

HOOFSTUK 1

INLEIDING EN LITERATUUROORSIG

Die chemiese samestelling van 'n tabakblaar is die basis van vermenging waarmee die fabrikant style saamstel om sigarette te maak. Bemesting is die vertrekpunt vir die bepaling van die chemiese en fisiese samestelling van tabak en die fondament waarop kwaliteit en rookeienskappe gebou word. Fosfor bevorder rypheid van die blaar, wat 'n gesogte kwaliteitsfaktor is (Tso, 1990).

1.1 Fosfor voorsiening en plantreaksie.

Fosfor is 'n essensiële komponent in die metabolisme van 'n plant. Ongeveer 30% van die fosfor in 'n jong tabakblaar kom as rubonukleïnsuur (RNA) en 7% as deoksiribonukleïensuur (DNA) voor. Ongeveer 70% van die rubonukleïen aktiwiteite van die blaar vind in die selsap plaas, waarvan ongeveer 'n tiende met die mikrosroomfraksie geassosieer is. Fosfor is betrokke by fotosintese, fosforilasie, respirasie, stikstofmetabolisme en ander metaboliese prosesse wat met die krebssiklus verbind is, wat 'n aanduiding is van die belang van fosfor vir die plant. Weefselgebinde suurlabiele P kom blykbaar ook voor in die vorm van pirofosfaat tesame met proteïen (Tso, 1990).

Dit is noodsaaklik dat die tabakplant in 'n vroeë groeistadium voldoende hoeveelhede toeganklike fosfaat tot sy beskikking het (Hawks & Collins, 1983; Tso, 1990; Woltz *et al.*, 1949). Die groeireaksie van die tabakplant op fosfaatbemesting is die duidelikste waarneembaar in die vroeë groeistadium van die plant en nie so seer in die finale opbrengs en die kwaliteit van die gedroogde blaar nie (Hawks & Collins, 1983; Tso, 1990). Omdat die ontwikkeling van die jong tabakplant gestimuleer word deur 'n hoë peil van toeganklike fosfor, beklemtoon dit die noodsaaklikheid van relatiewe hoë fosfor konsentrasies in die wortelsone vanaf weke 5 tot 8 na plant (Hawks & Collins, 1983). Nog 'n belangrike effek van fosfor op die groei van tabak, is die korter periode wat die plant nodig het om volwassenheid te bereik (Whitty *et al.*, 1966). Lae fosfor lei tot 'n afname in die stikstof-en magnesiuminhoud van die blaar en veroorsaak blaarafsnoering (Tso, 1990).

Volgens Tso (1990) word daar algemeen aanvaar dat voldoende fosfaatvlakke in die blaar, die kleur van oonddroog tabak verbeter. Dit beteken 'n donkerder blaar met meer aroma, wat 'n belangrike kwaliteitseienskap vir rokers is. Daar bestaan ook 'n positiewe verwantskap tussen fosfor en suikerinhoud, wat wenslik is solank laasgenoemde nie 22% oorskry nie (Tso, 1990).

1.2 Grondverdigting en plantreaksie.

Die totale volume van 'n grond word opgemaak deur die volume van die minerale gronddeeltjies en die totale porieruimtes tussen die deeltjies wat die vloeistof en gasfase insluit. Grondverdigting word algemeen gedefinieer as die toename in brutodigtheid, die digter pakking van soliede deeltjies en 'n afname in poreusheid van die grond (Van der Watt & Van Rooyen, 1990). Volgens Bowen (1975) verlaag grondverdigting die volume water en lug per eenheidsmassa grond wat belangrik is vir die aktiewe opname van voedingselemente. Grondsterkte verwys na die vermoë van 'n grond om vervorming deur kragte wat toegepas word, te weerstaan (Van der Watt & Van Rooyen, 1990). Die verband tussen grondverdigting en grondsterkte is dat, die toename in brutodigtheid tot gevolg het dat die grondsterkte toeneem.

Die invloed van hoër grondsterkte op plantegroei word primêr gekoppel aan die afname in die ontwikkeling van die wortelstelsel. 'n Toename in grondsterkte gaan gepaard met 'n afname in die verlengingstempo van wortels, afname in wortelvertakking, toename in worteldeursnit en 'n gevolglike afname in die aktiewe sorpsie-oppervlakte per eenheidsmassa wortels (Bennie, 1972).

Drie belangrike vereistes vir optimale blaarontwikkeling by tabak is voldoende water, voedingstowwe en gronddeurlugting. Om deeglike gronddeurlugting te verseker is 'n relatiewe oop, los struktuur noodsaaklik tesame met goeie dreinerings. Wanneer daar aan bogenoemde vereistes voldoen word produseer die plant relatief groot breë, maar dun blare met 'n oop en fyn tekstuur. Hierdie blare sal gewoonlik tydens droging 'n ligte kleur ontwikkel met 'n hoë brandbaarheid. Die verlangde kombinasie van goeie gronddeurlugting en voldoende water voorsiening word gewoonlik verkry in sand en sandleem gronde en word dus vir die produksie

van oonddroog tabak voorgeskryf (Tso, 1990). Baie sanderige gronde het egter die potensiaal om maklik te kompakteer.

Die verwantskap tussen meganiese weerstand (verdigting) en wortelontwikkeling is nog nie omvattend gedefinieer onder veldtoestande in die tabakbedryf nie (Tso, 1990). Gevolglik is dit tans nog nie moontlik om met sekerheid te voorspel tot hoe 'n mate grondverdigting die wortelgroei van die tabakplant beperk nie en wanneer dit nodig is om spesiale bewerkings toe te pas, om wortelontwikkeling by tabak te verbeter nie.

Bennie (1972) het 'n hoogs betekenisvolle afname in die fosforkonsentrasies in katoenblare, met 'n toename in grondsterkte waargeneem en by koring 'n afname in die konsentrasies van kalium, kalsium en fosfor in die blare. Murty (1964) het ook 'n afname in die kalium-, kalsium- en fosforkonsentrasies in sonneblomblare waargeneem as gevolg van 'n toename in brutodigtheid. Dieselfde tendens ten opsigte van kaliumkonsentrasies in die blare van suikerriet deur Cleasby (1964) en die blare van mielies deur Batchelder (1971), is waargeneem. Batchelder (1971) het ook dieselfde vir fosfor waargeneem.

Hallmark en Barber (1981) het sojabone by brutodigthede van 1 250 en 1 450 kg.m⁻³ gegroei met twee verskillende kaliumvlakke. Hulle het bevind dat verhoogde brutodigtheid wortelgroei verminder. By die lae kaliumvlak was dit geassosieer met laer kaliumkonsentrasies in die plant, terwyl by die hoër kaliumvlak daar egter geen verlaging in die plant se kaliumkonsentrasie was nie. Dus deur ekstra kalium toe te dien het dit die nadelige effek van 'n hoër brutodigtheid help verminder. Silberbush *et al.* (1983) het die invloed van kaliumopname ten opsigte van veranderinge in die brutodigtheid ondersoek en gevind dat kaliumopname afneem met 'n toename in brutodigtheid.

1.3 Gronddeurlugting.

Effektiewe gronddeurlugting word beïnvloed deur die volume lugge vulde porieruimtes en word gevolglik beïnvloed deur dreinerings en verdigting. Wortelgroei en aktiewe voedingstofopname benodig energie wat deur respirasie voorsien word. Gedurende respirasie word suurstof verbruik en koolstofdoksied geproduseer en is daar gaswisseling tussen die lug in die

grondporieë en die atmosfeer nodig. Wanneer die suurstofvlak in die grondlug laer as 10% daal, neem wortelgroei waarneembaar af (Barber, 1983). Grondverdigting verlaag die diffusie tempo van suurstof en verhoog die kontakspanning tussen wortel en grond. Beide hierdie faktore het 'n negatiewe invloed op die gaswisseling in grond as gevolg van die tydsduur en die hewigheid van periodes van suurstofspanning (Boone & Veen, 1994).

Alhoewel grondverdigting nie 'n invloed op die voedingselementkonsentrasie van die grondwater het nie, verlaag verdigte grond egter die volumetriese waterinhoud van die grond en dus die potensiële voorsieningstempo van voedingselemente. In humiede gematigde klimaatstreke vind wortelgroei die vinnigste plaas by 'n waterpotensiaal wat naby aan veldkapasiteit is. Die groeitempo van wortels (by veldkapasiteit) in gekompakteerde grond kan tot soveel as 20% minder wees as in ongekompteerde grond as gevolg van swak deurlugting. In gronde met 'n lae plantvoedingstatus, kan die potensiële voorsieningstempo van veral kalium en fosfaat onvoldoende wees. By gekompakteerde grond word hierdie beperkings bereik by 'n hoër konsentrasie omdat slegs 'n beperkte volume van die grond deur die wortels ontgin word (Boone & Veen, 1994). Die totale hoeveelheid voedingselemente wat 'n grond kan voorsien hou verband met die verspreiding daarvan in die grondprofiel gedurende die groeiseisoen en is veral belangrik wanneer wortelgroeitempo deur verdigting verminder word. Gedurende die groeitydperk, selfs met voldoende watervoorsiening, is die voorsiening van ione met 'n lae mobiliteit soos fosfaat, kleiner as die gewasvereiste. Dit sal egter meer geredelik gebeur by toestande met 'n beperkte watervoorsiening en 'n lae vlak van chemiese grondvrugbaarheid (Boone & Veen, 1994).

Onder ideale toestande word die tempo van water en voedingselementopname deur die groeitempo van die wortels en die transportprosesse in die grond, wat die diffusie en massavloei insluit, bepaal deur die totale wortellengte. Beide faktore word direk of indirek deur grondverdigting beïnvloed (Boone & Veen, 1994).

Die verband tussen grondverdigting, wortelgroei en opbrengs is nie eenvoudig nie. Dit behels die interaksie tussen grondsterkte, lug en water wat varieer op verskillende stadiums van

plantontwikkeling. Ontkieming en wortelontwikkeling is twee faktore van plantontwikkeling wat die meeste deur grondverdigting beïnvloed word (Boone & Veen, 1994).

1.4 Die plantwortel en sy omgewing.

1.4.1 Die invloed van omgewingsfaktore op wortelgroei en fisiologie

Die effek wat sekere grondeienskappe op wortelgroei en wortelmorfologie het, is belangrik omdat dit die tempo van voedingselementvoorsiening aan die plant bepaal. Die wortelgroei tempo, lengte en radius is van die mees belangrike parameters wat voedingselementopname bepaal. Wortelparameters wat die voorsiening van voedingselemente na die loof beheer word ook deur die omgewing geaffekteer naamlik; beskikbaarheid van voedingselemente (wat deur die konsentrasie van voedingselemente in oplossing buite die wortelomgewing beheer word), die fisiese beperking van wortelgroei (wat die groei tempo sowel as die morfologie van die wortel beïnvloed), temperatuur, ligintensiteit, grondwaterspanning, grondbelugting en die toksisiteit van sekere elemente (Barber, 1983).

1.4.2 Die invloed van fisiese beperking op wortelontwikkeling

Goss en Reid (1981) het bevind dat met 'n klein toename in druk op die "ballotini" glasgroeimedium waarin hulle gars gegroei het, die tempo van wortel verlenging van die kiemwortels verminder het. Wortels wat in 'n verdigte medium groei neem af in lengte en word dikker as gevolg van die toenemende druk. Hierdie druk bestaan uit verskillende komponente naamlik radiale druk en skuifweerstand by die wortelpunt. Soos wat die wortels groei dring dit die porieruimtes binne en stoot die gronddeeltjies opsy. Wortelgroei in suiwer sand is meer beperkend as in grond omdat sanddeeltjies nie so geredelik oor mekaar beweeg soos slik- en kleideeltjies nie. Gevolglik is groter druk nodig vir wortelgroei in sandgronde (Barber, 1983). Die weerstand wat 'n grond bied teen wortelindringing staan bekend as grondsterkte. Met 'n toename in grondsterkte neem die tempo van wortelverlenging af, terwyl die deursnee van die wortel vergroot. Peterson en Baber (1981) het 'n studie gedoen om die effek van grondsterkte op die wortelmorfologie van sojabone te illustreer. Net soos Russell (1977) het hulle bevind dat die totale volume van die korteksselle en die aantal nie verander het nie, maar dat die rangskikking daarvan verander het sodat dit 'n groter volume inneem met 'n

toename in weerstand. Die radius van die sentrale silinder verander nie, maar slegs die radius van die korteks (Barber, 1983).

'n Ploegsool is 'n verdigte suboppervlaklaag wat ontstaan net onder die ploeglaag, met 'n hoër brutodigtheid en laer totale poreusheid as die grond onmiddellik daarbo en daaronder, vanweë die druk wat deur sekere bewerkingspraktyke daarop uitgeoefen is (Van der Watt & Van Rooyen, 1990). 'n Ploegsool kan die indringing van wortels na die ondergrond beperk, met die gevolg dat die plant minder water en voedingstowwe kan opneem omdat die effektiewe grondvolume verklein is. 'n Ploegsool is een van die algemeenste oorsake van 'n fisiese beperking vir wortelindringing.

Grondsterkte word direk deur die grondwaterinhoud beïnvloed. Deur die grondwaterspanning te verhoog, neem die grondsterkte toe. Die brutodigtheid van die grond kan gebruik word as 'n maatstaf vir die mate van weerstand teen wortelindringing. Met 'n toename in brutodigtheid neem die aantal groot porieruimtes wat in die grond is af, wat weer tot gevolg het dat wortelindringing beperk word. 'n Brutodigtheid van meer as $1\ 800\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ beperk die indringing van byna alle wortels in die grond (Barber, 1983). Die verband tussen brutodigtheid en grondsterkte is dat 'n grond waarvan die brutodigtheid toegeneem het, sy vermoë om met wortelindringing te vervorm, weerstaan.

1.5 Voedingselementvlakke en die verspreiding daarvan

Wanneer voedingselemente eenvormig in die bogrond versprei is, sal die loof tot wortel verhouding gewoonlik verhoog as die vlak van stikstof of fosfor verhoog word omdat loofgroei vinniger toeneem as die wortelgroei, of omdat die tempo van wortelgroei afneem (Barber, 1983). Barber (1979) het in 'n veldeksperiment die effek van stikstof, fosfor en kalium op die wortelgroei van mielies bestudeer en gevind dat 'n verhoging in stikstof- en fosfaatbemesting, 'n afname in wortelgroei tot gevolg gehad het, terwyl die toevoeging van kalium geen effek gehad het nie.

Deur kunsmis slegs in 'n deel van die wortelsisteem toe te dien (bandplaas) beïnvloed dit die verspreiding van die wortels tussen die bemeste en onbemeste grond. Byvoorbeeld deur fosfaat

slegs in 'n deel van die grond toe te dien, stimuleer dit wortelgroei in die deel wat met fosfaat bemest is. Anghinoni en Barber (1980a) het die uitwerking van fosfaat toedienings op verskillende grond volumes ondersoek. Uit die studie het hulle die volgende verband: $y=x^{0.68}$ verkry. Waar y die persentasie van die totale wortellengte in die fosfor behandelde grond en x die persentasie is van die grond volume wat met fosfor behandel is. Byvoorbeeld wanneer fosfor by 20% van die grond volume gevoeg is, was daar 33% van die totale wortellengte in die fosfor bemeste gedeelte en slegs 67% in die oorblywende 80% van die totale grond volume.

1.6 Grondfosfor

'n Groot aantal fosfaatminerale kom in die grond voor waarvan die beskikbaarheid onder andere afhanklik is van die grond pH. Fosfor kom hoofsaaklik as ortofosfaat voor wat 'n stabiele vorm van fosfor in die grond is. In oplossing kom fosfor hoofsaaklik as die $H_2PO_4^-$ en HPO_4^{2-} anione voor (Brady & Weil, 1999).

Vanuit 'n plantvoedings aspek gesien, word grondfosfaat in die volgende fraksies geklassifiseer naamlik:

- Fosfaat in die grondoplossing,
- labiele P en
- nie-labiele P fraksie.

Die eerste fraksie is die oplosbare fosfaat wat in die grondoplossing is. Die tweede fraksie is hoofsaaklik swak oplosbare Ca en geabsorbeerde fosfate, wat in ewewig met die fosfaat van die grondoplossing is. Die verwantskap tussen die geabsorbeerde fosfaat en die konsentrasie van die fosfaat wat in die grondoplossing is, kan met behulp van die Langmuir tipe isoterm beskryf word. Die derde fraksie is die onoplosbare fosfaat wat baie stadig aan die labiele poel vrygestel word (Mengel & Kirkby, 1987).

