

FINANSIËLE ASPEKTE VAN GRONDFOSFOROPBOUING IN MIELIEPRODUKSIE

T F NIENABER, Mielieraad en J A GROENEWALD, Universiteit van Pretoria
(with Summary in English)

Uittreksel

Twee verskillende strategieë kan gevolg word in pogings om die marge van oeswaarde bo bemestingskoste by mielies te maksimeer. In een benadering kan grondfosfor opgehou word na die biologiese optimum, of 'n peil naby die biologiese optimum. Hierna sal die jaarlikse misstofvoeding bestaan uit aanvulling van die fosfor wat in die vorige seisoen deur die oes uit die grond verwyder is; stikstofbemesting kan aangepas word by heersende prysverhoudings en groeitoestande, terwyl ander plantvoedingstowwe, onder aannames dat hul minder beperkend is, in standaard hoeveelhede toegedien kan word.

'n Alternatiewe strategie is om jaarliks fosfor toe te dien in sulke hoeveelhede dat die grondfosfor onder gemiddelde groeitoestande en heersende prysverhoudings, na verwagting op die ekonomiese optimum sal wees. Stikstofbemesting kan steeds by heersende groeitoestande en prysverhoudings aangepas word en ander plantvoedingstowwe kan steeds in standaardhoeveelhede toegedien word.

Bemestingsproefresultate deur die Misstofvereniging van Suid-Afrika is gebruik om op 'n paar grondsoorte die biologiese optimum grondfosforpeil te bepaal, asook die ekonomiese optimumpeil by verskillende opbrengsmikpunte soos gedomineer deur omgewingstoestande. Die ekonomiese optimum is gedefinieer as daardie opbrengs/toedieningsverhouding wat die hoogste marge van oeswaarde bo bemestingskoste sou oplewer.

Teneinde die twee strategieë te vergelyk is 'n begrotingsmodel op een grondsoort gebruik om finansiële resultate van mielieproduksie met die twee strategieë oor tien jaar in twee gebiede na te boots: Een gebied met 'n hoër en meer bestendige mielieproduksiepotensiaal, en 'n ander met 'n laer en meer wisselvallige opbrengspotensiaal. Vier stelle prysverhoudings is in die ontleding gebruik. Een stel bestaan uit werklike ervaaarde pryse. In 'n tweede geval is aanvaar dat prysverhoudings konstant sal bly. Die ander stelle prysverhoudings veronderstel dat een van die twee (kuns- of mieliepryse) deurentyd relatief tot die ander sou styg.

In albei gebiede is bevind dat onder al vier stelle prysaannames, grondfosforopbouing na die biologiese optimum oor 'n periode van tien jaar die hoogste marge bo bemestingskoste sou oplewer. Hierdie resultaat word daaraan toegevoeg dat fosforopbouing die mielieplant in staat stel om bogenoemde groeitoestande behoorlik te benut.

Inleiding

Van die belangrike plantvoedingstowwe word fosfor beskou

as die enigste wat doeltreffend in die grond opgebou kan word (Möhr, 1975, bl 136–141). Die belangrikste redes hiervoor is die stabiliteit van fosfor as ortofosfate en die afwesigheid van noemenswaardige vervlugting of logingsverliese. Hoë grondfosforpeile is ook geassosieer met beter staanhouvermoë, groter droogtebestandheid en verhoogde doeltreffendheid van stikstofbemesting (Black, 1968, bl 637). Daar bestaan nie aanduidings dat binne praktiese perke, grondfosfor toksies vir mielieplante word nie.

Ekonomies optimale bemestingspeile kan langs twee weë gedefinieer word (Fariña & Mapham, 1973). 'n Boer met voldoende kapitaal en beperkte grond mag poog om wins per hektaar te maksimeer, terwyl 'n boer onderhewig aan ernstige kapitaalbeperkings — soos byvoorbeeld die meeste boere in die Swart tuislande — sal poog om die maksimum rendement per Rand bestee aan misstowwe te behaal. Vir die doel van hierdie artikel word eersgenoemde benadering gevolg. Koste-items ander as bemestingskoste sal vir die doel van hieropvolgende berekenings as vaste koste beskou word, met die gevolg dat die ekonomiese optimum gereduseer word na die grootste marge tussen produksiewaarde per hektaar en bemestingskoste per hektaar. Hierdie optimum word bereik (Heady & Dillon, 1964, bl 42) wanneer

$$\frac{dY}{dX} = \frac{P_x}{P_y}$$

waar Y = Opbrengs van produk

X = Hoeveelheid van inset

P_x = Prys van inset

P_y = Prys van produk

Hierdie optimumposisie kan onder andere afgelei word vanaf empiries bepaalde produksiefunksies.

