleer, Landbouwhogeschool, Wageningen: 32.
12. Smith, A.N. 1968. Phosphorus supply in the soil from four fertilizers. AGRI Digest no. 14: 3-8.

A P P E N D I X

Tabel I - Drooggewicht (70°C) in gram der bovengrondse delen (a), der tussendelen (b) en der ondergrondse delen (c) bij de granietgrond

behandeling		herhaling			gemiddeld over de drie herhalingen
		I	II	III	
Onbehandeld	a	2,1	1,5	1,9	1,83
	b	0,1	0,2	0,4	0,23
	c	1,6	0,9	1,3	1,27
2 g koemest	a	1,7	1,5	2,4	1,87
	b	0,2	0,2	0,3	0,23
	c	1,2	0,8	1,3	1,10
4 g koemest	a	1,6	2,7	2,7	2,33
	b	0,2	0,3	0,4	0,30
	c	1,8	2,0	1,8	1,87
50 dpm P tripel	a	7,6	6,8	9,7	8,03
	b	0,5	0,4	0,7	0,53
	c	5,5	3,7	5,1	4,77
100 dpm P tripel	a	13,1	12,6	11,4	12,37
	b	0,6	0,8	0,6	0,67
	c	7,6	5,1	6,7	6,47
200 dpm P tripel	a	21,6	16,3	16,7	18,20
	b	0,7	0,6	0,9	0,73
	c	8,4	5,0	6,5	0,67
100 dpm P mali	a	3,2	3,2	3,2	3,20
	b	0,1	0,2	0,4	0,23
	c	2,6	1,5	2,2	2,10
200 dpm P mali	a	3,2	3,1	6,1	4,13
	b	0,2	0,3	0,3	0,27
	c	3,1	2,0	3,6	2,90
400 dpm P mali	a	8,7	8,7	6,4	7,93
	b	0,3	0,6	0,5	0,47
	c	5,6	4,7	3,8	4,70
2 g koemest + 100 dpm P tripel	a	13,0	12,4	13,5	12,97
	b	0,3	0,5	0,7	0,50
	c	6,6	5,3	4,8	5,57
2 g koemest + 100 dpm P mali	a	5,6	4,5	4,5	4,87
	b	0,4	0,4	0,8	0,53
	c	2,9	3,8	3,8	3,50
4 g koemest + 100 dpm P tripel	a	11,2	12,8	8,9	10,97
	b	0,5	0,6	1,2	0,77
	c	6,4	5,6	6,0	6,00
4 g koemest + 100 dpm P mali	a	3,4	4,3	4,0	3,90
	b	0,3	0,2	0,9	0,47
	c	3,0	3,3	3,5	3,30

Tabel II - Drooggewicht (70°C) in gram der bovengrondse delen (a), der tussendelen (b) en der ondergrondse delen (c) bij de vulkanische asgrond

behandeling		herhaling			gemiddeld over de drie herhalingen
		I	II	III	
Onbehandeld	a	32,3	35,6	22,3	30,07
	b	0,9	1,1	1,4	1,13
	c	8,5	8,5	7,0	8,00
2 g koemest	a	35,4	28,6	26,6	30,20
	b	1,1	1,0	1,5	1,20
	c	8,5	5,7	8,8	7,63
4 g koemest	a	25,2	32,1	30,6	29,30
	b	1,2	1,5	1,5	1,40
	c	7,7	7,4	8,2	7,77
50 dpm P tripel	a	33,9	35,1	32,2	33,73
	b	1,8	0,8	1,3	1,30
	c	9,4	8,2	7,2	8,27
100 dpm P tripel	a	33,8	33,7	33,0	33,50
	b	1,4	1,0	1,9	1,43
	c	9,2	7,4	7,8	8,13
200 dpm P tripel	a	37,9	39,5	37,9	38,43
	b	1,7	1,1	1,8	1,53
	c	8,5	6,8	8,2	7,83
100 dpm P mali	a	25,7	26,3	34,9	28,97
	b	1,5	1,8	1,2	1,50
	c	7,3	8,8	7,0	7,70
200 dpm P mali	a	36,1	34,9	31,9	34,30
	b	1,9	0,8	0,8	1,17
	c	9,5	7,6	8,0	8,37
400 dpm P mali	a	30,1	35,1	34,5	33,23
	b	1,5	1,1	1,2	1,27
	c	7,9	8,4	8,5	8,27
2 g koemest + 100 dpm P tripel	a	37,7	37,0	35,1	36,60
	b	1,6	0,7	1,2	1,17
	c	9,4	8,2	7,3	8,30
2 g koemest + 100 dpm P mali	a	26,3	33,5	31,1	30,30
	b	1,9	0,6	1,6	1,37
	c	9,8	7,0	7,3	8,03
4 g koemest + 100 dpm P tripel	a	34,8	34,2	37,5	35,50
	b	1,5	0,7	1,8	1,33
	c	10,6	6,5	9,3	8,80
4 g koemest + 100 dpm P mali	a	30,9	33,3	29,3	31,17
	b	1,5	0,9	1,1	1,17
	c	9,1	6,3	7,8	7,73