1.7 Fosfortekorte en-toksisiteit in plante.

Plante wat 'n P-tekort toon, se groei word vertraag (Mengel & Kirkby, 1987; MVSA, 1994) en die loof:wortel droëmassa verhouding is gewoonlik laag (Mengel & Kirkby, 1987). Fosfortekortsimptome kom gewoonlik in die ouer blare voor en vertoon 'n donker groen kleur en in baie gevalle kry blare 'n pers kleur. Buitengewoon hoë fosfaatvlakke in die wortelmedium

kan groei onderdruk (Mengel & Kirkby, 1987). Loneragan en Asher (1967) het bevind dat baie hoë opnametempo's van fosfaat geassosieer word met afnemende groeitempo's in sekere plant spesies. Claassens en Fölscher (1985) maak die hipotese dat 'n hoë P-status in die bogroei die fosfatase reaksies in die fotosintese proses inhibeer en groei sodoende vertraag. Hulle het bevind dat fosfor eers tot 'n sekere vlak in die wortels opbou voordat dit na die bogroei vervoer word. Volgens Anghinoni en Barber (1980b) word P-opname beheer deur die P-status in die wortels en nie deur die P-status in die bogroei nie. Hierdie effekte kan afhanklik wees van fosfaat wat die opname en translokasie van sommige mikro-elemente soos Zn, Fe en Cu vertraag. Die interaksie tussen Zn en P is deur baie werkers bestudeer en dis bekend dat hoë vlakke van P toedienings tipiese Zn-tekortsimptome kan induseer. Loneragan *et al.* (1982) het ook P-toksisiteit waargeneem met hoë P-voeding, maar vermeld dat hoër Zn-voorsiening dit teëwerk deur die vervoer van fosfor vanaf die wortels na die bogroei te verminder. Hulle vermoede is dat simptome wat gewoonlik as Zn-tekort beskryf word, eerder P-toksisiteit simptome is onder hoë P-voorsiening. Mengel en Kirkby (1987) het bewys dat 'n oormaat fosfaat, 'n metaboliese versteuring veroorsaak wat kan lei tot Zn tekort simptome. Hulle gaan van die veronderstelling uit dat fosfaat die fisiologiese Zn beskikbaarheid in plantweefsels kan affekteer. Verder is gevind dat hoë vlakke van Zn in die voedingsmedium die opname van P en Fe onderdruk (Adriano *et al.*, 1971).

1.8 Kalsium.

Kalsium kom in relatief klein hoeveelhede in die plant voor. Omdat die kalsium inhoud van gronde gewoonlik die hoogste van die katione is, kom tekorte selde voor. Kalsium het 'n belangrike funksie in die middellamella van selwande en kom voor as kalsiumpektaat wat nie mobiel in die plant is nie. Dit bevorder die produksie van proteïene, is noodsaaklik vir selgroei en werk die toksisiteit van sekere elemente teen deur neutralisering van suur (MVSA, 1994).

Volgens Sumner en Farina (1986) is daar verskeie bevindings onder navorsers oor die invloed van bekalking op die beskikbaarheid van P in die grond. Sommiges het 'n toename, ander 'n afname en ander het geen effek van bekalking op die beskikbaarheid van P in die grond waargeneem nie. Volgens Singer en Munns (1992) is die invloed van bekalking op die beskikbaarheid van P baie kompleks en kan dit nie veralgemeen word nie.

Légère *et al.* (1994) het bevind dat bekalking en P-toediening die groei en opbrengs van gars verhoog het. Beckie en Ukrainetz (1996) het in 'n proef bevind, wat uitgevoer is 30 jaar nadat die grond onderskeidelik met 4.5 en 6.7 ton kalk per hektaar bekalk is, dat die pH 0.5 en 1.1 eenhede hoër as die kontrole was. Hulle het egter geen verskille in die beskikbaarheid van fosfor in die grond en opbrengs waargeneem nie.

Volgens Mengel en Kirkby (1987) en Talibudeen (1981) is hoë Ca^{2+} konsentrasies in die grondoplossing by 'n hoë pH bevorderlik vir die presipitasie van kalsiumfosfate wat transformeer na oktakalsiumfosfaat. Dit gee aanleiding tot 'n laer oplosbare fosfaat konsentrasie en gevolglik minder beskikbare fosfor vir die plant. Kamprath (1971) skryf verminderde P absorpsie toe aan die vorming van lae oplosbare kalsiumfosfaat. Baie van die teorieë oor die interaksies tussen P en Ca in die grond kan waarskynlik nie net toegeskryf word aan die Ca-inhoud van die grond alleen nie, maar ook aan die Ca in verhouding met ander katione. Enige abnormaliteite in beskikbaarheid van Ca aan die plant kan die opname van ander voedingselemente benadeel weens die funksie van Ca in die middellamella van die selwande wat die halfdeurlaatbaarheid van die selle beïnvloed.

1.9 Hipotese en doelwit.

In die Nelspruit en ander tabakproduksie gebiede word 'n probleem ondervind om die fosforinhoud van tabakblare hoër as 0.25% te kry. Volgens die literatuur word waardes van 0.2 tot 0.5% fosfor op droë massa aanbeveel (Hawks & Collins, 1983; Miner & Tucker, 1990; Wichmann, 1992). Ten spyte van hoë fosforstatus in die gronde (meer as $30\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Bray 1) word addisionele fosfor aanbeveel. Normaalweg word 'n minimum van 50kg P per hektaar aanbeveel ongeag die waardes van die grondontledings en kan tot so hoog as 100kg P per hektaar wees.

Die vermoede bestaan dat grondverdigting as gevolg van wielverkeer in die tabaklande onder andere die oorsaak is dat tabakplante nie die fosfor wat in die grond is optimaal kan gebruik nie (Batchelder, 1971; Bennie, 1972; Cleasby, 1964; Murty, 1964). Verder kan lae kalsiumvlakke in die grond ook moontlik P-opname vertraag (Woltz *et al.*, 1949). In die Rustenburg area word soms ook reaksie op kalsiumtoediening ondervind. Hierdie reaksie is waarskynlik eerder

die gevolg van te lae Ca:Mg verhoudings (Claassens *et al.*, 1977). Volgens die literatuur is die Ca:Mg verhouding in die Rustenburg tabakproduksie gebied laag en word kalsium dus aanbeveel.

As gevolg van die hoë fosfor aanbevelings word die insetkoste van tabakproduksie baie hoog. Die vraag het dus ontstaan waarom die fosforinhoud in tabakblare laag bly afgesien van die hoë P-toedienings en P-inhoud van die grond en wat die P-status en P-toedienings behoort te wees in die Laeveld.

Die doel van die proef was om vas te stel wat aanleiding gee tot die lae fosforinhoud van tabakblare en om te bepaal watter faktore fosforopname beïnvloed.

HOOFSTUK 2

MATERIAAL EN METODEDES

Om die invloed van verdigting en kalsium voorsiening op P-opname te ondersoek is veldproewe op verskillende lokaliteite en 'n potproef uitgevoer.

2.1 Veldproewe

Gedurende die 1998/99 seisoen is dieselfde veldproef op 3 verskillende lokaliteite in die Nelspruit omgewing gedoen. Die proewe is volgens die verdeelde perseelontwerp uitgevoer (Petersen, 1994). Die behandelings het bestaan uit 2 kalsium (Ca) behandelings (0 en 3 ton gips per hektaar by lokaliteit 1 en 2, maar 2 en 4 ton gips per hektaar by lokaliteit 3), 2 bewerkings aksies (diep skeurploeg en 'n gewone vlak bewerking) en 5 fosfor (P) peile (0, 30, 60, 90 en 120 kg P per hektaar). Die 20 behandelings kombinasie is drie keer herhaal. By lokaliteit 3 verskil die gips behandelings omdat daar reeds 2 ton gips per hektaar toegedien is en besluit is op 'n 4 ton gips per hektaar vir die tweede kalsium behandeling.

Die proewe is op bestaande lande waarop tabak verbou word uitgevoer. Konvensionele bewerking bestaan daaruit dat die landerye voor plant eers met 'n skottelploeg geploeg word om die grond los te maak, sodat dit berook kan word. Twee weke na beroking is die grond gelyk gedis. Tydens hierdie aksie is die landbougips (CaSO_4) as Ca-bron op die betrokke persele waar van toepassing toegedien en in die grond ingewerk. Nadat die landerye gedis is, is plantwalle met behulp van 'n walmaker gemaak. Hierdie bewerkingsaksie het as kontrole gedien. Die diep bewerkings behandeling is direk voor walmaking geskeurploeg tot op 'n diepte van ongeveer 500mm direk op die plantry. Die plantwalle word ongeveer 200mm hoog en 1200mm van mekaar gemaak. Die tabakplantjies is 500mm uitmekaar op die walle geplant. Elke perseel het bestaan uit drie rye met twintig plante per ry. Die twee buitenste rye het as kantrye gedien, met die middelste as die data ry.

Behalwe die fosfor behandelings is die persele bemes soos algemeen voorgeskryf word. 'n Dag na plant is al die bemestingstowwe met behulp van 'n maatkoppie afgemeet en in 'n gat 100mm

vanaf die plant se stam toegedien. Monoammoniumfosfaat (MAP) is as fosfor bron gebruik. Die res van die stikstof is as kalksteenammoniumnitraat (KAN) toegedien, terwyl kalium as K_2SO_4 toegedien is. Gedurende die seisoen is die standaard plaag, top en suierbeheer toegepas, soos op die aanliggende konvensionele tabak.

Tydens die groeiseisoen is blaarmonsters op 115 tot 120 dae na plant geneem vir chemiese ontledings, volgens die aanbeveling van Miner en Tucker (1990) waar die boonste, ten volle ontwikkelde tabakblaar gepluk is. Dit het naastenby ooreen gestem met die vierde blaar vanaf die apikale meristeem.

Die blare is geoes soos wat die blare fisiologies ryp geword het. Elke perseel is afsonderlik geoes en genommer en met toutjies in bondels gebind voordat dit in drogingsrame gerak is. Die rame met tabak is in kommersiële massadroërs gedroog. Die oonde is gelaai met die geoesde tabakblare van die onderskeie persele en volgemaak met kommersiële tabak wat by dieselfde vlak van rypheid was. Na die drogingsproses is die tabak in die oond aangeklam en elke perseel se tabak is afsonderlik in die sorteerkamer uitgepak vir sortering. Elke perseel se tabak is afsonderlik op grond van stamposisie, kwaliteit en kleurgroep in verskillende grade ingedeel. Die verskillende grade van elke perseel is afsonderlik geweeg en 'n geldwaarde daaraan toegeken. Met bogenoemde inligting is die inkomste en opbrengs per perseel bereken en omgerek na inkomste en opbrengs per hektaar. 'n Graad beskrywing en pryslys word in Bylaag I aangetoon.

Na die drogings en sorterings prosesse is verteenwoordigende blaarmonsters getrek vir chemiese ontledings. Vir N- en P- ontledings is 0.25g plantmateriaal natveras by $420^{\circ}C$ op 'n verteringsblok met H_2SO_4 en K_2SO_4 met Se as katalis, nadat H_2O_2 as voorlopige oksideermiddel gebruik is. N is volgens die Technicon Auto Analyzer II (1977) en P volgens Technicon Auto Analyzer II (1972) kolorimetriese metodes bepaal. Vir Ca, Mg, K, Na, Cu, Fe, Mn en Zn is 0.5g plantmateriaal natveras met 'n 1:1 mengsel van HNO_3 en $HClO_4$ (70%) by $230^{\circ}C$. Na die nodige verdunning is die elemente met behulp van atoomabsorpsie-spektrofotometrie bepaal. Swael is turbidimetries bepaal in die monster wat met HNO_3 en

HClO₄ natveras is, met behulp van die bariumchloriedmetode en 'n Auto Analyzer (Basson & Böhmer, 1972).

Variansie-analises is met behulp van die "Statistical Analysis Systems" rekenaarprogram gedoen (SAS, 1989). Die kleinste betekenisvolle verskil (KBV) is met behulp van die Tukey toets bepaal by 'n toetspeil van $P=0.05$ (Steel & Torry, 1982).

2.1.1 Lokaliteit 1

Hierdie deel van die navorsing is gedoen op die plaas Friedenheim wat ongeveer 8.5 kilometer Noord-Oos van Nelspruit geleë is. Hierdie lokaliteit is gekies na aanleiding van die grondtipe wat daar voorkom, naamlik 'n grond van die Cartrefvorm (Grondklassifikasiewerkgroep, 1991). Die E-horison wat in die Cartrefvorm voorkom verdig maklik as gevolg van bewerking (Le Roux *et al.*, 1999).

Die tersaaklike chemiese eienskappe van die bogrond (0-300mm) soos wat dit was voor die aanvang van die proef, word in Bylaag 2a aangegee.

Die proef is op die 22ste Augustus 1998 met die kultivar NC 60 geplant. Die totale stikstof toediening was 140kg N per hektaar as KAN en kalium is as K₂SO₄ teen 'n peil van 210kg K per hektaar toegedien.

Blaarmonsters is op dag 39 en 115 na plant geneem deur twee blare per perseel per keer in die proefry te pluk. Op 109 dae na plant is hierdie proefperseel erg deur hael en wind beskadig en kon die kwaliteit en opbrengs nie op hierdie perseel bepaal word nie, alhoewel op 115 dae na plant van die oorblywende blare gepluk is vir chemiese analise. Die chemiese samestelling van die blare word in Bylaag 3a en 3b getoon. Variansie-analises is op al die elemente van Bylaag 3 van die groen blaarmonsters gedoen.

2.1.2 Lokaliteit 2

Hierdie proef is uitgelê op die plaas Bochjeskop wat 15 kilometer Noord-Wes van Nelspruit geleë is. Die grondtipe by hierdie lokaliteit was van die Huttonvorm (Grondklassifikasiewerkgroep, 1991).

Die tersaaklike chemiese eienskappe van die bogrond (0-300mm) soos wat dit was voor die aanvang van die proef, word in Bylaag 2b aangegee.

Die proef is op die 7de September 1998 met die kultivar LK 108 geplant. Die totale stikstof toediening was 120kg N per hektaar as KAN en 189kg K_2SO_4 per hektaar.

Twee groen blare per perseel, is 120 dae na plant in die proefry van elke perseel gepluk vir chemiese ontledings. Die chemiese samestelling van die blare word in Bylaag 3c getoon.

Die oesopbrengs en kwaliteit is bereken soos voorheen beskryf en die resultate daarvan word in Bylaag 4a getoon. Variansie-analises is gedoen op die opbrengs, kwaliteit en die vernaamste voedingselemente van die groen blare.

2.1.3 Lokaliteit 3

Hierdie deel van die navorsing is gedoen op die proefplaas van die Laeveldse Tabakkwekersvereniging(LTKV) te Alkmaar wat 16 kilometer Wes van Nelspruit geleë is. Hierdie lokaliteit is gekies na aanleiding van die grondtipe wat daar voorkom, naamlik 'n Cartrefvorm (Grondklassifikasiewerkgroep, 1991). Volgens Le Roux *et al.* (1999) verdig die E-horison wat in die Cartrefvorm voorkom maklik as gevolg van bewerking.

Die tersaaklike chemiese eienskappe van die bogrond (0 –300mm) soos wat dit was voor die aanvang van die proef word in Bylaag 2c aangegee.

Hierdie proef is op die 2de Oktober 1998 geplant met die kultivar LK 30/40/60. Die totale stikstof-en kaliumtoedienings was 100kg N per hektaar as KAN en 189kg K per hektaar as K_2SO_4 .

Twee blare per perseel is 116 dae na plant, in die proefry van elke perseel, vir chemiese ontledings gepluk. Die chemiese samestelling van die blare word in Bylaag 3d en 3e getoon. Na oes is die kwaliteit en opbrengs per perseel bereken en die resultate in Bylaag 4b getoon. Variansie-analises is gedoen op die opbrengs, kwaliteit en die vernaamste voedingselemente in die blare.

2.2 Potproef

'n Potproef is onder beheerde toestande op die proefplaas van die Universiteit van Pretoria gedoen. Grond vanaf lokaliteit 1 van die veldproewe is in die potte gebruik. Met die potproef is verskillende gronddigthede gesimuleer en twee kalsiumbehandelings toegedien om die effek daarvan op fosforopname te evalueer.

Die volgende brutodigthede naamlik, $1\,400\text{ kg.m}^{-3}$ (geen verdigting), $1\,600\text{ kg.m}^{-3}$ en $1\,800\text{ kg.m}^{-3}$ is toegepas. Drie fosforbehandelings van onderskeidelik 195 dpm, 391 dpm en 586 dpm fosfor is in die grond toegedien. Monoammoniumfosfaat is as fosfor bron gebruik. Die twee kalsiumbehandelings was onderskeidelik 150 dpm en 381 dpm kalsium as CaSO_4 .

Die tersaaklike chemiese eienskappe van die grond wat in die potte gebruik is, voor die aanvang van die proef word in Bylaag 2a aangegee.

