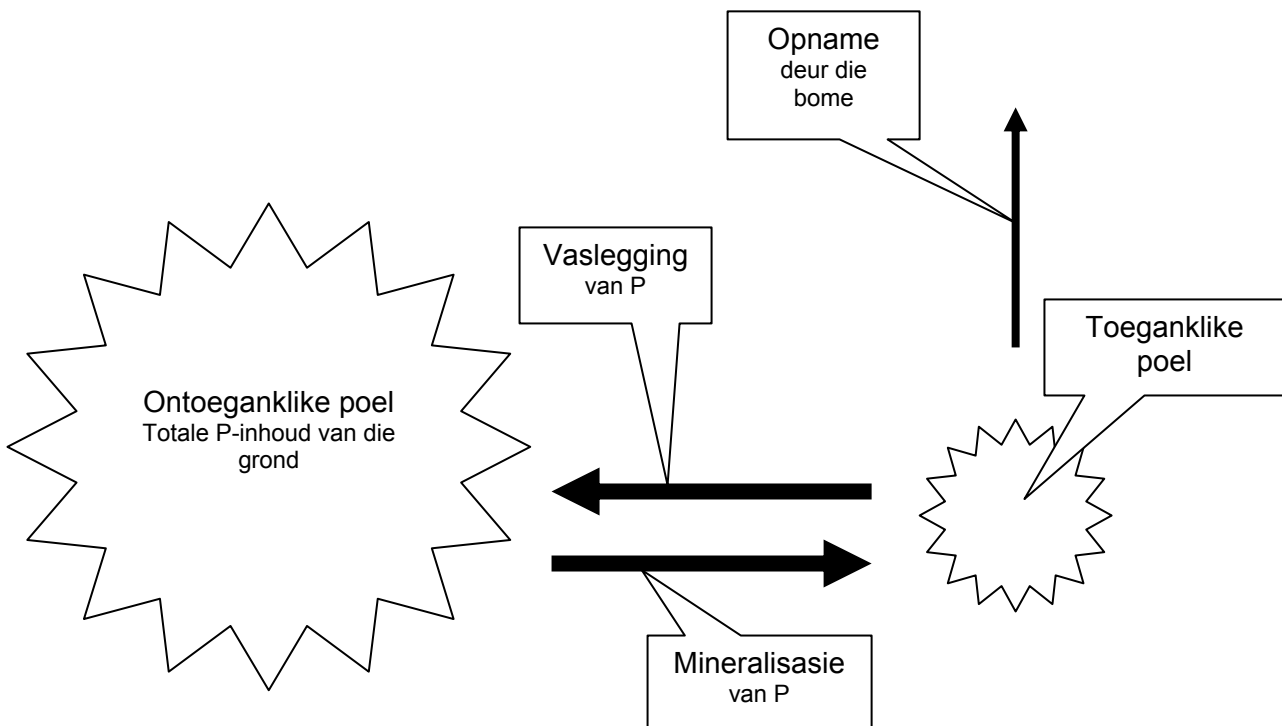


3 FOSFOR

3.1 Rol in sitrusproduksie

Die reaksie van boomgewasse op P-toedienings is nie so skouspelagtig soos op eenjarige gewasse nie. Boomgewasse het die vermoë om P op te neem en tydens tye van lae aanvraag te stoor vir latere gebruik.

Plante kan net sowat 10 tot 20% van die totale hoeveelheid fosfor wat in grond is, opneem (Figuur 4). Die res is in onopneembare vorms aanwesig, maar kan onder sekere omstandighede na opneembare vorms verander. Sodoende word die voorraad beskikbare fosfor in die grond voortdurend vanuit die ontoeganklike fraksie (totale fosforpoel) aangevul.



Figuur 4. Voorstelling van die wisselwerking tussen die twee hoof fosforfraksies in die grond en opname deur die bome.

Hierdie opgehoopte of reserwe P is beskikbaar vir sitrusbome. Met radio-aktiewe P is gevind dat reserwes wat 28 jaar oud is, nog deur die bome benut word (Citrus Industry Vol 3 p139).