Die moontlikheid van fosforopbouing in die grond, tesame met die eienskap van nie-toksiseit van fosfor vir die plant, bring mee dat twee moontlike bemestingstrategieë gevolg kan word in pogings om wins te maksimeer.

Die een strategie behels om jaarliks fosfor saam met die ander plantvoedingstowwe toe te dien, in hoeveelhede wat volgens die gemiddelde jaarlikse produksiefunksie en heersende of verwagte prysverhoudings die ekonomiese optimum sal oplewer.

'n Alternatiewe strategie behels die opbou van fosfor in die grond tot 'n hoë peil — een wat die biologiese optimum sou benader — en dan jaarliks soveel fosfor toe te dien dat die fosfor wat deur die vorige oes uit die grond onttrek is, weer aangevul word. Stikstofvoeding sal onder hierdie strategie aangepas word by heersende toestande, klimatologies, ens.

Indien daar geen variasie in groeitoestande van jaar tot jaar

bestaan het nie, sou daar min regverdiging wees vir laasgenoemde strategie. Wisselende groeitoestande van jaar tot jaar bring egter, aangesien sulke groeitoestande onvoorspelbaar is, mee dat die tweede strategie wel oorweging verdien.

In hierdie artikel sal, aan die hand van statistiesbepaalde produksiefunksies en gegewens aangaande wisselings in reënval sowel as relatiewe pryse, 'n vergelyking tussen die twee bemestingstrategieë getref word.

Navorsingsprosedure

Statistiese produksiefunksies is gepas op bemestingsproewe uitgevoer deur navorsers van die Misstofvereniging van Suid-Afrika op verskillende plekke in die mieliedriehoek soos gerapporteer deur Möhr (1976). In hierdie proewe is slegs P-peile gewissel; P-toedienings het gevarieer tussen 10 kg en 300 kg per hektaar afhangende van die inisiële grond-P-gehalte en grondseries. Stikstof, kalium en spoorelemente is standaard toegedien. Die hoeveelhede is bepaal as die optimum benodig vir die betrokke opbrengspotensiaal van die proefferrein volgens die Mielierekenaar (Möhr, 1975, a).

Aangesien daar volgens teoretiese verwagtings nie 'n werklike maksimumpunt in 'n totale opbrengskurwe met grondfosfor as onafhanklike veranderlike behaal kan word nie, en die bepaling van 'n biologiese optimum vir hierdie doel belangrik is, is in navolging van die analise van Fariña en Maphan (1973) 'n ander prosedure gevolg om opbrengs te meet.

Die afhanklike veranderlike in die funksies is "relatiewe opbrengs" van mielies. Om die resultate van verskillende proewe vergelykbaar te maak, word die maksimum opbrengs wat in 'n proef behaal is, gelykgestel aan 100 en al die ander opbrengste binne elke proef uitgedruk as persentasie van hierdie maksimum opbrengs.

Die volgende tipes passing is gebruik:

- (i) Reglynige produksiefunksies met die vorm $Y = a + bX$
- (ii) Kwadratiese funksies waar $Y = a + bX + cX^2$. Daar word teoreties gesproke verwag dat c 'n negatiewe waarde sal hê.

(iii) Vierkantwortelfunksies waar $Y = a + bX + c\sqrt{X}$. Teoreties word verwag dat b 'n negatiewe teken sal hê.

(iv) Cobb-Douglas tipe funksies met algemene vorm $Y = aX^b$.

Passings is gedoen op gegewens ingewin op Avalongronde en Huttongronde wat verskillende grade van loging getoon het. Vir doeleindes van hierdie artikel, sal gegewens gebruik word wat betrekking het op medium- tot hooggeloopte Huttongronde ($S/100$ g klei < 15).