Plastiese emmers met 'n deursnee van 248mm en 'n diepte van 226mm is as potte gebruik. 'n Dreineergat met 'n deursnee van 13mm is in die bodem van elke pot geboor. Onder in elke pot is 'n stukkie gaas oor die gat geplaas met 'n laag silikasand van ongeveer 10mm bo-oor. Omdat grondsterkte grootliks deur die waterinhoud van die grond beïnvloed word (Greacen, 1960) is daar gepoog om die metode van Bennie (1972) toe te pas om 'n konstante waterinhoud in die potte te handhaaf deur 'n suiging onderaan die potte toe te pas. Dit is ook gedoen om te verseker dat die proef beter dreineer omdat die grond onder in die pot nie tot by veldkapasiteit sal dreineer nie.

Vir die verskillende brutodigthede is onderskeidelik 14.607 kg, 16.694 kg en 18.781 kg droë grond per pot afgeweeg. Die bemestingstowwe vir die onderlinge behandelings is vooraf

afgeweeg en in genoeg water opgelos om die spesifieke massa droë grond tot by 'n 7% waterinhoud te benat. Die droë grond is deeglik met die water gemeng en toe in die pot geplaas. Homogene kompaksie is in elke pot verkry deur die grond met behulp van 'n vibrasietafel te vibreer (Rosenberg, 1959). Volgens Hillel (1982) is dit ook die mees effektiefste manier om 'n growwe tekstuur grond te kompakteer.

Die potproewe is op die 19de November 1998 met die kultivar NC 60 geplant. Die potte is volkome ewekansig op roterende tafels in die glashuis uitgelê (Petersen, 1994). Weens 'n beperkte hoeveelheid grond wat beskikbaar was, is daar by die lae kalsium (Ca) behandelings slegs twee digthede gesimuleer naamlik, $1\ 400\ \text{kg.m}^{-3}$ en $1\ 600\ \text{kg.m}^{-3}$. By die hoë kalsium behandelings is digthede van $1\ 400\ \text{kg.m}^{-3}$, $1\ 600\ \text{kg.m}^{-3}$ en $1\ 800\ \text{kg.m}^{-3}$ gesimuleer. Elke behandeling is 4 keer herhaal.

Met die toedien van monoammoniumfosfaat teen verskillende fosfor peile het dit gebeur dat die hoër fosfaat peil ook 'n hoër stikstof peil gehad het. Na plant is ammoniumnitraat (NH_4NO_3) as aanvullende stikstof toegedien om te kompenseer vir die stikstof wat met die MAP toegedien is. 'n Totaal van 4.589g stikstof (N) is per kilogram grond toegedien.

Vanaf 67 dae na plant is die plante weekliks getop en suiers uitgebreek. 'n Top hoogte van 18 blare per plant is gehandhaaf. Sodra die onderste blare op die plante fisiologies ryp geword het is dit afgepluk. Aangesien die plante nie gelyktydig fisiologiese rypheid bereik het nie, is plante drie keer geoes op tye wat gewissel het van 72 tot 117 dae na plant.

Al die blare is direk na pluk met gedeïoniseerde water afgespoel en gedroog by 'n temperatuur van 65°C . Na droging is die droë massa van die blare van elke pluksel afsonderlik bepaal en gemaal vir die chemiese ontledings daarvan. Die chemiese samestelling en droë biomassa van die blare word in Bylaag 3f en 5a getoon.

HOOFSTUK 3

RESULTATE EN BESPREKING

3.1 Veldproewe

3.1.1 Lokaliteit 1 (Friedenheim)

Op hierdie lokaliteit is daar op 39 dae en 115 dae na plant, groenblare gepluk vir chemiese ontledings. Die resultate van die chemiese ontledings word in Bylaag 3a en 3b aangetoon.

3.1.1.1 Persentasie fosfor in blaar op 39 dae na plant

Die variansie-analise van die chemiese ontledings resultate wat op 39 dae na plant geneem is word in Bylaag 6a aangetoon. Die koëffisiënt van variasie van 8.40% is goed. Die bepaaldheidskoëffisiënt (R^2) van 57% is ietwat laag, dit dui daarop dat 43% van die variasie in hierdie eksperiment, nie aan die behandelings toegeskryf kan word nie.

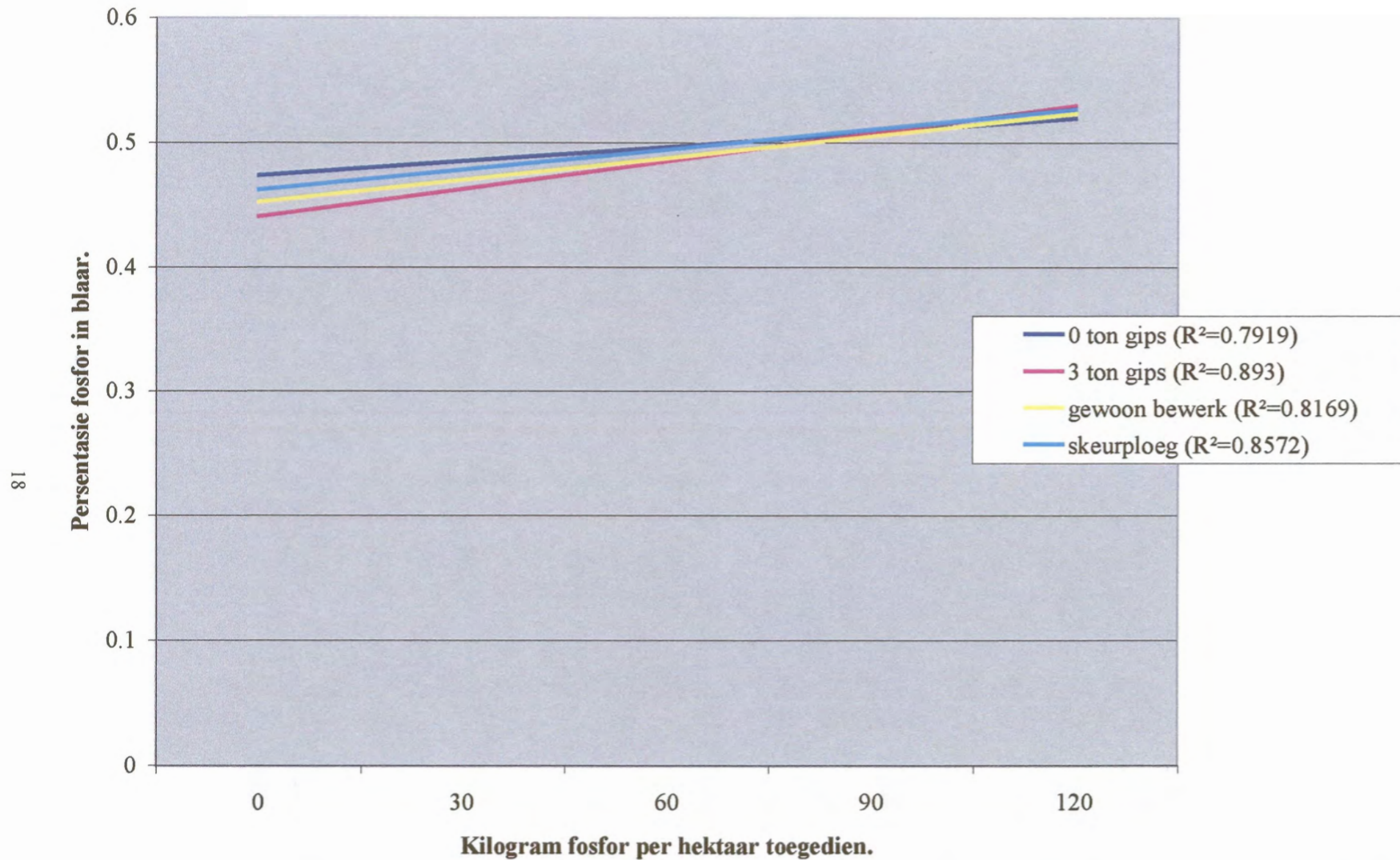
TABEL 1 Die gemiddelde persentasie fosfor in die blare op 39 dae na plant soos beïnvloed deur die fosforbehandelings.

Fosfor toediening kg / ha	P (%)
0	0.453
30	0.482
60	0.495
90	0.503
120	0.527

$KBV_T = 0.049 (0.05)$ $KV = 8.4\%$

a. Invloed van P-bemesting (39 dae)

Volgens die variansie-analise het slegs die fosforbehandelings die fosforkonsentrasies in die blare op dag 39 betekenisvol verhoog. Die gemiddelde persentasie fosfor in die blare op 39 dae na plant word in Tabel 1 en Figuur 1 aangetoon. Volgens Tabel 1 was daar 'n duidelike



FIGUUR 1: Die gemiddelde invloed van die bewerking, kalsium en fosfor toedienings, op die P-inhoud (%) van die blare 39 dae na plant by Lokaliteit 1.

toenemende tendens in die fosforkonsentrasie met 'n toename in fosfor voorsiening. Hierdie tendens is duidelik sigbaar in Figuur 1 waar die invloed van die verskillende behandelings op die persentasie fosfor op dag 39 in die blaar getoon word. Die kleinste betekenisvolle verskil volgens die Tukey-toets is 0.049 by die 5% betekenispeil. Die perseel waar daar geen fosfor toegedien is nie, verskil slegs betekenisvol van die persele waar daar 90 en 120 kg fosfor per hektaar toegedien is. Die rede vir die klein reaksie van die P-konsentrasie in die blare kan moontlik toegeskryf word dat daar by die 0 P peil reeds 38 mg.kg^{-1} P in die grond was. Die P-konsentrasies op 39 dae na plant is baie hoër as in die volwasse stadium van die plant (115 dae) omdat verdunning nog nie plaasgevind het nie.

b. Invloed van kalsium (39 dae)

Die kalsium behandeling het geen betekenisvolle invloed op die persentasie fosfor in die blaar gehad nie. Dit kan waarskynlik toegeskryf word aan voldoende Ca in die grond (Bylaag 2a) alhoewel die waardes relatief laag is op hierdie vroeë stadium. Wat egter hier waargeneem kan word is dat by lae P toediening die gipsbehandeling die P-inhoud van die blare onderdruk het, terwyl dit nie die geval was by die hoë P-behandelings nie. Die rede vir die onderdrukking kan waarskynlik toegeskryf word dat kalsium die fosfor in die grond laat presipiteer het as kalsiumfosfate.

c. Invloed van bewerking (39 dae)

Die bewerkings behandeling het geen betekenisvolle verskille getoon nie, moontlik omdat die plantjies nog te klein is en nog nie die verdigtingslaag bereik het nie of omdat die reënval hoër as die gemiddeld was en die plantwortels nie deur die verdigting beïnvloed is nie.

3.1.1.2 Persentasie N, K, Ca, Mg en SO_4 in blaar op 39 dae na plant

Die resultate van die persentasie N, K, Ca, Mg en SO_4 in die blare op 39 na plant soos beïnvloed deur die verskillende behandelings word in die variansie-analise tabelle wat in Bylaag 6b tot 6f voorkom asook in Bylaag 3a aangetoon.

a. Invloed van P-bemesting (39 dae)

Die verskillende fosfor bemestingspeile het geen betekenisvolle verskille op die persentasie N, K, Ca en SO_4 in die blaar gehad nie. By die persentasie Mg was die kontrole behandeling betekenisvol hoër as die behandeling van 30 kg P per hektaar, maar geen sinvolle tendens kan bespeur word nie.

b. Invloed van kalsium (39 dae)

Die behandeling waar 3 ton gips per hektaar toegedien is, het hoogs betekenisvol 'n hoër persentasie N, Mg en SO_4 tot gevolg gehad teenoor die behandeling waar daar geen gips toegedien is nie. Die kalsiumbehandelings het geen invloed op die persentasie Ca gehad nie, maar die persentasie K was hoogs betekenisvol hoër by die behandeling waar geen gips toegedien is nie. Volgens Mengel en Kirkby (1987) word dikwels gevind dat die verhoging van een kation 'n verlaging in die konsentrasie van ander katione tot gevolg het.

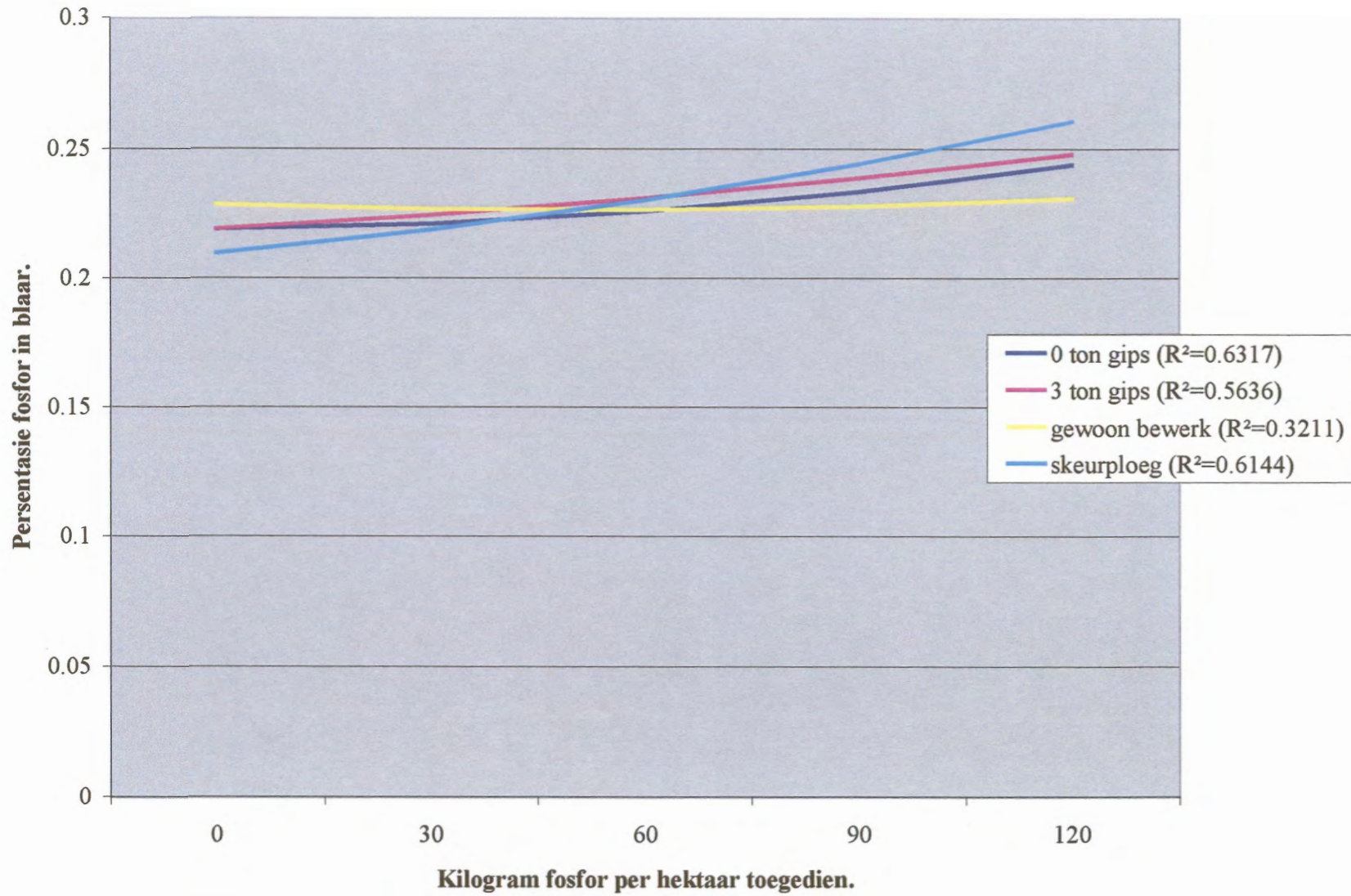
c. Invloed van bewerking (39 dae)

Die bewerkings behandelings het nie betekenisvolle verskille ten opsigte van die persentasie N, K, Mg en SO_4 in die blaar gehad nie. Die persentasie Ca het wel afgeneem met die skeurploeg behandeling. Hieruit kan afgelei word dat kalsium opname by 'n oop sisteem soos die skeurploeg bewerking van minder belang is as by 'n geslote sisteem (konvensionele bewerking).

3.1.1.3 Konsentrasie Cu, Fe, Mn en Zn in die blaar op 39 dae na plant

Variansie-analises is onderskeidelik op die konsentrasie Cu, Fe, Mn en Zn gedoen en word in Bylae 6g tot 6j aangetoon. Die verskillende behandelings het geen betekenisvolle verskille in die konsentrasie Cu, Fe en Mn gehad nie. By die konsentrasie Zn het slegs die kalsiumbehandelings 'n betekenisvolle verskil teweeg gebring, met 'n hoër konsentrasie Zn by die 3 ton gips behandeling. Die rede vir die reaksie is nie duidelik nie.

Geen duidelike tendense kon by enige van die elemente op 39 dae na plant waargeneem word nie. Die gevolgtrekking kan gemaak word dat die tyd van monsterneming te vroeg is en dat die elemente voldoende deur die grond voorsien is.