Die belangrikste fosfaatione is HPO_4^{2-} en H_2PO_4^- en die dominerende ioon in die grondoplossing hang af van die pH van die grond. Indien die pH(water) van die grond <5,5 is sal die P vasgelê word deur die vorming van aluminium-, yster- en mangaanfosfate wat onoplosbaar in water is. Indien die pH(water) van die grond >7,5 is, sal die P vasgelê word deur die vorming van tri-kalsium-fosfate wat ook onoplosbaar in water is. Wanneer suurgrond bekalk word, of alkaliese grond versuur word, sal die vasgelegde P weer beskikbaar word.

Alhoewel die konsentrasie van fosfor in die grondoplossing baie laag is, kan plantwortels fosfor hieruit absorber en kan die konsentrasie in die selsap tot 1000 keer hoër wees as in die grondoplossing. Opname van fosfor vind feitlike regdeur die jaar, met uitsondering van die paar koue maande, plaas. Meer P word soms opgeneem as wat op daardie tydstip nodig is en word dan in die weefsel gestoor. Hierdie gestoorde P kan dan benut word wanneer die vraag na P groter as die opname is.

P beweeg min in neutrale tot alkaliese gronde en 28 jaar se opgehoopte P kon nog in die 0-30cm grondlaag opgespoor word (Citrus Industry Vol 3 p139)..

Opgeneemde fosfor word baie gou in die metabolisme betrek. Die organiese fosfate wat so gevorm word, is baie mobiel en kan op- en afwaarts in die plant vervoer word. Jong blare word dus voorsien van fosfor afkomstig van die wortels en ouer plantdele.

Fosfor vorm 'n integrale deel van die belangrike fisiologiese verbindings waarsonder die plant nie kan bestaan nie.

Fosfortekorte

Die mees dramatiese effek van P-tekorte word in die kwaliteit van die vrugte gesien lank voordat opbrengs daaronder ly.

'n Gebrek aan fosfor kortwiek 'n hele aantal prosesse soos die bou van energierike
Hoofstuk 3: Fosfor

verbindings en bestanddele van die elektrontransportketting. Daarsonder kan die energie wat deur fotosintese vasgevang is, nie behou en weer gebruik word nie.

Lae fosforvlakke in die vrug lei tot swak selle. Gevolglik vertoon fosforgebrekkige vrugte oorryp, pap en grof met 'n lae sap- en hoë suurinhoud.

Blaarsimptome kom slegs in 'n gevorderde stadium voor, maar die simptome op die vrugte is baie kenmerkend en kom reeds by 'n matige tekort voor.

Oormaat fosfor

Oormatige voorsiening van fosfor het min uitwerking op die boom- of vrugtetoestand. Die grootste nadele is die onderdrukking van die beskikbaarheid, opname en verbruik van elemente soos koper, sink, boor, yster en stikstof. By tamaties is die effek van te veel P duidelik gedemonstreer deur die verskyning van sinktekorte ten spyte van die 'n oormaat sink in die blare. Die opgeneemde sink is ontoeganklik deur die oormaat fosfor gemaak.

Hoë fosforvlakke verminder die suurinhoud en skildikte van die vrugte. As gevolg van laasgenoemde is kraakskil 'n groter probleem by bome wat te veel fosfor opgeneem het.

Die invloed van fosfor op kwaliteit is slegs van enige betekenis indien die fosforstatus van die bome van baie laag na oormaat verander. In die konsentrasiegebied wat as "normaal of optimaal" beskou word (0,10 tot 0,16% P), sal 'n verandering in die fosforstatus van die bome bitter min aan die kwaliteit verander. 'n Verandering in die fosforstatus van 0,06 tot 0,16% P sal egter beslis beter kwaliteit vrugte tot gevolg het.

Oormatige toedienings van P beskadig die voedingswortels, verminder TOV, vertraag kleurontwikkeling en verhoog die kans vir her-vergroening. (Citrus Industry Vol 3 p158).