Teneinde die twee gemelde strategieë met mekaar te vergelyk, is twee gebiede gekies, een met 'n hoër en meer stabiele reënvalpatroon as die ander. Met behulp van werklike reënvalsyfers en gepaste funksies is die potensiele marges bo bemestingskoste wat in die twee gebiede oor 'n periode van tien jaar behaal sou word, bepaal. Sodoende kon die twee strategieë met mekaar vergelyk word.

Produksiefunksies: Resultate

Die statistiese resultate behaal met passings van die vier funksies verskyn in Tabel 1.

Al vier funksies het goeie statistiese passings, deurgaans met hoogs betekenisvolle regressiekoëffisiënte ($p = 0,001$) opgelewer. Die Cobb-Douglas-tipe funksie het 'n hoër bepalkoëffisiënt ($r^2 = 0,72$) opgelewer as die reglynige funksie ($r^2 = 0,66$). Die kwadratiese en vierkantwortelfunksies het 'n groter koëffisiënt (vir albei, $R^2 = 0,79$) opgelewer. Die verskil in bepalkoëffisiënte tussen die Cobb-Douglas-, kwadratiese en vierkantwortelfunksies is klein en van min betekenis aangesien byvoeging van veranderlikes, selfs al sou die addisionele veranderlikes 'n transformasie van 'n bestaande veranderlike behels, normaalweg neig om bepalkoëffisiënte te verhoog (Croxtton, Cowden & Klein, 1967). Die keuse vir verdere interpretasie het dus geval op die funksie wat die beste voldoen aan teoretiese verwagtings. Aangesien dalende marginale produk verwag word, en nie verwag word dat opbrengste na bereiking van die fisiologiese optimum sal daal nie, blyk dit dat die Cobb-Douglas-tipe funksie die beste pas by teoretiese verwagtings (Heady & Dillon, 1964, bl 75-80).

TABEL 1 Resultate verkry met die passings van produksiefunksies tussen relatiewe mielie-opbrengs, (Y) en grondfosfor, dpm (X) op medium- en hooggeloopte Huttongronde

Funksie	Vergelyking	R^2 of r^2	t (b)	t (c)
Reglynige	$Y = 69,35 + 0,80X$	0,66	8,97***	—
Kwadratiese	$Y = 46,40 + 2,81X - 0,04X^2$	0,79	6,71***	4,87***
Vierkantwortel	$Y = -4,15 - 2,31X + 31,00X$	0,79	3,60***	4,88***
Cobb-Douglas	$Y = 41,88X^{0,24}$	0,72	10,21***	—

***Betekenisvol by $p = 0,001$

In die berekening van ekonomiese optima is die verskillende opbrengsmikpunte soos in die Mielierrekenaar (Möhr, 1975, a) uiteengesit, telkens aan 100 gelykgestel, en werklike opbrengste uit persentasies hiervan bereken. Sodoende kon pryshoudings toegepas word. Die biologiese optimum is bereken op 38 dele per miljoen.

Berekende ekonomiese optimum word in Tabel 2 aange-
toon.

TABEL 2 *Berekende biologiese en ekonomiese optimum grondfosforpeile, medium- en hoog-geloogde Huttongrond*

Opbrengsmikpunte ton / hektaar	Ekonomiese optimum grond P dele per miljoen
3	9
4	13
5	17
6	21
7	25
8	30
9	35

Vergelyking van twee bemestingstrategieë

Berekeningsmetodiek

Hierdie vergelyking is gedoen met behulp van 'n begrotingsmodel. Die produksiepotensiaal van 'n spesifieke grondtipe in 'n reënvaldistrik, werklike reënval per jaar vir die periode 1966 tot 1975, pryse van kunsmis, (N, P, K) en mieliepryse is gebruik om marges bo bemestingskoste vir die twee bemestingspraktyke te bepaal.

Resultate van ontleding in twee gebiede sal aangegee word; een gebied word beskou as 'n hoë potensiaal mieliegebied met 'n lae peil van risikotheid, en die ander gebied word normaalweg as 'n relatief lae potensiaal gebied beskou met hoë risikotheid verbonde aan mielieverbouing.