21

FIGUUR 2: Die gemiddelde invloed van die bewerking, kalsium en fosfor toedienings, op die P-inhoud (%) van die blare 115 dae na plant by Lokaliteit 1.

117376075
516359215

3.1.1.4 Persentasie fosfor in die blaar op 115 dae na plant

Die resultate van die persentasie fosfor in die blare op 115 dae na plant soos beïnvloed deur die verskillende behandelings word in 'n variansie-analise tabel wat in Bylaag 6k voorkom asook in Bylaag 3b aangetoon. Die koëffisiënt van variasie van 13.06% is aanvaarbaar as in gedagte gehou word dat biologiese variasie en omgewingstoestande dit grootliks beïnvloed. Die bepaaldheidskoëffisiënt (R^2) van 48%, is ietwat laag, dit dui daarop dat 52% van die variasie in hierdie eksperiment, nie aan die behandelings toegeskryf kan word nie.

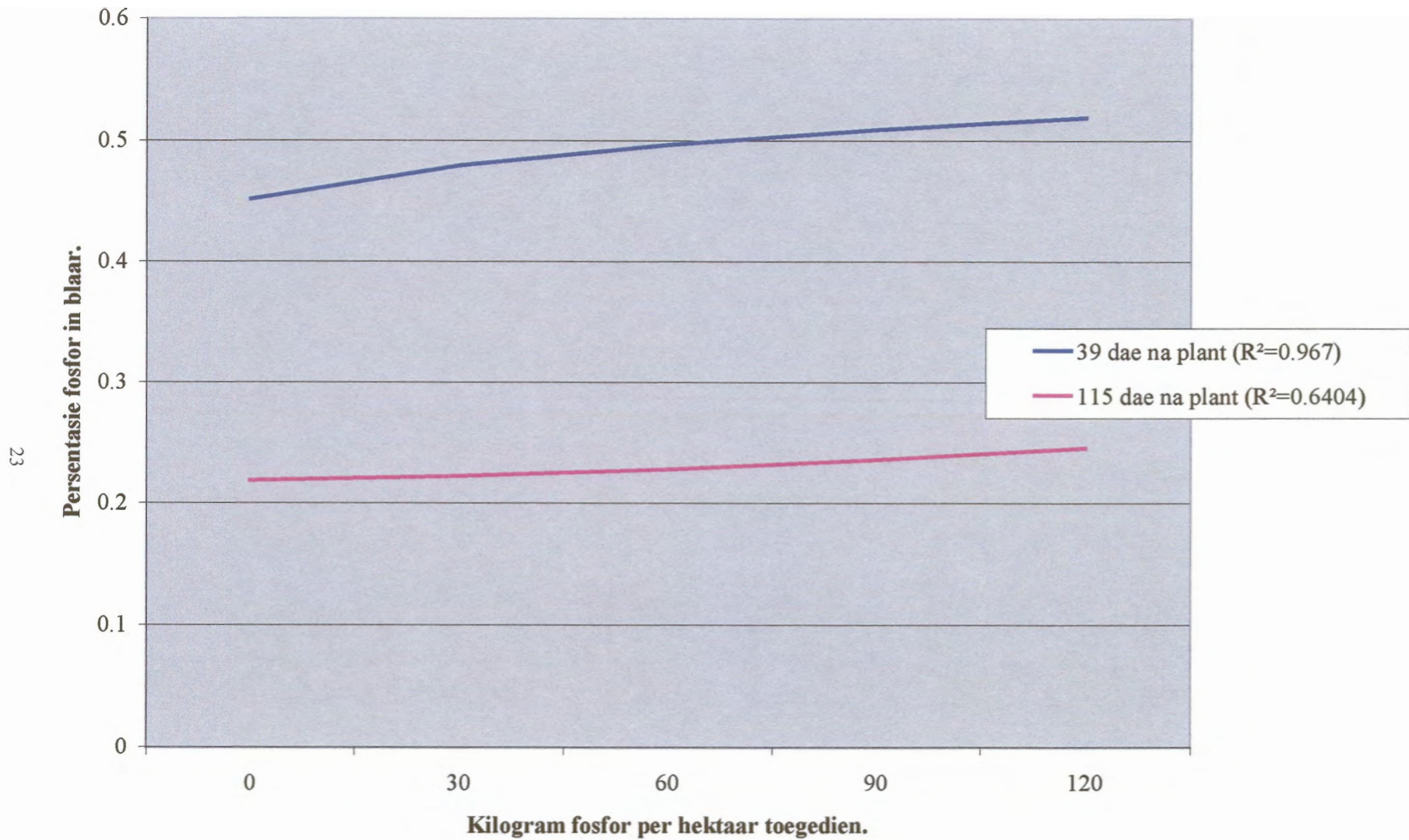
Volgens die variansie-analise (Bylaag 6k) is daar geen betekenisvolle verskille tussen die verskillende behandelings nie. In Figuur 2 word die invloed van die verskillende behandelings grafies voorgestel. Wat egter hier duidelik is, is dat daar by diepwerking 'n duidelike toename in P-opname was teenoor die konvensionele bewerking.

a. Invloed van P-bemesting (115 dae)

Alhoewel nie betekenisvol nie is daar 'n tendens van toenemende fosforkonsentrasie met 'n toename in fosfor voorsiening. Dit stem ooreen met Whitty *et al.* (1966) wat onder veldtoestande bevind het dat 'n verhoging van fosforvlakke in die wortelsone, slegs 'n klein effek op die fosforinhoud van gedroogde tabakblare het. Die swak reaksie op fosfor voorsiening kan beteken dat daar voldoende fosfor in die grond was soos wat die grondontleding in Bylaag 2a aantoon. Die verskille in P-inhoud van die blare op 39 en 115 dae word in Figuur 3 aangetoon. Hieruit is dit duidelik dat die P-inhoud baie verlaag het soos wat die plant 'n volgroei stadium bereik het. Die verlaging is waarskynlik veroorsaak deurdat die fosfor verdun is in die groter volume blare, of moontlik omdat wortels nie genoeg fosfor kan opneem nie.

b. Invloed van kalsium (115 dae)

Soos op 39 dae na plant het die kalsiumbehandeling weereens geen invloed op die persentasie fosfor gehad nie (Bylaag 6k).



FIGUUR 3: Gemiddelde persentasie fosfor in die blaar teenoor die verskillende fosforbehandelings en dae van monsterneming by Lokaliteit 1.

c. Invloed van bewerking (115 dae)

Die bewerkings aksie het geen verandering op die persentasie fosfor gehad nie. Tog blyk dit by die skeurploegbewerking dat die persentasie P toeneem met 'n toename in fosfor bemesting, teenoor die konvensionele bewerking waar daar geen toenemende tendens is nie. Sien Tabel 2.

TABEL 2 Die gemiddelde persentasie fosfor in die blare op 115 dae na plant soos beïnvloed deur die verskillende behandelings.

		3 ton gips.ha ⁻¹	0 ton gips.ha ⁻¹	Gemiddeld
Skeurploeg	0 kg P.ha ⁻¹	0.197	0.207	0.202
	30 kg P.ha ⁻¹	0.243	0.240	0.242
	60 kg P.ha ⁻¹	0.213	0.207	0.210
	90 kg P.ha ⁻¹	0.253	0.243	0.248
	120 kg P.ha ⁻¹	0.267	0.257	0.262
	Gemiddeld skeurploeg		0.235	0.231
Konvensioneel	0 kg P.ha ⁻¹	0.230	0.230	0.230
	30 kg P.ha ⁻¹	0.237	0.213	0.225
	60 kg P.ha ⁻¹	0.227	0.223	0.225
	90 kg P.ha ⁻¹	0.223	0.243	0.233
	120 kg P.ha ⁻¹	0.233	0.227	0.230
	Gemiddeld konvensioneel		0.230	0.227
Gemiddeld		0.232	0.229	0.231

KV = 13.06% R² = 48%

Weens 'n gebrek aan betekenisvolle reaksie van P-opname met die verskillende behandelings beperk ander faktore dat die persentasie fosfor in die blaar 'n hoër vlak bereik. Dit kan 'n moontlike genetiese eienskap van die betrokke kultivar wees wat verhoed dat hoë fosforvlakke bereik word (McCants & Woltz, 1967). Weens die hoër as gemiddelde reënval is wortelontwikkeling minder gestimuleer. Gandeza en Briones (1986) het by alle gronde bevind dat P-opname afneem met 'n toename in waterspanning, selfs met 'n toename in P-toediening. Die afleiding kan gemaak word dat by lae grondwaterinhoude, plante nie so geredelik P

opneem nie. Daarom kan P-tekorte selfs geïnduseer word by 'n hoë P-toediening as die grondwaterinhoud laag is.

3.1.1.5 Persentasie N, K, Ca en Mg in die blaar op 115 dae na plant

Variansie-analises wat op die persentasie N, Ca en Mg in die blare op 115 dae na plant gedoen is toon geen betekenisvolle verskille deur die onderskeie behandelings nie en word in Bylaag 6l, 6n en 6o aangetoon. Volgens Bylaag 6m het die 3 ton gips behandeling hoogs betekenisvol 'n hoër persentasie K in die blaar tot gevolg gehad. Dit is in teenstelling met wat op 39 dae gekry is waar die persentasie K hoogs betekenisvol hoër was waar geen gips toegedien is nie. Dit kan moontlik daaraan toegeskryf word dat die hoër Ca, die K op die uitruilkompleks verplaas het met gevolglik 'n hoër konsentrasie kalium in die grondoplossing wat meer gereedelik vir die plante beskikbaar was.

3.1.1.6 Konsentrasie Cu, Fe, Mn en Zn in die blaar op 115 dae na plant

Die 3 ton gips behandeling het hoogs betekenisvol 'n hoër konsentrasie koper in die blaar tot gevolg gehad en word in die variansie-analise tabel in Bylaag 6p aangetoon. Die reaksie kan egter nie sinvol verklaar word nie. Volgens die variansie-analises van die konsentrasie yster, mangaan en sink in Bylae 6q, 6r en 6s was daar geen betekenisvolle verskille as gevolg van die behandelings nie.

3.1.2 Lokaliteit 2 (Bochjeskop)

Die opbrengs (kg/hektaar), kwaliteit (sent/kg), inkomste per hektaar en die chemiese analise van die groenblare op 120 dae na plant word in Bylaag 4a en 3c aangetoon.

3.1.2.1 Opbrengs

Die resultate vir die opbrengs word in 'n variansie-analise tabel in Bylaag 6t aangetoon. Die koëffisiënt van variasie van 20.05% blyk ietwat aan die hoë kant te wees. Die bepaaldheidskoëffisiënt (R^2) van 45% is nie goed nie en dui daarop dat 55% van die variasie in hierdie eksperiment nie aan die behandelings toegeskryf kan word nie.

a. Invloed van P-bemesting (opbrengs)

Deurdat die fosforbehandelings nie betekenisvol van mekaar verskil nie, dui daarop dat daar voldoende fosfor in die grond is soos in Bylaag 2b aangetoon en dat fosfor dus nie die beperkende faktor op hierdie lokaliteit is nie. Whitty *et al.* (1966) het ook nie 'n betekenisvolle verskil in opbrengs op Burley tabak gekry met fosfor peile van 49 tot 1 577 kilogram per hektaar nie.

b. Invloed van kalsium (opbrengs)

Volgens Bylaag 6t het die toediening van gips die opbrengs (kg/ha) betekenisvol verhoog. Die gemiddelde opbrengs (kg/ha) vir die kalsiumbehandelings word in Tabel 3 aangetoon. Die kleinste betekenisvolle verskil volgens die Tukey-toets is 191.48 vir die 5% betekenispeil. Daar kan dus met 95% sekerheid gesê word dat die 3 ton gips wat per hektaar toegedien is, 'n hoër opbrengs tot gevolg gehad het as waar geen gips toegedien is nie. In Figuur 4 word hierdie bevinding aangetoon. 'n Verhoging in die kalsiuminhoud van die grond het 'n hoër opbrengs opgelewer wat daarop kan dui dat die 275 dpm Ca in die grond nie voldoende was nie.

TABEL 3 Die gemiddelde opbrengs (kg/ha) vir die twee kalsiumbehandelings.

Gips toediening (ton/ha)	Gemiddelde opbrengs (kg/ha)
0	1692.09
3	1937.96

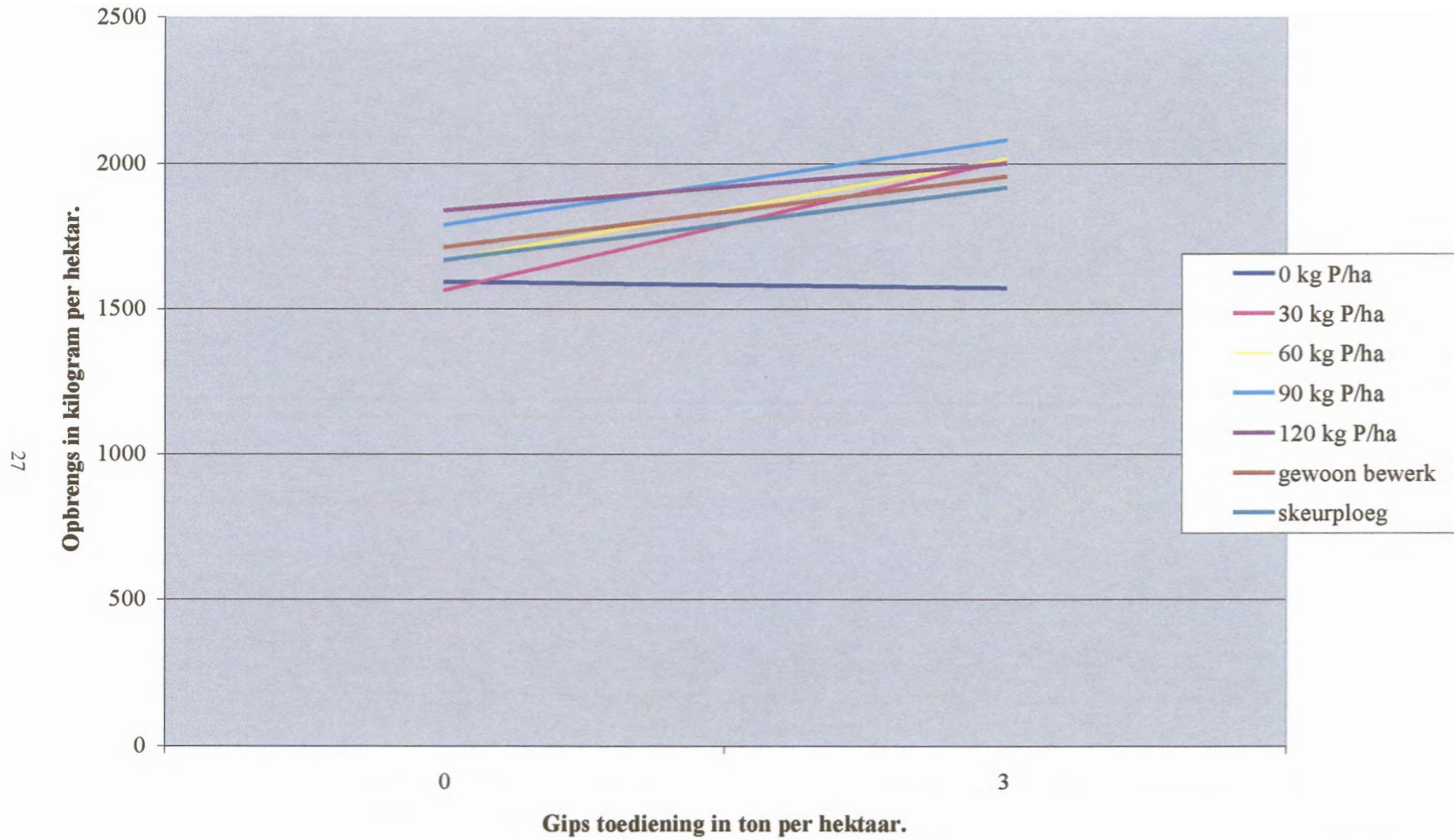
$KBV_T = 191.48 (0.05)$ $KV = 20.05\%$

c. Invloed van bewerking (opbrengs)

Die skeurploeg bewerking het ook nie 'n betekenisvolle verskil opgelewer nie omdat verdigting nie so 'n ernstige probleem in gronde met 'n hoë klei-inhoud is nie.