WISKUNDIGE VERWERKING

De waarden die gevolgd worden door dezelfde letter
zijn niet statistisch verschillend bij $\gamma = 0,05$
waarbij gebruik is gemaakt van LSD.

Tabel III- Totale drogestofopbrengst in gram bij de granietgrond

Behandeling	Herhaling			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
Onbehandeld	3,8	2,6	3,6	10,0	3,33 a
2 g koemest	3,1	2,5	4,0	9,6	3,20 a
4 g koemest	3,6	5,0	4,9	13,5	4,50 ab
50 dpm P triple	13,6	10,9	15,5	40,0	13,33 e
100 dpm P triple	21,3	18,5	18,7	58,5	19,50 f
200 dpm P triple	30,7	21,9	24,2	76,8	25,60 g
100 dpm P mali	5,9	4,9	5,8	16,6	5,53 abc
200 dpm P mali	6,5	5,4	10,0	21,9	7,30 bcd
400 dpm P mali	14,6	14,0	10,7	39,3	13,10 e
2 g koemest + 100 dpm P triple	19,9	18,2	19,0	57,1	19,03 f
2 g koemest + 100 dpm P mali	8,9	8,7	9,1	26,7	8,90 d
4 g koemest + 100 dpm P triple	18,1	19,0	16,1	53,2	17,73 f
4 g koemest + 100 dpm P mali	6,7	7,8	8,5	23,0	7,67 cd

ANOVA-tabel

Naam	dim.	proj ²	(proj) ² /dim.
totaal	39	7064,66	
niveau	1	5104,99	
behandeling ²	12	1870,71	
rest	26	88,96	3,42 = s ²

Standaardafwijking tussen 2 gemiddelden: $\sqrt{2 s^2/n} = \sqrt{(2)(3,42)/3} = 1,51$

5%-waarde van t bij 26 d.f. is 2,056

LSD = (2,056)(1,51) = 3,10.

Tabel IV - Totale drogestofopbrengst in gram bij de vulkanische asgrond

Behandeling	Herhaling			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
Onbehandeld	41,7	45,2	30,7	117,6	39,20 a
2 g koemest	45,0	35,3	36,9	117,2	39,07 a
4 g koemest	34,1	41,0	40,3	115,4	38,47 a
50 dpm P triple	45,1	44,1	40,7	129,9	43,30 abc
100 dpm P triple	44,4	42,1	42,7	129,2	43,07 abc
200 dpm P triple	48,1	47,4	47,9	143,4	47,80 c
100 dpm P mali	34,5	36,9	43,1	114,5	38,17 a
200 dpm P mali	47,5	43,3	40,7	131,5	43,83 abc
400 dpm P mali	39,5	44,6	44,2	128,3	42,77 abc
2 g koemest + 100 dpm P triple	48,7	45,9	43,6	138,2	46,07 c
2 g koemest + 100 dpm P mali	38,0	41,1	40,0	119,1	39,70 a
4 g koemest + 100 dpm P triple	46,9	41,4	48,6	136,9	45,63 bc
4 g koemest + 100 dpm P mali	41,5	40,5	38,2	120,2	40,07 ab