Die keuse van gebiede is grootliks gebaseer op die ontleding van De Villiers (1974) waarin jaarlikse variasies in opbrengste, bruto-inkomstes, winste en verliese op mielies in verskillende distrikte ontleed is. Dis onder andere bevind dat die distrikte Bethal, Delmas en Heidelberg normaalweg hoë opbrengste en goeie winste realiseer met 'n relatief lae peil van fisiese en finansiële risikotheid. 'n Gebied wat groot dele van hierdie distrikte insluit, word deur die Weerburo (1974) saamgegroepeer as 'n reënvaldistrik. Hierdie gebied wat verder as gebied 1 bekend sal staan is soos volg:

Gebied 1 (Reënvaldistrik 74) (volgens stasiename)

Villiers, Heidelberg, Delmas, Vereeniging, Leeuwoort, Leslie, Oranjeville, Randfontein, Pretoria, Vlakfontein, Zuurbekom, Rietbult, Johannesburg, Greylingstad en Brakpan.

De Villiers se berekenings toon dat die distrik Bloemhof en Hoopstad oor die langtermyn aansienlik laer mielie-opbrengste teen 'n groter risikotheid toon as Bethal, Delmas en Heidelberg. 'n Reënvaldistrik wat dele van hierdie landdrostdistrikte insluit, is gekies as gebied 2.

Gebied 2 (Reënvaldistrik 91) (volgens stasiename)

Bloemhof, Rooipoort, Brakpan, Vaalbank, Driekoppies, Noodshulp, Hoopstad, Leeudoringstad, Ottosdal, Zevenfontein, Doornplaat, Klipfontein, Hollowaysrust en Rietpan.

Tabel 3 toon reënvalsifers vir die twee gebiede vir die periode 1921 tot 1975.

TABEL 3 *Reënvalgegewens vir gebiede 1 en 2, 1921 tot 1975*

Item	Gebied 1 mm	Gebied 2 mm
Gemiddelde reënval	700	516
Hoogste reënval	950	822
Laagste reënval	433	340
Standaardafwyking	119,6	129,9

Vir die bepaling van potensiaal is die volgende formule gebruik (Crafford & Nott, 1970):

$$\text{Opbrengspotensiaal} = \frac{\text{Gemiddelde reënval in mm} \times \text{gronddiepte (cm)}}{12,8}$$

Hierdie formule is ook ten opsigte van die gerealiseerde jaarlikse reënval gebruik om 'n teoretiese opbrengs te bepaal.

Die opbrengspotensiaal is op sy beurt gebruik om die toediening van kalium oor 'n period van 10 jaar te bepaal as 'n sekere vaste jaarlikse hoeveelheid.

In die model is stikstof jaarliks toegedien volgens die reënval. Hierdie prosedure is as realisties beskou omdat stikstof met goeie gevolge veel later as planttyd, toegedien kan word. Sodoende kan stikstoftoedienings geharmoniseer word met weersomstandighede. Fosfor en kalium weer, moet voor of tydens planttyd toegedien word.

Teneinde die verskillende situasies te toets, is die volgende prosedure gevolg ten opsigte van pryse en prysverhoudings:

- (i) Berekenings is eerstens gedoen waarin werklike pryse soos gegeld het tussen 1966 en 1975 gebruik is.
- (ii) Teneinde die effek van prysveranderinge uit te skakel, is die berekenings herhaal met 'n aanname dat pryse van mielies en bemestingstowwe soos wat in 1966 geheers het, deurgaans sou geld.
- (iii) Aangesien dit ook van belang is om te bepaal hoe die

bemestingsbenaderings sou vergelyk oor 'n periode waarin produkpryse aanhoudend sou toeneem relatief tot kunsmispryse, is in 'n verdere ontleding aanvaar dat kunsmispryse konstant was en mieliepryse teen 'n jaarlikse koers van 4 persent gestyg het.

- (iv) Laastens is 'n ontleding gedoen waarin die pryse van mielies oor die totale periode konstant gehou is. Hierteenoor is aanvaar dat kunsmispryse jaarliks met 4 persent per jaar toegeneem het. Hieruit blyk die effek van relatief stygende kunsmispryse op bemestingspraktyke.