3.1.2.2 Kwaliteit

Die resultate vir die kwaliteit word in 'n variansie-analise tabel in Bylaag 6u aangetoon. Die koëffisiënt van variansie van 13.24% is aanvaarbaar as in ag geneem word dat biologiese



FIGUUR 4:Die invloed van die bewerking en fosforbehandelings teenoor die twee kalsiumbehandelings, op die opbrengs van Lokaliteit 2.

variasie en omgewingstoestande dit grootliks beïnvloed. Die R^2 -waarde van 69% is relatief goed, wat daarop dui dat slegs 31% van die variasie in hierdie eksperiment nie aan die behandelings toegeskryf kan word nie.

a. Invloed van P-bemesting (kwaliteit)

In hierdie geval het fosfor nie 'n invloed op kwaliteit gehad nie. Dit stem ooreen met bevindings van Lamarre en Cescas (1978) wat onder soortgelyke toestande ook gevind het dat fosfor geen effek op die kwaliteit (graadindeks) en opbrengs van tabak het nie.

b. Invloed van kalsium (kwaliteit)

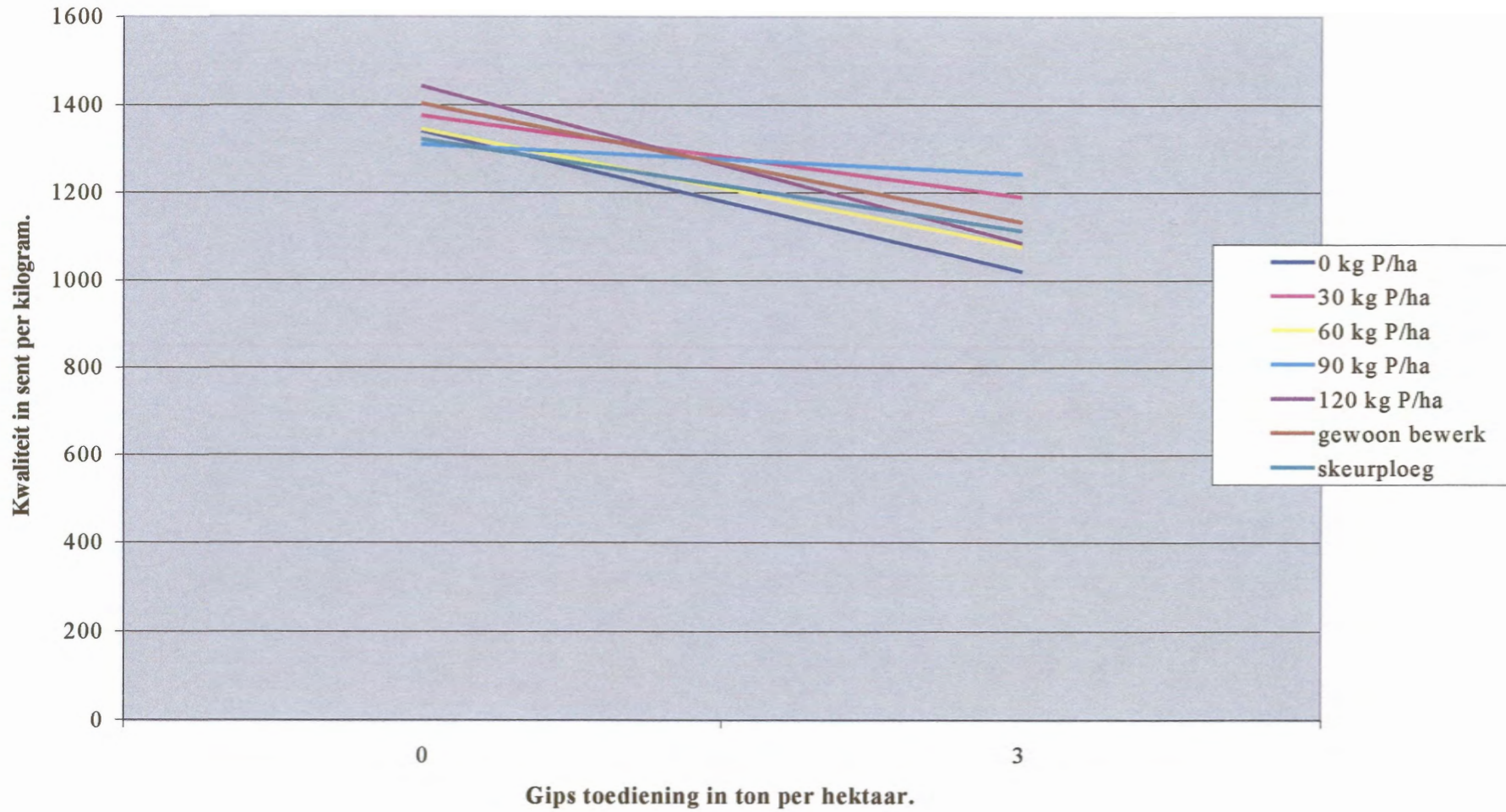
Volgens die variansie-analise (Bylaag 6u) is dit slegs die kalsiumbehandeling wat 'n hoogs betekenisvolle verskil het. Die gemiddelde kwaliteit (sent/kg) waardes vir die twee kalsiumbehandelings word in Tabel 4 aangetoon. Die kleinste betekenisvolle verskil volgens die Tukey-toets vir die twee kalsiumbehandelings is 116.54 vir die 1% betekenispeil. Daar kan dus met 99% sekerheid gesê word dat die 3 ton gips wat per hektaar toegedien is 'n afname in kwaliteit tot gevolg gehad het soos in Tabel 4 en Figuur 5 gesien kan word.

TABEL 4 Die gemiddelde kwaliteit (sent/kg) vir die twee kalsiumbehandelings.

Gips toediening ton / ha	Gemiddelde kwaliteit (sent/kg)
0	1362.96
3	1123.94

$KBV_T = 116.54 (0.01)$ $KV = 13.24\%$

Die afname in kwaliteit met die 3 ton gips behandeling kan moontlik toegeskryf word aan Ca-P interaksie in die grond waar die hoër kalsium in die grond, as gevolg van die gips toediening, veroorsaak het dat lae oplosbare kalsiumfosfaat gevorm het. Volgens Mengel en Kirkby (1987) is hoër Ca^{2+} konsentrasies in die grondoplossing by 'n hoër pH bevorderlik vir die presipitasie van kalsiumfosfate. As gevolg van hierdie reaksie is daar minder fosfor beskikbaar vir die plant by die gips toediening. Dit kan ook gesien word in Tabel 5 waar die persentasie fosfor in die blaar laer is by die gips toediening. 'n Tweede moontlikheid is dat die hoër kalsium in die



FIGUUR 5:Die invloed van die bewerking en fosforbehandelings teenoor die twee kalsiumbehandelings, op die kwaliteit van Lokaliteit 2.

grond veroorsaak dat die suikerinhoud in die tabak verhoog het en so die kwaliteit daarvan laat afneem het. Tso en Sorokin (1963) het bevind dat 'n verhoging van kalsium in 'n sandkultuur eksperiment die suikerkonsentrasie in die tabakblare verhoog het. Elliot en Birch (1958) het 'n omgekeerde verwantskap tussen die kalsiuminhoud en kwaliteit van oonddroog tabak gevind, wat in Kanada verbou is. Volgens Lamarre en Cescas (1978) het fosfor geen effek op die kwaliteit van tabak gehad nie.

c. Invloed van bewerking (kwaliteit)

In hierdie geval het bewerking ook geen invloed op kwaliteit gehad nie omdat verdigting nie so 'n ernstige probleem in gronde met 'n hoë klei-inhoud is nie.

3.1.2.3 Inkomste per hektaar

Die variansie-analise wat op die inkomste per hektaar gedoen is toon geen betekenisvolle verskille nie (Bylaag 6v). Op die bepaalde lokaliteit is daar dus geen sin in om hoë fosfor toe te dien nie omdat dit nie 'n verskil in inkomste per hektaar tot gevolg het nie.

3.1.2.4 Persentasie fosfor in die blaar op 120 dae na plant

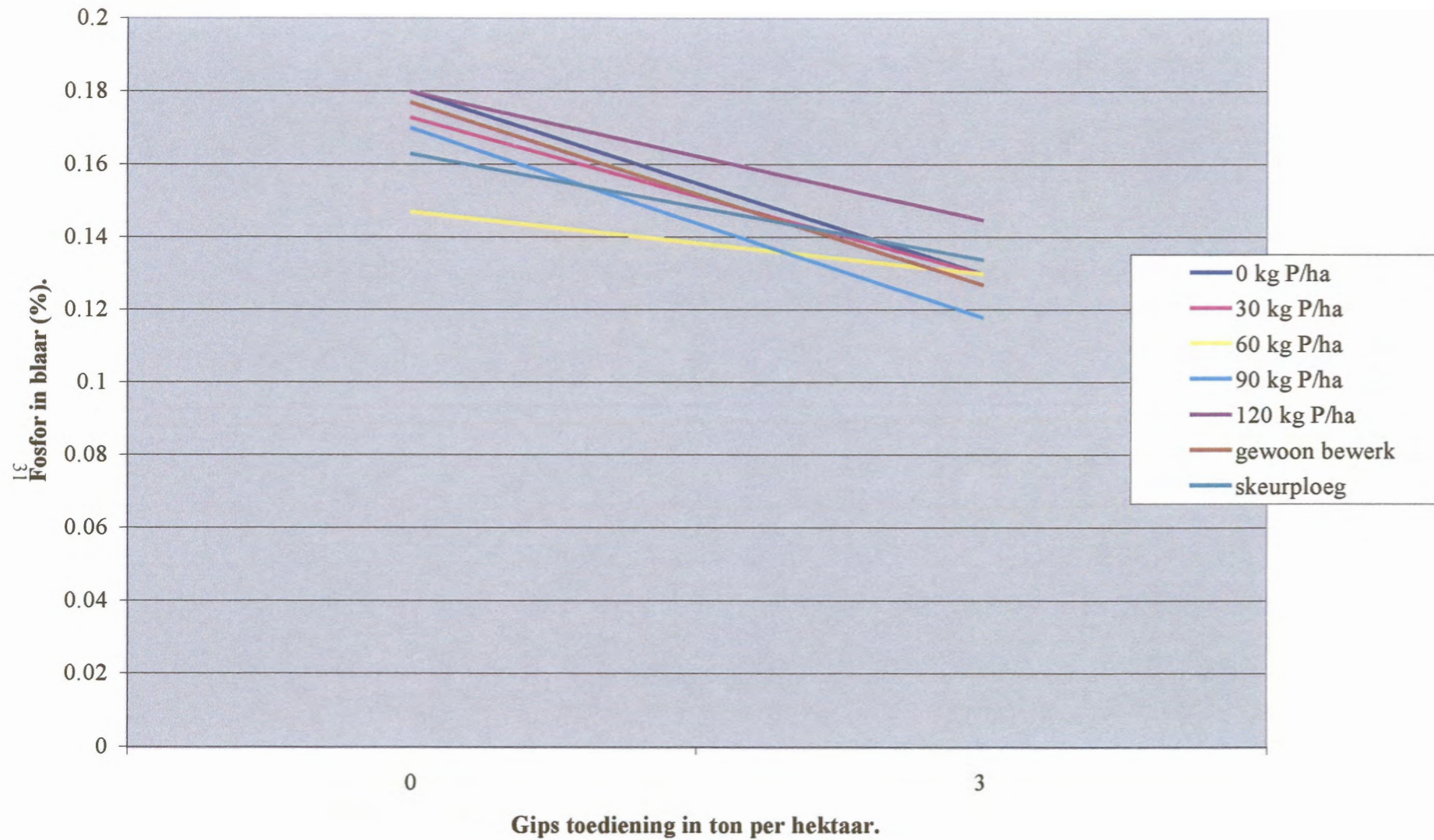
Die resultate vir die persentasie fosfor in die groen blare op 120 dae na plant word in 'n variansie-analise tabel in Bylaag 6w aangetoon. Die koëffisiënt van variasie van 16.41% is aanvaarbaar as in ag geneem word dat biologiese variasie en omgewingstoestande dit grootliks beïnvloed. Die R^2 -waarde van 67% is relatief goed, wat daarop dui dat slegs 33% van die variasie in hierdie eksperiment, nie aan die behandelings toegeskryf kan word nie.

a. Invloed van P-bemesting (120 dae)

Die verskillende P-bemestingspeile het geen statistiese verskille op die persentasie fosfor in die blaar gehad nie.

b. Invloed van kalsium (120 dae)

Die gemiddelde persentasie fosfor in die blare op 120 dae na plant vir die twee kalsium behandelings word in Tabel 5 aangetoon. Volgens die Tukey-toets verskil slegs die twee kalsiumbehandelings hoogs betekenisvol van mekaar en dit kan ook grafies in Figuur 6 gesien



FIGUUR 6: Die invloed van die bewerking en fosforbehandelings teenoor die twee kalsiumbehandelings, op die persentasie fosfor in die blaar 120 dae na plant by Lokaliteit 2.

word. Die 0 ton gips behandeling het 'n hoër persentasie fosfor in die blaar, as die behandeling waar 3 ton gips per hektaar toegedien is. Dit kan moontlik toegeskryf word aan die feit dat waar die gips toegedien is, die addisionele kalsium met die fosfor in die grond reageer om byvoorbeeld oktakalsiumfosfaat te vorm met 'n laer oplosbaarheid (Talibudeen, 1981). Kamprath (1971) skryf ook verminderde P absorpsie toe aan die vorming van lae oplosbare kalsiumfosfate. 'n Ander bydraende invloed is dat die 3 ton gips 'n hoër opbrengs gelewer het en gevolglik 'n sekere mate van 'n verdunningseffek ten op sigte van fosfor tot gevolg gehad het.

TABEL 5 Die gemiddelde persentasie fosfor in die blare vir die twee kalsiumbehandelings.

Gips toediening ton / ha	P (%)
0	0.170
3	0.131

$KBV_T = 0.013 (0.05)$ $KV = 16.41\%$

c. Invloed van bewerking (120 dae)

Bewerking het geen invloed op die persentasie fosfor in die blaar gehad nie.

3.1.2.5 Persentasie N, K, Ca, Mg en SO₄ in die blaar op 120 dae na plant.

Die persentasie N, K, Ca, Mg en SO₄ in die blare op 120 dae na plant vir die verskillende behandelings word in Bylaag 3c aangetoon. In Bylaag 6x tot 6ab word die variansie-analises van die verskillende behandelings op hierdie elemente aangetoon.

a. Invloed van P-bemesting (120 dae)

Die verskillende fosfor bemestingspeile het geen betekenisvolle verskille op die persentasie N, K, Mg en SO₄ in die blaar gehad nie. By die 60 kg P.ha⁻¹ was die persentasie Ca betekenisvol hoër as die 120 kg P.ha⁻¹ behandeling. In die geheel was daar eers 'n toenemende en later 'n afnemende tendens met toenemende P-toedienings soos in Tabel 6 gesien kan word. Dit blyk

hieruit dat die hoër P-behandelings 'n negatiewe effek op die persentasie Ca in die plante gehad het.

TABEL 6 Die gemiddelde persentasie kalsium in die blare op 120 dae na plant soos beïnvloed deur die fosforbehandelings.

Fosfor toediening kg / ha	Ca (%)
0	1.268
30	1.348
60	1.491
90	1.479
120	1.260

$KBV_T = 0.230 (0.05)$ $KV = 14.24\%$

b. Invloed van kalsium (120 dae)

Die behandeling waar 3 ton gips per hektaar toegedien is, het betekenisvol hoër persentasies N, K, Ca en SO_4 tot gevolg gehad teenoor die behandeling waar daar geen gips toegedien is nie. By die Ca en SO_4 kan dit direk aan die 3 ton gips toegeskryf word. Die hoër persentasie K is die moontlike gevolg dat die hoër Ca, die K op die uitruilkompleks verplaas het met gevolglik 'n hoër konsentrasie kalium in die grondoplossing wat makliker deur die plant opgeneem kan word. Verder het die kalsiumbehandelings geen invloed op die persentasie Mg gehad nie. 'n Belangrike aspek van die bevindings is dat Ca nie die K-of Mg-opname onderdruk het nie, maar eerder die teenoorgestelde plaasgevind het. In die praktyk word baie keer spesifiek na die Ca:Mg en (Ca+Mg):K verhoudings verwys. In die geval blyk dit van minder belang te wees.

c. Invloed van bewerking (120 dae)

Die bewerkingsbehandelings het geen verskille ten opsigte van die persentasie N, K, Ca, Mg en SO_4 in die blaar gehad nie omdat verdigting nie so 'n ernstige probleem in gronde met 'n hoë klei-inhoud is nie.