Die "gebrek" aan 'n negatiewe reaksie van te veel fosfor word ongelukkig ook soms misbruik en toedienings van fosfor word onnodig aanbeveel.

3.2 Bronne van fosfor

Alhoewel onbewerkte grond in Suid-Afrika oor die algemeen arm aan fosfate is, word 'n verskeidenheid biologiese en minerale neerslae van fosfaat in Suid Afrika aangetref. Dit gee dan ook aanleiding tot 'n verskeidenheid fosfaatkunsmisstawwe (Tabel 12). Die hoeveelheid fosfor wat in water en sitroensuur oplos, word as maatstaf gebruik om hul potensiaal vir die landbou te bepaal.

Fosfor wat in water oplos is dadelik beskikbaar vir opname deur die plante. Sitroensuuroplosbare fosfor moet eers deur sure afkomstig uit die omgewing (onder andere die wortels) in 'n opneembare vorm verander word, maar is geredelik aan die plante beskikbaar.

Tabel 12. Fosforbronne wat in Suidelike Afrika beskikbaar is.

Bron	Fosforinhoud* %		
	WO	SO	Totaal
Superfosfaat (enkel)	10,5	10,5	10,5
Superfosfaat (dubbel)	19,6	19,6	19,6
Ru-Fosfaat	0	3,0	12,6
Calmafos	0	9,0	9,5
Fosforsuur	31,0	31,0	31,0

WO = wateroplosbare fosfaat

SO = sitroensuuroplosbare fosfaat

* Die werklike fosforinhoud van verskillende fosfaatprodukte wat beskikbaar is, verskil effens van hierdie waardes.

Superfosfate is baie gewilde fosforbronne, hoofsaaklik omdat al die fosfate wateroplosbaar is en dus op alle soorte grond gebruik kan word. Die fosfor is teenwoordig as mono- en di-kalsiumfosfaat wat die fosfor as $H_2PO_4^-$ en HPO_4^{2-} beskikbaar stel.

In die onmiddellike omgewing van vars toegediende monokalsiumfosfaat, is die pH so laag as 1,80. Die suurtoestand kan wortels beskadig. Indien die grond baie koper bevat sal die koper in die omgewing oplos en dan kan dit toksies raak. Hierdie suurtoestand word geleidelik weer herstel soos wat die fosforsuur geneutraliseer word.

Die sogenaamde enkelsuperfosfate bevat ook kalsium (21% Ca) en swawel (11% S).

Tabel 13. Oplosbaarheid van kalsiumfosfate.

Vorm van kalsiumfosfaat	Formule	Oplosbaarheid mg/100ml
Tri-kalsium-fosfaat	$Ca_3(PO_4)_2$	2,0
Di-kalsium-fosfaat	$CaHPO_4$	31,6
Mono-kalsium-fosfaat	$Ca(HPO_4)_2$	1 800

Calmafos is 'n goeie fosforbron vir suur grond, veral waar magnesium ook aangevul moet word. Dit kan egter nie gebruik word om gebandplaas of op die oppervlak uit gestrooi te word nie.

Rotsfosfate en marinefosfate soos Langfos kan net op suur grond waar dit met die grond gemeng kan word, gebruik word. Rotsfosfaat kan nie gebandplaas word nie. Die oplosbaarheid van die P is te laag indien dit net op die oppervlak gelaat word.

Fosforsuur is 'n vloeistof wat 'n ideale fosfordraer vir sproeibemesting is. Dit word ook aangewend om die pH van die besproeiingswater te verlaag. Die volume fosforsuur (H_3PO_4) wat nodig is om die pH van die water tot 6,0-6,5 te verlaag kan vanaf die konsentrasie karbonate (CO_3)

plus bikarbonate (HCO_3) in die water soos volg bereken word.