ANOVA-tabel

Naam	dim.	proj ²	(proj) ² /dim.
totaal	39	69765,71	
niveau	1	69081,90	
behandeling [*]	12	368,12	
rest	26	315,69	12,14 = s ²

Standaardafwijking tussen 2 gemiddelden: $\sqrt{2 s^2/n} = \sqrt{(2)(12,14)/3} = 2,84$

5%-waarde van t bij 26 d.f. is 2,056

LSD = (2,056)(2,84) = 5,84

Tabel V - Totale fosfaatopname door de plant uit de granietgrond
in mmol $\times 10^{-3} \text{PO}_4$

Behandeling	Herhaling			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
Onbehandeld	96	54	70	220	73 a
4 g koemest	93	121	101	315	105 ab
100 dpm P triple	381	398	443	1222	407 d
200 dpm P triple	682	671	763	2116	705 e
100 dpm P mali	168	159	146	473	158 b
400 dpm P mali	306	352	282	940	313 c
4 g koemest + 100 dpm P triple	388	513	381	1282	427 d
4 g koemest + 100 dpm P mali	240	271	258	769	256 c

ANOVA-tabel

Naam	dim.	proj ²	(proj) ² /dim.
totaal	24	3.176.235	
nivea	1	2.242.982	
behandeling [±]	7	910.544	
rest	16	22.709	1419 = s ²

Standaardafwijking tussen 2 gemiddelden: $\sqrt{2 s^2/n} = \sqrt{(2)(1419)/3} = 31$
5%-waarde van t bij 16 d.f. is 2,120

LSD = (2,120)(31) = 66.

Tabel VI - Totale fosfaatopname door de plant uit de vulkanische
asgrond in $\text{mmol} \times 10^{-3} \text{PO}_4$

Behandeling	Herhaling			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
Onbehandeld	1317	1373	1188	3878	1293 ab
4 g koemest	1230	1259	1289	3778	1259 a
100 dpm P triple	1642	1585	1530	4757	1586 cd
200 dpm P triple	2221	2085	2105	6411	2137 e
100 dpm P mali	937	1406	1259	3602	1201 a
400 dpm P mali	1465	1487	1507	4459	1486 bc
4 g koemest + 100 dpm P triple	1745	1827	1761	5333	1778 d
4 g koemest + 100 dpm P mali	1526	1301	1162	3989	1330 ab

ANOVA-tabel

Naam	dim.	proj ²	(proj) ² /dim.
totaal	24	56.974.769	
niveau	1	54.622.785	
behandeling ²	7	2.127.959	
rest	16	224.025	$14002 = s^2$

Standaardafwijking tussen 2 gemiddelden: $\sqrt{2 s^2/n} = \sqrt{(2)(14402)/3} =$
= 97

5%-waarde van t bij 16 d.f. is 2,120

LSD = (97)(2,120) = 206.

Tabel VII- Totale stikstofopname door de plant uit de granietgrond
in mmol N

Behandeling	Herhaling			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
Onbehandeld	7,33	4,77	6,62	18,72	6,24 a
4 g koemest	6,27	7,62	7,85	21,74	7,25 ab
100 dpm P triple	14,22	14,57	17,34	46,13	15,38 e
200 dpm P triple	20,14	20,71	23,09	63,94	21,31 f
100 dpm P mali	9,42	8,57	10,00	27,99	9,33 bc
400 dpm P mali	12,95	13,18	13,04	39,17	13,06 de
4 g koemest + 100 dpm P triple	13,95	18,25	14,03	46,23	15,41 e
4 g koemest + 100 dpm P mali	10,57	11,48	11,60	33,65	11,22 cd

ANOVA-tabel

Naam	dim.	proj ²	(proj) ² /dim.
totaal	24	4238,37	
niveau	1	3689,50	
behandeling ²	7	519,38	
rest	16	29,49	1,84 = s ²

Standaardafwijking tussen 2 gemiddelden: $\sqrt{2 s^2/n} = \sqrt{(2)(1,84)/3} =$
= 1,11

5%-waarde van t bij 16 d.f. is 2,120.