3.1.2.6 Konsentrasie Cu, Fe, Mn en Zn in die blaar op 120 dae na plant

Die invloed van die verskillende behandelings op die konsentrasie Cu, Fe, Mn en Zn word in die variansie-analises in Bylaag 6ac tot 6af aangetoon. In Bylaag 3c word die konsentrasie Cu, Fe, Mn, en Zn in die blare op 120 dae na plant vir die verskillende behandelings aangetoon. Die fosfor-en bewerkingsbehandelings het geen betekenisvolle verskille tot gevolg gehad nie.

a. Invloed van kalsium (120 dae)

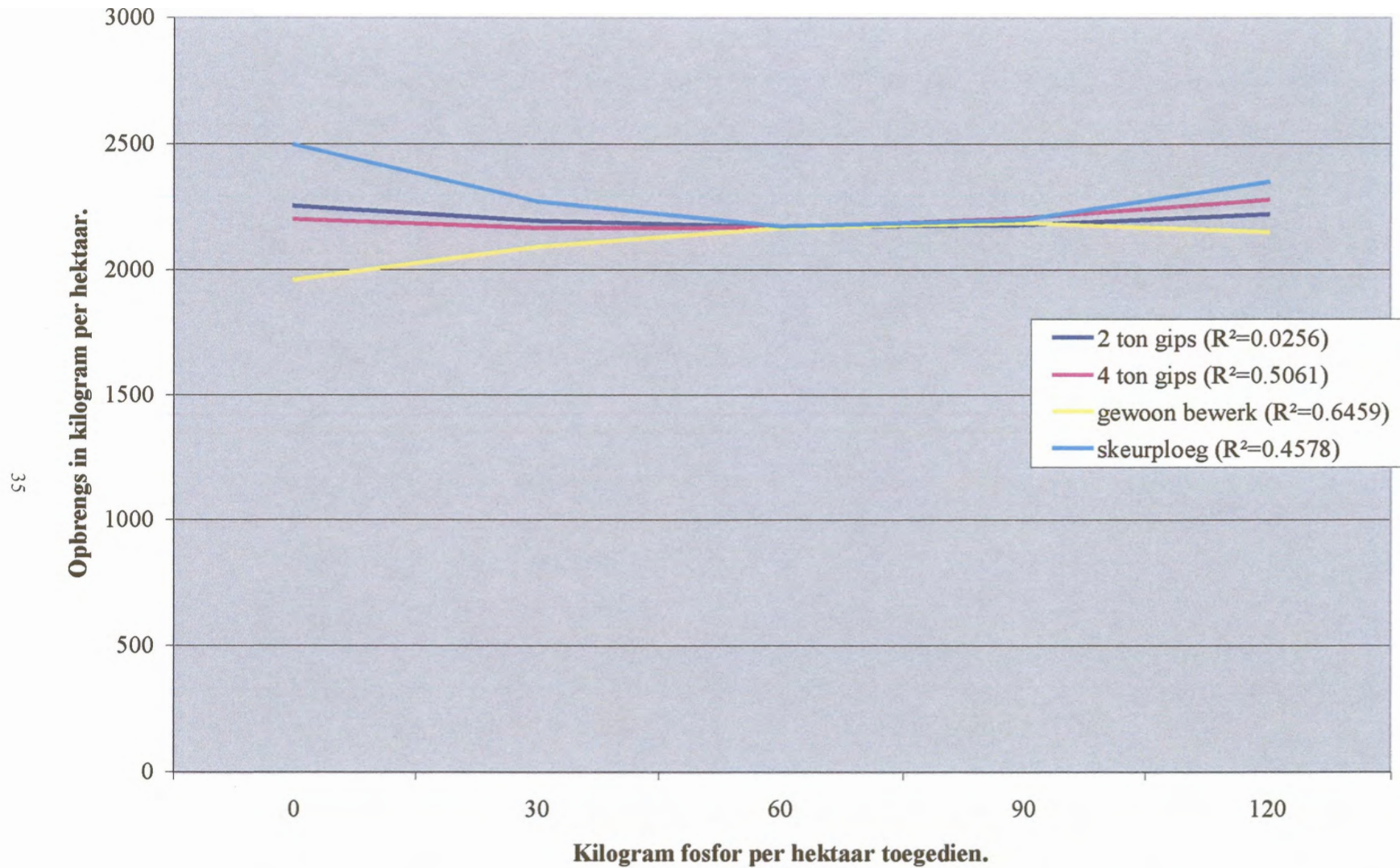
Die 3 ton gips per hektaar behandeling het die konsentrasie Cu en Mn in die blaar betekenisvol verhoog. Die konsentrasie Fe is deur die 3 ton gips verlaag en die konsentrasie Zn het geen betekenisvolle verskille getoon nie. Geen sinvolle verklaring kan vir die verskille gegee word nie.

3.1.3 Lokaliteit 3 (Proefplaas)

Die opbrengs (kg/hektaar), kwaliteit (sent/kg) en persentasie fosfor in die groen en gedroogde blare word in Bylaag 4b en Bylaag 3d en 3e aangetoon.

3.1.3.1 Opbrengs

Die resultate vir die opbrengs word in 'n variansie-analise tabel in Bylaag 6ag aangetoon. Die koëffisiënt van variasie van 25.01% blyk ietwat aan die hoë kant te wees. Biologiese variasie, sowel as omgewingstoestande kan waarskynlik grootliks hiertoe bygedra het. Die R^2 -waarde van 37% is nie goed nie. Dit dui daarop dat 63% van die variasie in hierdie eksperiment, nie aan die behandelings toegeskryf kan word nie. Die gemiddelde opbrengs soos beïnvloed deur die verskillende behandelings word in Tabel 7 en Figuur 7 aangetoon.



FIGUUR 7: Die invloed van die bewerking-en kalsiumbehandelings by die verskillende fosforbehandelings, op die opbrengs van tabak by Lokaliteit 3.

TABEL 7 Die gemiddelde opbrengs (kg/hektaar) vir die verskillende behandelings.

Behandeling	Gemiddelde opbrengs (kg/hektaar)
Kalsium:	$KBV_T = 290.28 (0.05)$
2 ton gips	2 206.3
4 ton gips	2 206.9
Bewerking:	$KBV_T = 290.28 (0.05)$
konvensioneel	2 112.6
skeurploeg	2 300.6
Fosfor:	$KBV_T = 651.05 (0.05)$
0 kg/ha	2 256.0
30 kg/ha	2 160.2
60 kg/ha	2 086.1
90 kg/ha	2 333.2
120 kg/ha	2 197.6

$KV = 25.01\%$

Weens die koëffisient van variasie van 25.01% en die bepaaldheidskoëffisiënt (R^2) van 0.37 was daar min betekenisvolle verskille waargeneem as gevolg van die behandelings.

a. Invloed van P-bemesting (opbrengs)

Die fosforbehandelings dui daarop dat die verskillende P-peile nie 'n invloed op die opbrengs gehad het nie. By die fosforbehandelings kan Liebig se wet van die minimum (Gardner *et al.*, 1985) toegepas word, omdat fosfor in hierdie geval nie die beperkende faktor vir opbrengs was nie. Die resultate van die fosforbehandelings bevestig die vermoede dat te veel fosfor deur tabakprodusente toegedien word. Dit sluit aan by die bevinding van Boshoff *et al.* (1993) wat ook die hoë toedienings van fosfor op die ligte sandgronde van die Nelspruit omgewing bevraagteken. Lamarre en Cescas (1978) het bevind dat fosfor geen effek op opbrengs en die kwaliteit (graadindeks) van tabak gehad het nie. Whitty *et al.* (1966) het dieselfde met opbrengs by Burley tabak bevind.

b. Invloed van kalsium (opbrengs)

Die 2 en 4 ton gipsbehandelings het dieselfde opbrengs opgelewer. Dit kan wees dat met die 2 ton gipsbehandeling die beperkende faktor van kalsium opgehef is en die 4 ton gips behandeling daarom geen verskil getoon het nie. Hierdie aanname word gemaak na aanleiding van Liebig se wet van die minimum (Gardner *et al.*, 1985).

c. Invloed van bewerking (opbrengs)

Die opbrengs by die skeurploegbehandeling was wel 8.9% hoër as by die konvensionele behandeling, maar nie statisties betekenisvol nie. Die moontlike rede is die verbouingspraktyke wat in die praktyk gevolg word. Nadat daar geskeurploeg en geplant is word daar tot 4 keer of meer met die trekker oor die land gery. Al hierdie ryery het tot gevolg dat die grond weer vasgetrap en verdig word. Volgens Hillel (1982) en Krause *et al.* (1984) veroorsaak die eerste rit van die wiel oor die primêre bewerkte oppervlak sowat 90% van die algehele kompaksie en verdere verkeer slegs 10% van die totale kompaksie.

3.1.3.2 Kwaliteit

Die resultate vir die kwaliteit word in 'n variansie-analise tabel in Bylaag 6ah aangetoon. Die koëffisiënt van variasie van 14.30% is aanvaarbaar as in ag geneem word dat biologiese variasie van omgewingstoestande dit grootliks beïnvloed. Die R^2 -waarde van 72% is relatief goed, wat daarop dui dat slegs 28% van die variasie in hierdie eksperiment, nie aan die handelings toegeskryf kan word nie.

a. Invloed van P-bemesting (kwaliteit)

Die fosforbehandelings het nie 'n betekenisvolle verskil op die kwaliteit van die tabak gehad nie. Dieselfde is by lokaliteit 2 bevind ten opsigte van fosfor. Die 33 mg/kg P (Ambic 1) is soos voorheen vermeld en ook volgens bevindings van Boshoff *et al.* (1993) en Lamarre en Cescas (1978) reeds voldoende.

b. Invloed van kalsium (kwaliteit)

In teenstelling met lokaliteit 2 het die kalsiumbehandelings nie 'n betekenisvolle verskil op die kwaliteit van die tabak gehad nie, alhoewel die 4 ton gips se kwaliteit beter as die 2 ton gips

behandeling was. Dit is moeilik om te verklaar waarom op die lokaliteit met soortgelyke kalsiuminhoud as lokaliteit 2, hier nie die kwaliteit benadeel het nie, afgesien daarvan dat hier meer gips (2 en 4 teenoor 0 en 3 ton/ha) toegedien is.

c. Invloed van bewerking (kwaliteit)

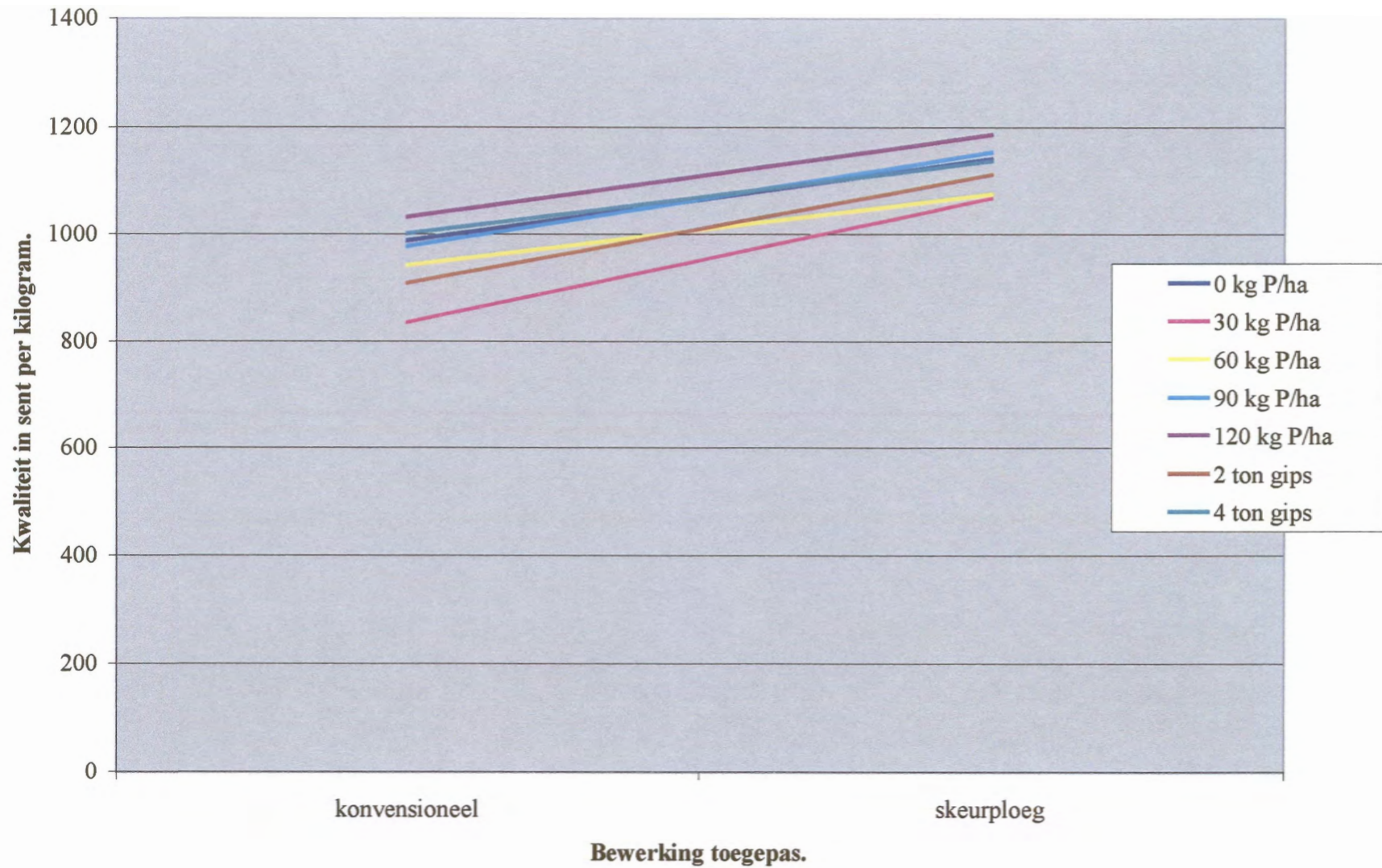
Uit die variansie-analise is dit slegs die bewerking wat 'n hoogs betekenisvolle verskil getoon het. Hierdie verskil is sigbaar in Figuur 8. Die gemiddelde waardes vir die twee bewerkingsbehandelings word in Tabel 8 aangetoon. Die kleinste betekenisvolle verskil volgens die Tukey-toets vir die twee bewerkingsbehandelings is 105.35 vir die 1% betekenispeil. Daar kan dus met 99% sekerheid gesê word dat die skeurploegbehandeling 'n hoër prys per kilogram tabak gelewer het as die konvensionele bewerking.

TABEL 8 Die gemiddelde prys in sent per kilogram tabak vir die twee bewerkingsbehandelings.

Bewerking	Die gemiddelde waarde in sent per kilogram tabak
Konvensioneel	955.97
Skeurploeg	1125.91

$KBV_T = 105.35 (0.01)$ $KV = 14.30\%$

Die skeurploegbehandeling het 'n verhoging van 17.8% in die waarde per kilogram tabak gehad, in vergelyking met die konvensionele bewerking. By die opbrengs van hierdie lokaliteit was daar 'n verhoging van 8.9% met die skeurploegbewerking. Dit het 'n gesamentlike verhoging van 28.3% in die Rand-waarde per hektaar tot gevolg. Op hierdie lokaliteit blyk verdigting wel 'n probleem te wees soos deur Le Roux *et al.* (1999) gestel is, maar wat met sukses deur 'n skeurploegbewerking verbeter is.



FIGUUR 8: Die invloed van die kalsium- en fosforbehandelings by die twee bewerkingsbehandelings, op die kwaliteit by Lokaliteit 3.

3.1.3.3 Inkomste per hektaar

Die invloed van die verskillende behandelings op die inkomste per hektaar in Rand, word in die variansie-analise tabel in Bylaag 6ai aangetoon. Die koëffisiënt van variasie is 26.77% en die bepaaldheidskoëffisiënt (R^2) is 60%.

a. Invloed van P-bemesting en kalsium (R/ha)

Die verskillende fosforbehandelings asook die twee kalsiumbehandelings het geen invloed op die inkomste per hektaar gehad nie.

b. Invloed van bewerking (R/ha)

Die skeurploegbehandeling het hoogs betekenisvol die hoogste inkomste per hektaar opgelewer, met 'n verhoging van 28.3%. Dit is as gevolg daarvan dat die skeurploegbehandeling beide die opbrengs en kwaliteit betekenisvol verhoog het. In Tabel 9 word die inkomste per hektaar wat met die twee bewerkings verkry is aangetoon. Op hierdie lokaliteit blyk verdigting wel 'n probleem te wees soos deur Le Roux *et al.* (1999) gestel is, maar wat winsgewend met 'n skeurploeg bewerking verbeter is.

TABEL 9 Die gemiddelde inkomste in Rand per hektaar vir die twee bewerkingsbehandelings.

Bewerking	Die gemiddelde inkomste in Rand per hektaar
Konvensioneel	20 085
Skeurploeg	25 920

$KBV_T = 3\ 238$

$KV = 26.77\%$

3.1.3.4 Persentasie fosfor in blaar op 116 dae na plant

Die persentasie fosfor in die groen blare op 116 dae na plant word in 'n variansie-analise tabel in Bylaag 6aj aangetoon. Die koëffisiënt van variasie van 13.00% is aanvaarbaar as in ag geneem word dat biologiese variasie en omgewingstoestande dit grootliks beïnvloed. Die R^2 -waarde van 67% is relatief goed, wat daarop dui dat slegs 33% van die variasie in hierdie eksperiment, nie aan die behandelings toegeskryf kan word nie.

a. Invloed van P-bemesting (116 dae)

Volgens die variansie-analise het die fosforbehandelings die P-inhoud van die blare betekenisvol verhoog. Die gemiddelde persentasie fosfor in die blare vir die fosforbehandelings word in Tabel 10 en Figuur 9 aangetoon.