- Eerstens moet die karbonate na bikarbonate omgerek word.
(me $CO_3 \times 2$) = me HCO_3 . Tel dit by die konsentrasie bikarbonate wat in die water is en dit gee die totale konsentrasie HCO_3 .
- Dan kan die suurbehoefte soos volg bereken word;
me Totale $HCO_3 \times 28,6 = ml H_3PO_4^*$ per 1000 liter water. (* indien die sterkte van die fosforsuur 36N met 'n digtheid van 1,69 is).

Genoemde berekening is gebruik om die volgende Table 14 saam te stel.

Tabel 14. Die volume fosforsuur wat nodig is om 0,50 tot 5,00 me HCO_3 te neutraliseer.

me $CO_3 + HCO_3$	ml H_3PO_4 per 1000 liter water
0,50	14
1,00	28
1,50	43
2,00	57
2,50	72
3,00	86
3,50	100
4,00	114
4,50	129
5,00	143

Aangesien die digtheid van fosforsuur 1,69 is, sal een liter fosforsuur nie 210g maar 350g P bevat.

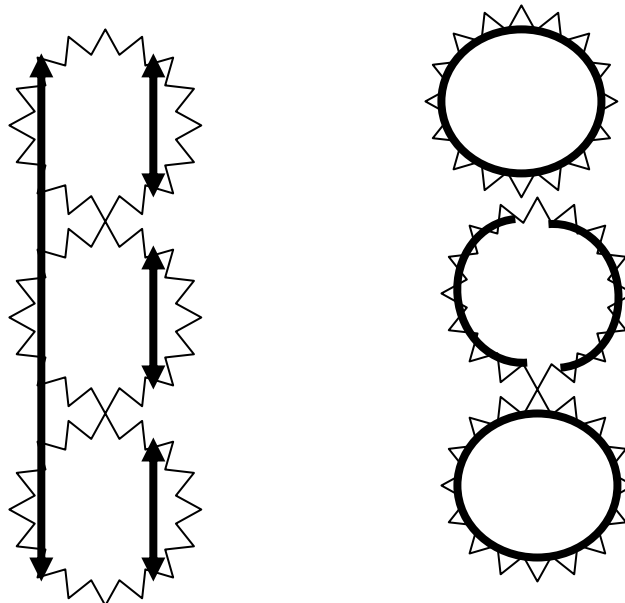
3.3 Bemesting met fosfor

- Grondtoedienings

By 'n pH(water) van 6,00 en minder, neem die beskikbaarheid van P af as gevolg van die vaslegging deur toenemende konsentrasies Fe, Al en Mn in die grond. Soos die pH(water) van 7,00 af toeneem, neem die konsentrasie van die beskikbare P af weens die vaslegging as trikalsiumfosfaat - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

Die vasleggings kan weer omgekeer word wanneer suurgrond bekalk word en die blaarvlak kan toeneem na bekalking sonder dat P toegedien is. Versuring van alkaliese gronde sal ook fosfor mobiliseer.

Afgesien van die pH word die beskikbaarheid van fosfor ook deur ander grondeienskappe beperk. Vaslegging deur klei en amorfe materiaal in die grond kan die beskikbaarheid van toegediende P verlaag. Een manier om die vasleggings te beperk is om die fosfate te bandplaas. Met bandplasing word bedoel die toediening van superfosfate (dubbel of enkel) in 'n smal strook van so 10cm wyd, onder die drup van die boom. Die supers kan in 'n sirkel of twee reguit strepe gedoen word, maar moet grootliks geskied waar besproei word. Die supers hoef nie ingewerk of met die grond gemeng word nie. Bandplasing in suur- of alkaliese gronde is sowat 80% effektief teenoor uitstrooiing wat < 20% effektief is. Een en soms twee toedienings is nodig wat dan nie binne 3 tot 5 jaar herhaal hoef te word nie. In neutrale sandgronde (klei-inhoud <10%) kan supers uitgestrooi word en die opname behoort ook goed te wees.



Figuur 5. Illustreer verskillende maniere om superfosfaat te bandplaas.