Daar is telkens aanvaar dat die prys van die vroeë seisoen vir die hele seisoen geld. Byvoorbeeld, kunsmispryse in 1966 is gebruik vir die 1966/1967-seisoen. Die mielieprys daarenteen is dié behaal vir die oes. Dus geld die 1966/1967-mielieprys vir daardie jaar. Daar is aanvaar dat die grond 'n sandleem Huttongrond is met 'n gronddiepte van 120 cm en 'n aanvanklike P-status van 10 dpm in die grond, 'n K/Mg-verhouding van 1:2 en 'n grond-kaliuminhoud van tussen 100 en 200 dpm is aanvaar en alle berekenings is gebaseer op een hektaar. Spoorelemente is in standaardhoeveelhede toegedien; pH en ander toestande is as optimaal aanvaar. Verder word geen ernstige insekplae en/of plant-siektes ervaar nie. Daar is aanvaar dat 6,5 kg P nodig is om grond-P met 1 dpm te laat toeneem (Fariña & Mapham, 1973). Gerieflikheidshalwe is aanvaar dat in die strategie waar fosfor opgebou word die opbouing binne die eerste jaar geskied. Die hoeveelheid stikstofbenodig vir elke jaar is toegedien soos neergelê deur die Mielierekenaar (Möhr, 1975, a) volgens die opbrengspotensiaal soos vroeër verduidelik, en reënval van daardie spesifieke jaar. Daar is, gebaseer op Möhr (1975, a), aanvaar dat een ton mieliegraan 3,5 kg fosfor uit die grond verwyder. Die volgende twee voorbeelde toon aan hoe die berekenings vir elke jaar gedoen is wanneer werklik- ervaarde pryse gebruik is.

Gebied 1: 'n Reënval van 700 mm is aanvaar as die langtermyn gemiddeld.

$$\begin{aligned} \text{Opbrengspotensiaal} &= \frac{700 \times 120}{12,8} \\ &= 6,56 \text{ ton / hektaar} \end{aligned}$$

- a) *Opbouing van P tot by biologiese optimum (38 dpm)*

Bemestingskoste 1966: (Reënval vir jaar = 433 mm)

Koste van P (928 kg Dubbel Superfosfaat)	R 55,63
Koste van N (208 kg KAN (26))	10,47
Koste van K (39 kg Kaliumchloried)	1,72
Totaal	R 67,82

Berekende mielie-opbrengs: 4,06 ton @ R 36,47 per ton
 = R 148,07
 Marge bo bemestingskoste = R 80,25

Bemestingskoste 1967: (Reënval vir jaar = 950 mm)
 Die oes pas afgehaal (4,06 ton) verwyder teen 'n koers van 3,5 kg, 'n totale hoeveelheid van 14,21 kg P. Dus

koste van P (72,45 kg Dubbel Superfosfaat)	R 4,67
koste van N (637 kg KAN (26))	31,05
koste van K (39 kg Kaliumchloried)	1,68

Totaal R 37,40

Berekende mielie-opbrengs: 8,9 ton @ R 33,79 per ton

= R 300,73

Marge bo bemestingskoste = R 263,33

- b) *Toedienings van P by gemiddelde ekonomiese optimum bemestingspeil 1966*

Met pryse van fosfor en mielies soos in 1966 is die ekonomiese optimum grond-P-gehalte ongeveer 14 dpm waarmee 79 persent van die potensiële maksimum opbrengs vir dié jaar behaal kan word.

Fosfor nodig om grond-P-gehalte te verhoog na 14 dpm is 26 kg P. Dus

koste van P (133 kg Dubbel Superfosfaat)	R 7,95
koste van N (123 kg KAN (26))	6,19
koste van K (30 kg Kaliumchloried)	1,33

Totaal R 15,46

Berekende mielie-opbrengs: 3,2 ton @ R 36,47 per ton

= R 116,70

Marge bo bemestingskoste = R 100,24

Bemestingskoste 1967:

Prysverhouding (PX/PY) verander só dat die ekonomiese optimum grond-P-gehalte nou 12 dpm is waarmee 76 persent van die potensiële maksimum opbrengs behaal kan word.