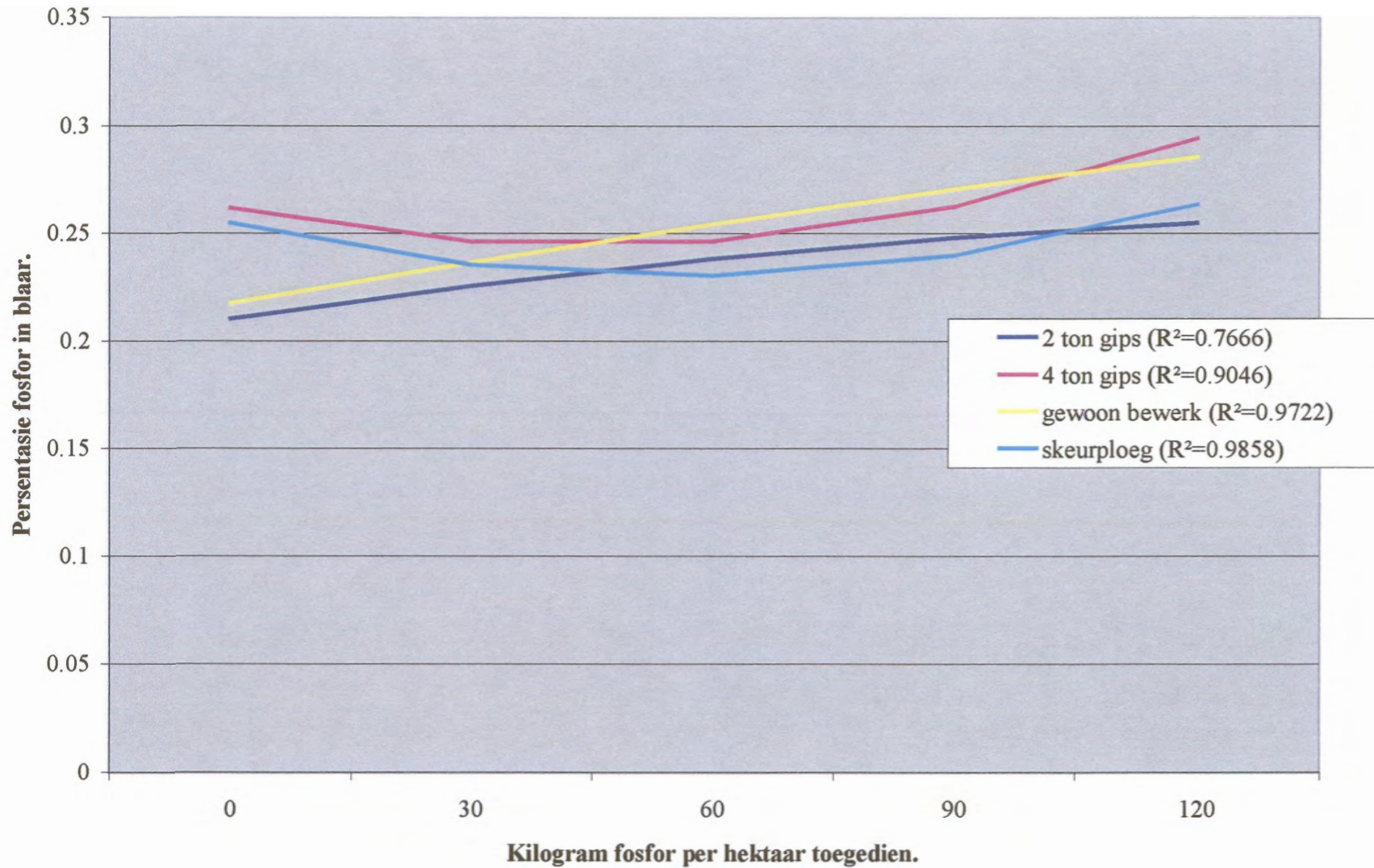
TABEL 10 Die gemiddelde persentasie fosfor in die blare vir die vyf verskillende fosforpeile.

Fosfor (kg/ha)	P (%)
0	0.238
30	0.233
60	0.247
90	0.254
120	0.275

$KBV_T = 0.038 (0.05)$ $KV = 13.00\%$

Alhoewel toenemende fosfortoedienings die P-inhoud van die blare betekenisvol verhoog het, het dit nie 'n invloed op die kwaliteit gehad nie. Dit is dus te betwyfel of die hoë fosfortoedienings ekonomies regverdigbaar is. Waar Whitty *et al.* (1966) tussen 49 en 1 577 kilogram fosfor per hektaar toegedien het, het die fosforinhoud van die gedroogde blare van slegs 0.21 tot 0.26 persent verhoog, wat die bevindings bevestig. Deel van die swak reaksie op die fosfortoedienings kan toegeskryf word aan die P-ontleding van die grond van 33 mg P per kilogram grond wat blykbaar reeds voldoende is vir tabak en die lae pH van 4.4 (Bylaag 2c).

Alhoewel nie altyd betekenisvol nie, het 'n verhoging in die hoeveelheid fosfor wat toegedien is, 'n verhoging in die persentasie fosfor in die blare tot gevolg gehad. Hierdie toename in P het egter nie die kwaliteit of opbrengs betekenisvol verhoog nie.



FIGUUR 9: Die invloed van die bewerking- en kalsiumbehandelings by die verskillende fosforbehandelings, op die persentasie fosfor in die blaar 116 dae na plant by Lokaliteit 3.

b. Invloed van kalsium (116 dae)

Uit die variansie-analise het die kalsium en kalsium-bewerkings interaksie hoogs betekenisvol van mekaar verskil. Die invloed van kalsium word onder punt *d* met die kalsium-bewerkings interaksie bespreek.

c. Invloed van bewerking (116 dae)

Uit die variansie-analise het bewerking geen betekenisvolle verskil op die persentasie fosfor in die blaar op 116 dae na plant gehad nie.

d. Kalsium-bewerkings interaksie (116 dae)

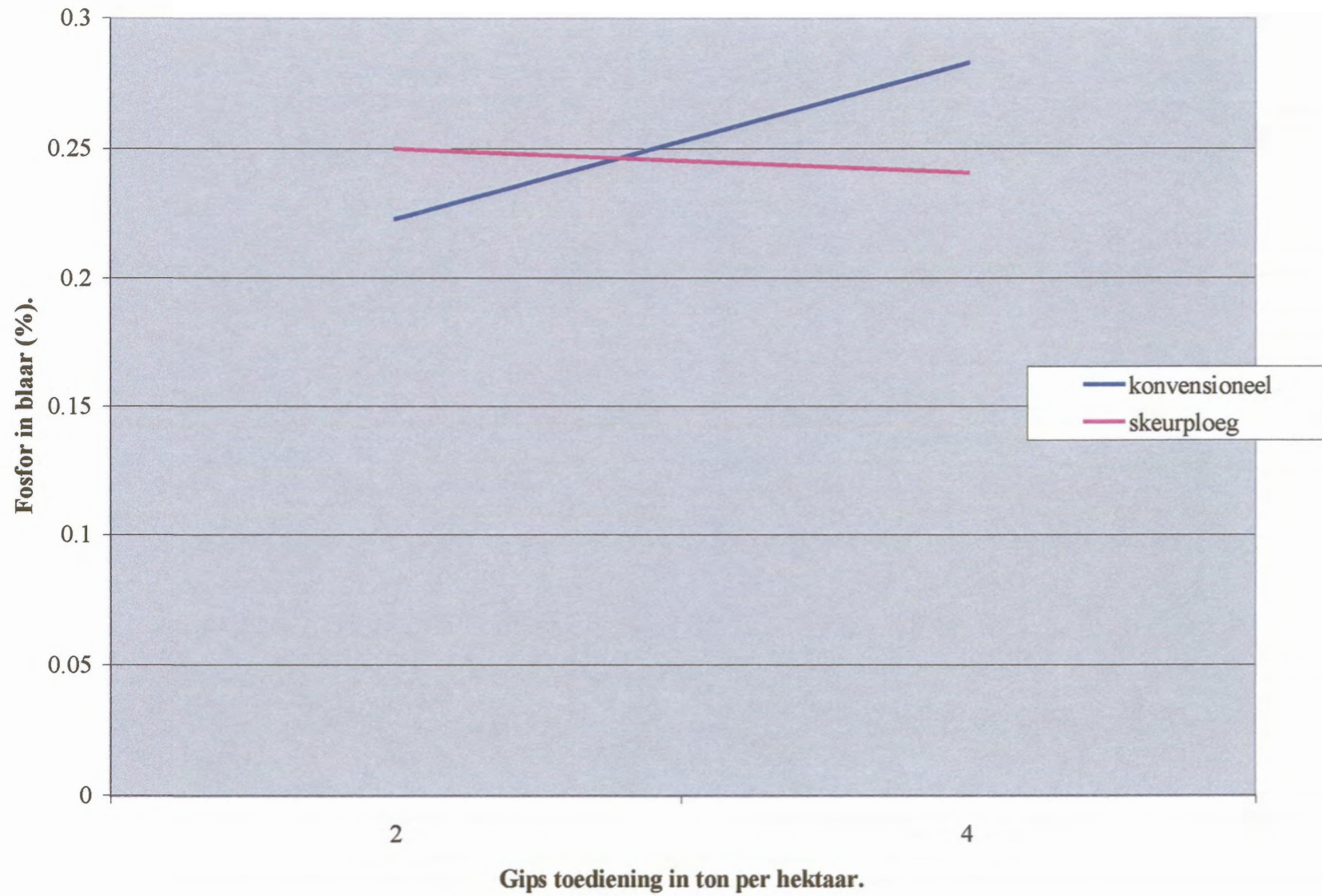
Volgens die variansie-analise het die kalsium-bewerkings interaksie hoogs betekenisvol van mekaar verskil. Die gemiddelde persentasie fosfor in die blare vir die kalsium-en-bewerkings interaksie word in Tabel 11 aangetoon. 'n Grafiek van die persentasie fosfor in die blaar teenoor die kalsium-en-bewerkings interaksie op 116 dae na plant word in Figuur 10 aangetoon. Die 4 ton gips (CaSO_4) op die konvensionele bewerking was hoogs betekenisvol hoër as die ander behandelings kombinasies. Hoër gipstoediening by die konvensionele bewerking het 'n hoër persentasie fosfor in die blare tot gevolg. Die betrokke behandelingskombinasie het in teendeel die tweede hoogste opbrengs opgelewer. 'n Moontlike verklaring hiervoor is, dat by die konvensionele bewerking was die wortels in die bogrond beperk en dus in kontak met die toegediende kalsium. By die skeurploeg bewerking kan die wortels dieper groei en 'n groter volume grond ontgin en is dus minder afhanklik van die toegediende kalsium.

TABEL 11 Die gemiddelde persentasie fosfor in die blare vir die kalsium en bewerkings interaksie.

Bewerking	Kalsium	
	2 ton gips	4 ton gips
konvensioneel	0.223	0.283
skeurploeg	0.250	0.241

$\text{KBV}_T = 0.032 (0.05)$

$\text{KV} = 13.00\%$



FIGUUR 10: Die invloed van die kalsiumtoediening en bewerking op die P-inhoud van die blare by Lokaliteit 3.

As gevolg van die lae grond $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ van 4.4 is fosfaatadsorpsie hoër as by 'n neutrale pH (Buckman & Brady, 1964; Mengel & Kirkby, 1987; Singer & Munns, 1992). Met die toevoeging van gips is die kalsiuminhoud van die grond verhoog en 'n geringe styging in pH, wat die fosfaat meer beskikbaar maak.

3.1.3.5 Persentasie N, K, Ca, Mg en SO_4 in blaar op 116 dae na plant

Die resultate van die persentasie N, K, Ca, Mg en SO_4 in die blare op 116 na plant soos beïnvloed deur die verskillende behandelings word in die variansie-analise tabelle wat in Bylaag 6ak tot 6ao voorkom asook in Bylaag 3d aangetoon.

a. Invloed van P-bemesting (116 dae)

Die verskillende fosfor bemestingspeile het geen betekenisvolle verskille op die persentasie N, K, Ca, Mg en SO_4 in die blaar gehad nie.

b. Invloed van kalsium (116 dae)

Die behandeling waar 4 ton gips per hektaar toegedien is, het betekenisvol 'n hoër persentasie K en Mg tot gevolg gehad teenoor die behandeling waar daar 2 ton gips per hektaar toegedien is. Die hoër persentasie K en Mg is die moontlike gevolg dat die hoër Ca-toedienings, die K en Mg op die uitruilkompleks verplaas het met gevolglik 'n hoër konsentrasie kalium en magnesium in die grondoplossing. Die kalsiumbehandelings het geen invloed op die persentasie N, Ca en SO_4 gehad nie. 'n Moontlike rede is dat met die 2 ton gips reeds genoeg Ca en SO_4 toegedien is.

c. Invloed van bewerking (116 dae)

Die bewerkingbehandelings het geen betekenisvolle verskille ten opsigte van die persentasie N, Ca, Mg en SO_4 in die blaar gehad nie. Die persentasie K het wel toegeneem met die skeurploegbehandeling. Dit kom ooreen met die bevindings van Batchelder (1971), Bennie (1972), Cleasby (1964), Murty (1964) en Silberbush *et al.* (1983) waar die persentasie kalium afneem met 'n toename in brutodigtheid. Hieruit kan afgelei word dat die skeurploegbehandeling wel verdigting opgehef het.

3.1.3.6 Konsentrasie Cu, Fe, Mn en Zn in die blaar op 116 dae na plant

Variansie-analises is onderskeidelik op die konsentrasie Cu, Fe, Mn en Zn gedoen en word in Bylae 6ap tot 6as aangetoon. Die verskillende behandelings het geen betekenisvolle verskille op die konsentrasie Cu, Fe en Mn gehad nie. Die konsentrasie Zn is hoogs betekenisvol hoër by die hoër gipstoediening wat nie sinvol verklaar kan word nie.

3.1.3.7 Persentasie fosfor in die gedroogde blare

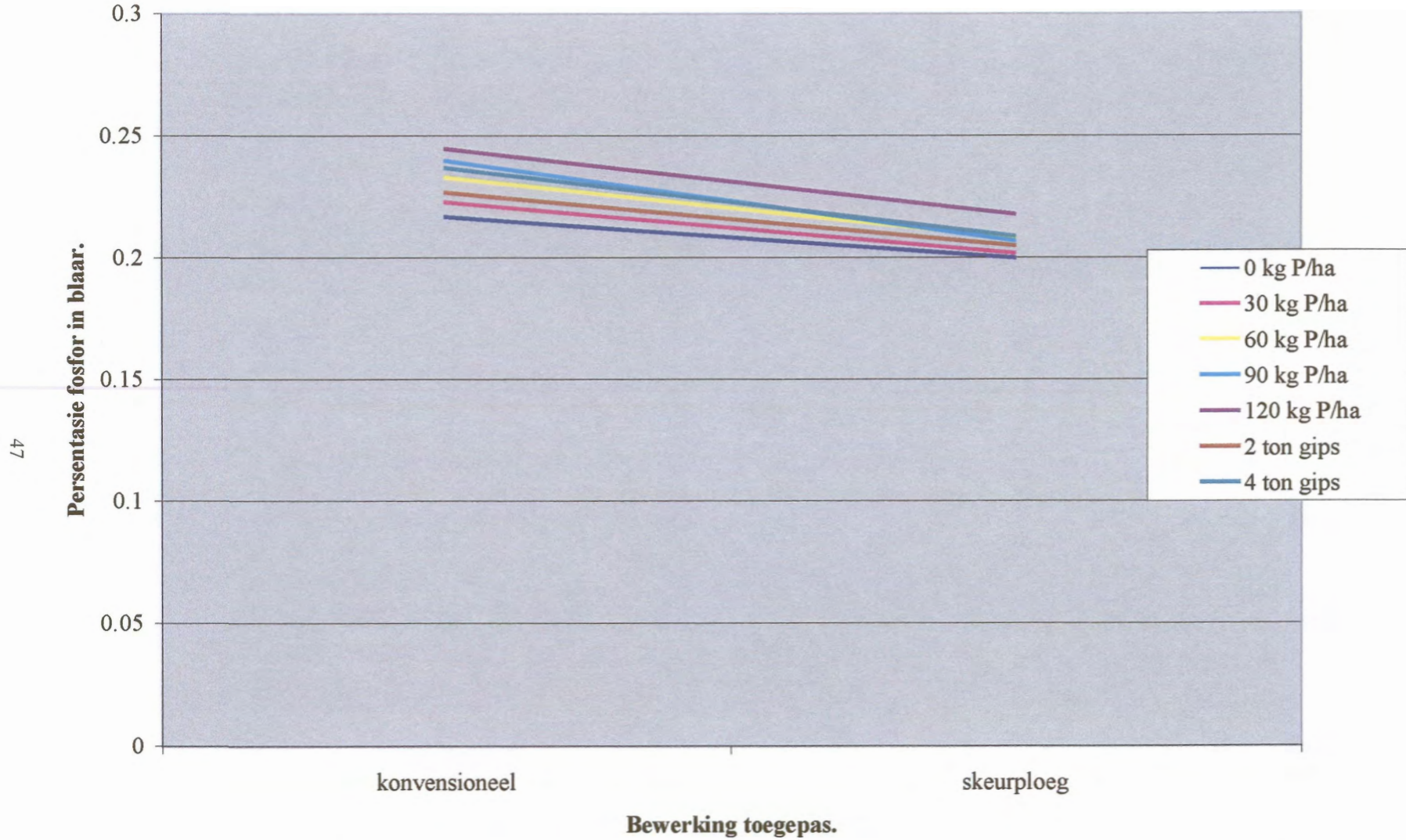
Die resultate vir die persentasie fosfor in die gedroogde blare word in 'n variansie-analise tabel in Bylaag 6at aangetoon. Die koëffisiënt van variasie van 14.83% is aanvaarbaar as in ag geneem word dat biologiese variasie en omgewingstoestande dit grootliks beïnvloed. Die R^2 -waarde van 62% dui daarop dat 38% van die variasie in hierdie eksperiment, nie aan die behandelings toegeskryf kan word nie.