LSD = (1,11)(2,120) = 2,35.

Tabel VIII - Totale stikstofopname door de plant uit de vulkanische asgrond in mmol N

Behandeling	Herhaling			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
Onbehandeld	33,57	31,55	30,27	95,39	31,80 ab
4 g koemest	30,74	32,93	30,21	93,88	31,29 ab
100 dpm P triple	33,06	32,81	31,87	97,74	32,58 b
200 dpm P triple	33,43	32 01	32,28	97,72	32,57 b
100 dpm P mali	31,53	32,33	35,92	99,78	33,26 b
400 dpm P mali	32,30	34,51	32,28	99,09	33,03 b
4 g koemest + 100 dpm P triple	31,33	28,77	32,19	92,29	30,76 ab
4 g koemest + 100 dpm P mali	29,87	30,18	28,53	88,58	29,53 a

ANOVA-tabel

Naam	dim.	proj ²	(proj) ² /dim.
totaal	24	24.418,30	
niveau	1	24.350,60	
behandeling [±]	7	33,98	
rest	16	33,72	2,11 = s ²

Standaardafwijking tussen 2 gemiddelden: $\sqrt{2 s^2/n} = \sqrt{(2)(2,11)/3} =$
 $= 1,19$

5%-waarde van t bij 16 d.f. is 2,120

LSD = (1,19)(2,120) = 2,52.

Tabel IX - Totale kaliumopname door de plant uit de granietgrond
in mmol K

Behandeling	Herhaling			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
Onbehandeld	3,33	2,42	3,66	9,41	3,14 a
4 g koemest	2,64	4,09	4,59	11,32	3,77 ab
100 dpm P triple	11,00	11,41	11,93	34,34	11,45 e
200 dpm P triple	14,49	13,93	16,12	44,54	14,85 f
100 dpm P mali	4,86	4,60	5,16	14,62	4,87 bc
400 dpm P mali	9,74	9,72	8,97	28,43	9,48 d
4 g koemest + 100 dpm P triple	11,67	13,81	11,38	36,86	12,29 e
4 g koemest + 100 dpm P mali	5,30	6,63	7,06	18,99	6,33 c

ANOVA-tabel

Naam	dim.	proj ²	(proj) ² /dim.
totaal	24	2051,99	
niveau	1	1650,20	
behandelingen [≠]	7	390,14	
rest	16	11,65	0,73 = s ²

Standaardafwijking tussen 2 gemiddelden: $\sqrt{2 s^2/n} = \sqrt{(2)(0,73)/3} =$
= 0,70

5%-waarde van t bij 16 d.f. is 2,120

LSD = (0,70)(2,120) = 1,48.

Tabel X - Totale kaliumopname door de plant uit de vulkanische asgrond in mmol K

Behandeling	Herhaling			Σ	$\bar{x}$
	I	II	III		
Onbehandeld	24,57	23,66	20,98	69,21	23,07 ab
4 g koemest	23,00	24,03	22,44	69,47	23,16 ab
100 dpm P triple	25,35	23,65	22,74	71,74	23,91 ab
200 dpm P triple	24,73	24,37	23,54	72,64	24,21 ab
100 dpm P mali	23,23	21,69	22,41	67,33	22,44 a
400 dpm P mali	24,79	24,61	24,55	73,95	24,65 b
4 g koemest + 100 dpm P triple	24,86	23,39	23,43	71,68	23,89 ab
4 g koemest + 100 dpm P mali	23,37	24,66	21,64	69,67	23,22 ab

ANOVA-tabel

Naam	dim.	proj ²	(proj) ² /dim.
totaal	24	13.364,12	
niveau	1	13.333,55	
behandeling [±]	7	10,84	
rest	16	19,73	1,23 = s ²

Standaardafwijking tussen 2 gemiddelden: $\sqrt{2 s^2/n} = \sqrt{(2)(1,23)/3} = 0,91$

5%-waarde van t bij 16 d.f. is 2,120

ISD = (0,91)(2,120) = 1,93.