11,2 kg — word deur die vorige graanoes verwyder en die grond-P-gehalte daal dus na 12 dele per miljoen. Geen fosfaataanvulling is dus nodig nie. Dus

koste van N (438 kg KAN (26))	R 20,20
koste van K (30 kg Kaliumchloried)	1,68

Totaal R 21,88

Berekende mielie-opbrengs: 6,76 ton @ R 33,79 per ton

= R 228,42

Voordeel bo bemestingskoste = R 206,54

Aangesien finansiële vergelykings oor tyd geskied het, is besluit om in alle berekenings die huidige waarde van 'n toekomstige stroom van inkomstes en koste te bepaal.

TABEL 4 Resultate van simulering van bemestingstrategie, gebied 1, 1966 tot 1975

Prysaanvaarding	Opbou van fosfor na biologiese optimum			Jaarlikse toediening volgens optimum op gemiddelde produksiefunksie		
	Opbrengs- waarde	Bemestings- koste	Marge*	Opbrengs- waarde	Bemestings- koste	Marge*
Gemiddeld, Rand per hektaar per jaar						
Werklike ervaarde pryse	210,6	33,5	177,1	164,0	20,2	143,8
Pryse konstant, 1966-peil	186,0	28,8	157,2	145,2	19,0	126,2
Kunsmispryse, 1966-peil						
Mieliepryse styg teen 4% per jaar	201,1	28,8	172,3	184,4	20,0	162,4
Mielieprys op 1966-peil						
Kunsmis styg teen 4% per jaar	186,0	31,9	154,1	140,9	20,1	120,8

*Terugverdiskonteer na 1966.

TABEL 5 Resultate van simulering van bemestingstrategie, gebied 2, 1966 tot 1975

Prysaanvaarding	Opbou van fosfor na biologiese optimum			Jaarlikse toediening volgens optimum op gemiddelde produksiefunksie		
	Opbrengs- waarde	Bemestings- koste	Marge*	Opbrengs- waarde	Bemestings- koste	Marge*
Gemiddeld, Rand per hektaar per jaar						
Werklike ervaarde pryse	165,3	23,0	142,3	118,6	11,2	107,4
Pryse konstant, 1966-peil	144,5	20,9	123,6	103,7	9,6	94,1
Kunsmispryse, 1966-peil						
Mieliepryse styg teen 4% per jaar	168,8	20,9	147,9	132,6	11,9	120,7
Mielieprys op 1966-peil						
Kunsmis styg teen 4% per jaar	144,5	32,7	120,8	100,4	10,8	89,6

*Terugverdiskonteer na 1966.

Vir hierdie doel is die berekende bemestingskoste en marges vir elke jaar terugverdiskonteer na die basisjaar 1966 teen 'n koers van 5 persent per jaar. Die volgende formule is gebruik (Chisholm & Dillion, 1971):

$$PV = \frac{Sn}{(1+i)^n}$$

waar PV = huidige waarde
 Sn = toekomstige waarde
 i = verdiskonteringskoers
 n = aantal jare

Resultate

Gemiddelde waardes vir die twee strategieë veskyn in Tabel 4 en 5.

Gevolgtrekkings

Soos verwag kon word het gebied 1, die hoër potensiaal en meer bestendige mielieproduksiegebied, deurgaans groter marges getoon as gebied 2. Onafhanklik van welke prysituasie gebruik is in die ontleding het dit ook geblyk dat die strategie om grondfosfor na die biologiese optimum op te bou in albei gebiede geassosieerd was met hoër marges bo bemestingskoste.

Laasgenoemde resultaat vloei ongetwyfeld voort uit jaarlikse variasies in groeitoestande. Indien grondfosfor opgebou is tot by, of naby die biologiese optimumpeil, is die mielieplant in staat om in jare met bogemiddelde groeitoestande die volle voordeel uit die toestande te trek. Daarenteen, indien fosfor toegedien is op 'n peil' wat, onder gemiddelde toestande die ekonomiese optimum sou behels, is grondfosfor 'n beperkende faktor in bogemiddelde produksiejare. Opbouing van grondfosfor verhoog dus die vermoë van die produsent om voordeel te behaal uit bogemiddelde groeitoestande.