Ander fosfaatbronne kan nie gebandplaas word nie omdat die ander komponent (NH_4^+ of K^+) nie gebandplaas mag word nie. Dit sal die wortels brand. MAP en DAP kan nie gebandplaas word omdat dit ammoniumstikstof bevat wat, in 'n gekonsentreerde band die wortels kan beskadig. Die selfde geld vir geammonifiseerde supers.

Fosfate wat geen wateroplosbare P bevat nie (rotsfosfaat) kan ook nie gebandplaas word nie. Vir rotsfosfaat om effektief te wees moet dit met die grond vermeng word.

- **Sproeibemesting met mikrospuite**

Oplosbare fosfate soos MAP en fosforsuur word nie effektief deur mikrospuite toegedien nie. Die verspreiding oor die groot oppervlakte (8 tot 15m^2) veroorsaak dat die P-konsentrasie so verdun word dat dit in die boonste paar millimeter grond vasgelê word. Dieselfde probleme word ondervind as wanneer P met die hand uitgestrooi word. Suksesvolle uitstrooi van fosfor is beperk to neutrale sandgronde.

- **Sproeibemesting met druppers**

Die belangrikste beginsel is dat fosfor gereeld voorsien moet word. Indien die benatte volume kleiner as 500 liter per boom is, moet dit elke dag vir ten minste 8 maande van die jaar toegedien word.

Deur die druppers sal dit moontlik wees om die fosforstatus van die bome tydens sekere fisiologiese stadiums te varieer. By voorbeeld, indien 'n verhoogde P-status in die herfs die oplosbare vaste stowwe sou verhoog, kan dit waarskynlik met drupbesproeiing en sproeibemesting gedoen word, maar nie met mikrospuite en konvensionele handtoedienings nie.

Die kombinasie van NH_4^+ en H_2PO_4^- het blykbaar 'n stimulerende effek op wortelgroei en behoort aan die begin van die nuwe seisoen as bron van P gebruik te word.

Fosforsuur het 'n digtheid van 1,69 en groot foute kan gemaak word indien die berekening

op massa gemaak en die uitvoering op volume geskied. Een kg fosforsuur bevat 210g P maar een liter bevat 350g P, ongeveer 50% meer.

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ en MAP mag nie gemeng word nie want dit gee 'n neerslag.

3.4 Blaarbespuitings

Blaarbespuitings om die fosforstatus van die bome te verhoog word nie eintlik kommersieël gedoen nie. Eendersyds omdat nie genoeg P met een bespuiting voorsien kan word nie en andersyds omdat die opname van P deur die blare nog nie effektief uitgevoer nie (Kyk ook na Tabel 62, Hoofstuk 25).

Die meeste werk met blaarbespuitings en fosfate is gedoen met die oog daarop om die bome se fisiologie te beïnvloed. Deur die fosforstatus van die bome gedurende sekere fisiologiese stadiums te verhoog, kan moontlik voordele inhou. Blaarbespuiting met mono-kaliumfosfaat 6, 4 en 2 weke voordat die vrugte geoes word, kan blykbaar die totale opgeloste suikers (TOS) met soveel as 1% (van 10 tot 11%) verhoog. Bespuitings word meestal met 1,0 tot 1,5% MKP oplossings gedoen maar selfs tot 5% MKP-oplossings word gebruik. Laasgenoemde kan moontlik brandskade aanrig. Plaaslike ondervinding toon dat drie bespuitings met 1,5% MKP resultate lewer sonder die gevaar van brandskade.

By koejawelbome is 'n betekenisvolle verhoging in die konsentrasie van P in die blare na bespuitings met 0,22 tot 0,88 % P verkry (Natale, et al, 1999). In ander proewe met MKP (Rabe, persoonlike mededeling) en MAP (Coetzee, ongepubliseerde data) kon die blaarstatus van P nie betekenisvol verhoog word nie. Met die MAP teen 1% was die blaarstatus van P van 19 tot 20mg per kg, 2 ure nadat die bome bespuit is, verhoog.

Blaarbespuitings met MAP word 6 weke na volblom gespuit om die vrugsuur te verminder. Dit word as plaasvervanger vir kalsiumarsenaat gebruik.