Hierteenoor sal 'n swak produksiejaar onder albei strategieë geassosieer met minder fosforonttrekking uit die grond en aldus ook met laer fosfortoedienings in die daaropvolgende jaar.

In ekonomiese terme kan fosforopbouing beskou word as 'n belegging wat 'n buitengewone hoë rendement sal oplewer.

Summary

FINANCIAL ASPECTS OF SOIL PHOSPHOROUS ACCUMULATION IN MAIZE PRODUCTION

Two different strategies may be adopted in efforts to maximize the margin of crop value over fertilizer costs in maize production. In one approach, soil phosphorous can be accumulated to the biological optimum, or a level close to the biological optimum. Thereafter, annual applications of fertilizer will consist of replacement of phosphorous removed by the previous crop; nitrogen fertilization can be adapted to current price relationships and growth conditions. Other plant nutrients can be applied in standard quantities, assuming that they are less limiting.

An alternative strategy is to apply phosphorous annually in such quantities that under average growth conditions and prevailing price relationships, these applications can be expected to be at the economic optimum. Nitrogen fertilization can still be adjusted to prevailing growth conditions and price relationships and other plant nutrients can still be applied in standard quantities.

Fertilizer trial results of the Fertilizer Society of South Africa were used to determine biologically optimal soil phosphorous levels on a few soil types. The results were also used to determine economically optimum levels of phosphorous fertilization at different yield goals as dominated by environmental conditions. The economic optimum was defined as the yield/application ratio which would yield the biggest marginal of crop value over fertilizer costs.

In order to compare the two strategies, a budgeting model was used on one soil type to simulate financial results of maize production with the two strategies over ten years in two regions. One region has a higher and more stable maize production potential whilst the other region has a lower and more unstable yield potential. Four sets of price

relationships were used in the analyses. One set consisted of actually experienced prices. In a second set, price relationships were assumed to remain constant. In the other sets of price relationships, it was assumed that one of the two (fertilizer or maize prices) would consistently rise relative to the other.

In both regions, with all four sets of price relationships, results indicated that accumulation of soil phosphorous to the biological optimum would yield the higher margin over fertilizer costs, over a period of ten years. This result is attributed thereto that phosphorous accumulation enables the maize plant to utilise above average growth conditions better.

Verwysings

- BLACK, C.A., 1968. Soil-plant relationships, 2nd ed. Englewood Cliffs: John Wiley & Sons.
- CRAFFORD, D.J. & NOTT, R.W., 1970. Grond, reënval en mielieopbrengs in die Hoëveldstreek. *Boerd. S.A.* 46 (8), 33.
- CHISHOLM, H. & DILLION, J.L., 1971. Discounting and Other Interest Rate Procedures In Farm Management. Agric. Business Res. Inst., Univ. of New England, Armidale. Professional F.M. Guidebook. No. 2.
- CROXTON, F.E., COWDEN, D.J. & KLEIN, S., 1967. Applied general statistics. London: Sir Isaac Pitman & Sons.
- DE VILLIERS, A., 1974. Ekonomiese aspekte van oes-versekering. M.Sc.(Agric.)-verhandeling, Univ. van Pretoria.
- FARIÑA, M.P.W. & MAPHAM, W., 1973. The relationship between P soil test and maize yield on an Avalon medium sandy loam. *Fert. Soc. S. Afr. J.* 1, 21-26.
- HEADY, E.O. & DILLON, J.L., 1964. Agricultural production functions. Ames: Iowa State Univ. Press.
- MÖHR, P.J., 1975 (a). Maize production and the maize calculator. *Fert. Soc. S. Afr. Publ.* No. 44.
- MÖHR, P.J., 1975 (b). Report on a study tour to the United States of America. *Fert. Soc. S. Afr. Publ.* No. 53.
- MÖHR, P.J., 1976. Navorsingsverslag NR VII: Samevatting en verwerking van resultate van bemestings- en ander proewe met mielies, sonneblom en bloubuffelsgras. *Misstofver. S.Afr. Publ.* Nr. 50.
- WEERBURO, 1975. Klimaat van Suid-Afrika, Deel 10, W.B. 35.