a. Invloed van P en Ca bemesting (geoes)

Die fosfor en kalsium bemesting het geen invloed op die persentasie fosfor in die gedroogde blaar gehad nie.

b. Invloed van bewerking (geoes)

Uit die variansie-analise is dit die bewerkingsbehandelings wat die P-inhoud hoogs betekenisvol verander het. Die gemiddelde persentasie fosfor in die gedroogde blare vir die bewerkingsbehandelings word in Tabel 12 en Figuur 11 aangetoon. Die kleinste betekenisvolle verskil volgens die Tukey-toets is 0.017 by die 5% betekenispeil. In hierdie geval het die konvensionele bewerking 'n hoogs betekenisvolle hoër persentasie fosfor in die blaar gehad. Die resultate wat hier verkry is, is in teenstelling met wat verwag is en wat in die literatuur verkry is (Batchelder, 1971; Cleasby, 1964; Murty, 1964). Die rede hiervoor is waarskynlik 'n verdunnings effek omdat die opbrengs hoër was by die skeurploegbehandeling.



FIGUUR 11: Die invloed van die kalsium- en fosforbehandelings teenoor die twee bewerkingsbehandelings, op die persentasie fosfor in die geoesde blare van Lokaliteit 3.

TABEL 12 Die gemiddelde persentasie fosfor in die geoesde blare vir die twee bewerkingsbehandelings

Bewerking	P (%)
Konvensioneel	0.232
Skeurploeg	0.207

$KBV_T = 0.017 (0.05)$

$KV = 14.83\%$

Dis interessant om te sien dat bewerking op 116 dae geen invloed op die persentasie P gehad het nie, maar wel op die geoesde blare. By die geoesde blare is ook geen kalsium-bewerkings interaksie, soos op 116 dae waargeneem nie.

3.1.3.8 Persentasie N, K, Ca, Mg en SO_4 in die geoesde blare

Die resultate van die persentasie N, K, Ca, Mg en SO_4 in die geoesde blare soos beïnvloed deur die verskillende behandelings word in die variansie-analise tabelle wat in Bylaag 6au tot 6ay voorkom asook in Bylaag 3e aangetoon.

a. Invloed van P-bemesting (geoes)

Die verskillende fosforbemestingspeile het geen betekenisvolle verskille op die persentasie K, Ca, Mg en SO_4 in die blaar gehad nie. Die persentasie N was betekenisvol hoër by die behandeling van $120 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ as by die behandeling van $30 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$. Dit stem ooreen met die beskouing van Sumner en Farina (1986) dat die onderlinge sinergistiese uitwerking van N en P 'n groeistimulasie tot gevolg het met 'n verhoogde opname van beide elemente.

b. Invloed van kalsium (geoes)

Die behandeling waar 4 ton gips per hektaar toegedien is, het betekenisvol hoër persentasies N, K, Mg en SO_4 tot gevolg gehad teenoor die behandeling waar daar 2 ton gips per hektaar toegedien is. Die hoër persentasie SO_4 kan direk toegeskryf word aan die hoër gips toediening. Die hoër persentasie K is die moontlike gevolg dat die hoër Ca, die K en Mg op die uitruilkompleks verplaas het met gevolglik 'n hoër konsentrasie kalium en magnesium in die grondoplossing. Die kalsium behandelings het geen invloed op die persentasie Ca gehad nie moontlik omdat met die 2 ton gips reeds genoeg Ca toegedien is.

c. Invloed van bewerking (geoes)

Die bewerkingsbehandelings het nie betekenisvolle verskille ten opsigte van die persentasie N, Ca en Mg in die blaar gehad nie. Die persentasie K en SO₄ het wel toegeneem met die skeurploegbehandeling. Dit kom ooreen met die bevindings van Batchelder (1971), Bennie (1972), Cleasby (1964), Murty (1964) en Silberbush *et al.* (1983) waar die persentasie kalium afneem met 'n toename in brutodigtheid. Hieruit kan afgelei word dat die skeurploegbehandeling wel verdigting opgehef het.

3.1.3.9 Konsentrasie Cu, Fe, Mn en Zn in die geoesde blare

Die invloed van die verskillende behandelings op die konsentrasie van bo genoemde elemente word in die variansie-analises in Bylaag 6a tot 6c aangetoon. In Bylaag 3e word die konsentrasies van die elemente in die geoesde blare vir die verskillende behandelings aangetoon. Die bewerkingsbehandelings het geen betekenisvolle verskille tot gevolg gehad nie.

a. Invloed van P-bemesting (geoes)

Die verskillende fosfor bemestingspeile het geen betekenisvolle verskille op die konsentrasie Fe en Zn in die blaar gehad nie. Die konsentrasie Cu en Mn was onderskeidelik betekenisvol hoër by die behandelings van 120 kg P.ha⁻¹ en 90 kg P.ha⁻¹ teenoor die behandeling van 0 kg P.ha⁻¹. Geen sinvolle verklaring kan aan die verskille gegee word nie.

b. Invloed van kalsium (geoes)

Alhoewel daar betekenisvolle verskille voorgekom het kan geen sinvolle verklaring vir die verskille gegee word nie.

3.2 Potproef

Met die potproef is die totale droë massa van die blare, van elke plant per behandeling bereken. Hierdie waardes word in Bylaag 5a aangedui. Die chemiese ontledings wat op hierdie blare gedoen is, kom in Bylaag 3f voor. Variansie-analises is op die droë massa en op die gemiddelde persentasies P, N, K, Ca, Mg en SO₄ en die konsentrasies Cu, Fe, Mn en Zn wat in die plant se blare opgeneem is, gedoen.

3.2.1 Droë massa van die blare

Die resultate vir die droë massa van die blare, word in 'n variansie-analise tabel in Bylaag 6bd aangetoon. Die koëffisiënt van variasie van 15.19% is aanvaarbaar as in ag geneem word dat biologiese variasie en omgewingstoestande dit grootliks beïnvloed. Die R² - waarde van 90% is relatief goed, wat daarop dui dat slegs 10% van die variasie in hierdie eksperiment, nie aan die behandelings toegeskryf kan word nie. Die invloed van die digtheid en kalsium behandelings teenoor die drie fosforbehandelings op die droë biomassa, word in Figuur 12 geïllustreer.

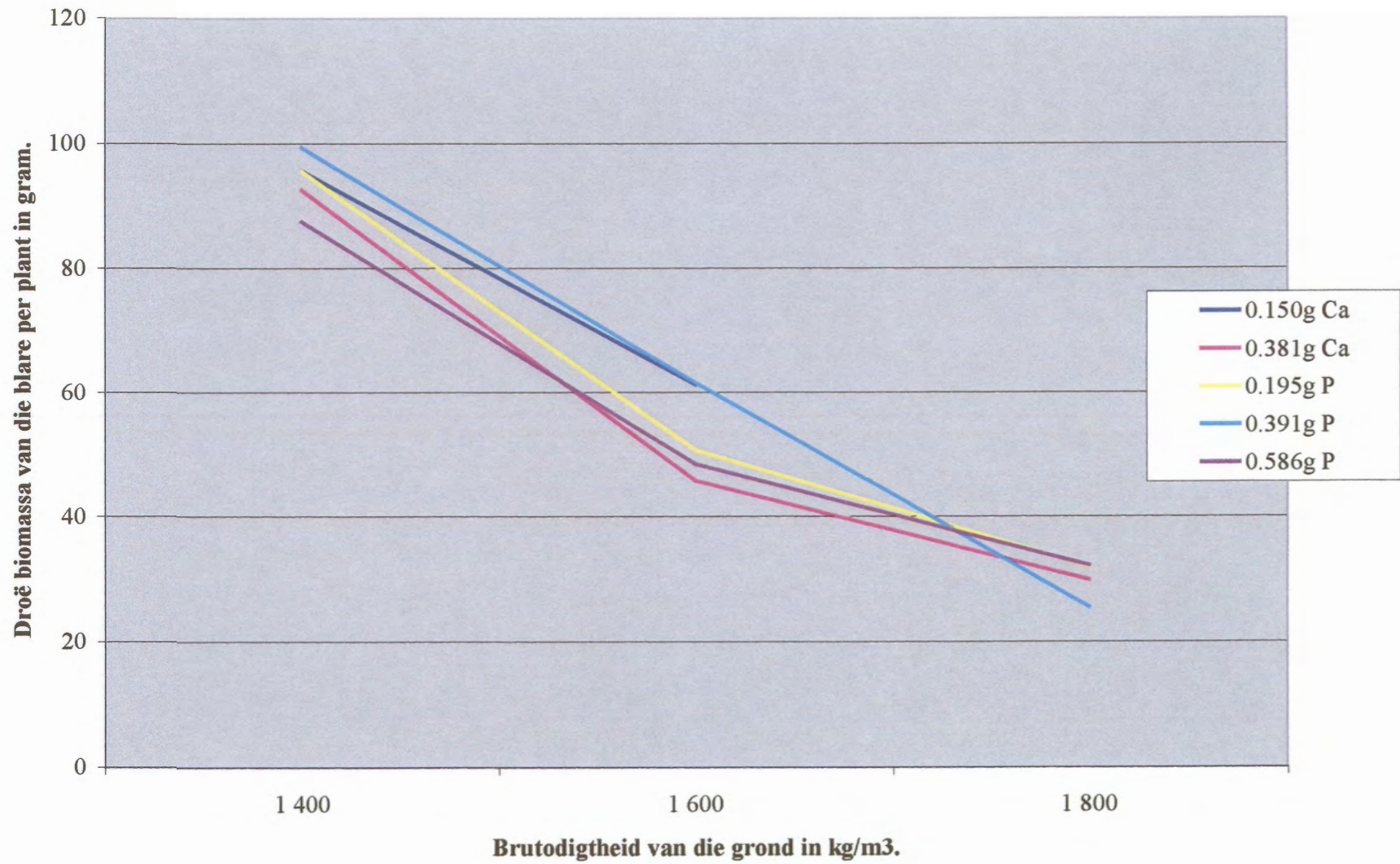
3.2.1.1 Invloed van P-bemesting

Die gemiddelde waardes vir die drie fosforbehandelings word in Tabel 13 aangetoon. Die kleinste betekenisvolle verskil volgens die Tukey-toets, vir die fosforbehandelings is 7.59 by die 5% betekenispeil. Die hoogste fosforbehandeling het 'n hoogs betekenisvolle afname in biomassa teenoor die middelste fosforbehandeling gehad. Dit stem ooreen met wat Claassens (1985), Loneragen en Asher (1967) en Mengel en Kirkby (1987) bevind het, dat baie hoë fosforvlakke groei kan onderdruk en benadeel.

TABEL 13 Die gemiddelde droë massa (g/plant) blare vir die drie fosforbehandelings.

Fosfor (g per kg grond)	Gemiddelde droë massa blare per pot (g)
0.195	64.97
0.391	69.56
0.586	60.93

KBV_T = 7.59 (0.05) KV = 15.19%



FIGUUR 12: Die invloed van die digtheid-en kalsiumbehandelings by die drie fosforbehandelings, op die droë massa van die blare per plant van die Potproef.

3.2.1.2 Invloed van kalsium

Die gemiddelde waardes vir die twee kalsiumbehandelings word in Tabel 14 aangetoon. Die kleinste betekenisvolle verskil volgens die Tukey-toets, is 7.03 (0.01). Die hoë kalsiumtoediening het 'n afname in die droë massa tot gevolg gehad. In die literatuur kon nie gevind word dat hoë kalsium groei onderdruk nie. Dit kan moontlik toegeskryf word aan die hoë SO_4^{2-} vlakke wat saam met die hoë kalsium behandeling toegedien is. Volgens Mengel en Kirkby (1987) is plante gewoonlik nie sensitief vir hoë SO_4^{2-} konsentrasies in die groeimedium nie. Hulle meld dat waar SO_4^{2-} konsentrasies hoër as 50 mM is word groei negatief beïnvloed.

TABEL 14 Die gemiddelde droë massa (g/plant) blare vir die twee kalsiumbehandelings.

Kalsium (g per kg grond)	Gemiddelde droë massa blare per pot (g)
0.150	78.56
0.381	69.33

$\text{KBV}_T = 7.03 (0.01)$ $\text{KV} = 15.19\%$

3.2.1.3 Invloed van brutodigtheid

Die gemiddelde waardes vir die drie brutodigthede word in Tabel 15 aangetoon. Die opbrengs is hoogs betekenisvol verlaag met 'n toename in brutodigtheid. Dit kan daaraan toegeskryf word dat die totale poreusheid so laag is dat dit deurlugting beperk. Verder dat die porië so klein is dat dit wortelindringing beperk (Hillel, 1982). Volgens Baber (1983) beperk 'n brutodigtheid van 1 800 kg.m^{-3} en meer die indringing van byna alle wortels in die grond. Dit bevestig die vermoede dat grondverdigting in sand tabaklande 'n probleem kan wees.

TABEL 15 Die gemiddelde droë massa (g/plant) blare vir die drie brutodigthede.

Digtheid (kg.m^{-3})	Gemiddelde droë massa blare per pot (g)
1 400	94.23
1 600	53.66
1 800	29.99

$\text{KBV}_T = 8.78 (0.01)$ $\text{KV} = 15.19\%$

3.2.2. Die gemiddelde persentasie P in die blare.

Die resultate vir die gemiddelde persentasie fosfor in die plant se blare, word in 'n variansie-analise tabel in Bylaag 6be aangetoon. Die koëffisiënt van variasie van 19.7% blyk ietwat aan die hoë kant te wees. Daar moet egter in gedagte gehou word dat biologiese variasie, sowel as omgewingstoestande waarskynlik grootliks hiertoe bygedra het. Die R^2 - waarde van 45% is 'n bietjie laag, wat daarop dui dat 55% van die variasie in hierdie eksperiment ter sprake, nie aan die behandelings toegeskryf kan word nie.

3.2.2.1 Invloed van P-bemesting

Die gemiddelde waardes vir die drie fosforbehandelings word in Tabel 16 aangetoon. Die kleinste betekenisvolle verskil volgens die Tukey-toets, vir die fosforbehandelings is 0.03 by die 1% betekenispeil. Dus verskil die lae fosforbehandeling, hoogs betekenisvol van die hoogste fosfortoediening. Daar is dus 'n toename in die persentasie P met 'n toename in fosfortoediening. Hierdie waardes is egter baie laer as wat in die veld verkry is. Dit blyk dat die toestande in die potte minder gunstig was vir P-opname.

TABEL 16 Die gemiddelde persentasie fosfor in die blare vir die drie fosforbehandelings.

Fosfor (g per kg grond)	P (%)
0.195	0.11
0.391	0.13
0.586	0.15

$KBV_T = 0.03 (0.01)$ $KV = 19.67\%$

3.2.2.2 Invloed van kalsium

Kalsium het geen betekenisvolle verskil op die persentasie P wat in die plant se blare opgeneem is gehad nie.

3.2.2.3 Invloed van brutodigtheid

Die gemiddelde persentasie fosfor in die blare vir die twee brutodigthede word in Tabel 17 aangetoon. Die hoër brutodigtheid het die P-inhoud betekenisvol laat verhoog. Dit stem nie

ooreen met die bevindinge van Bennie (1972), Murty (1964) en Batchelder (1971) nie. Die fosfortoedienings in die potte was baie hoog. Gevolglik sou beperkte wortelontwikkeling as gevolg van hoër digthede nie P-opname ernstig benadeel nie. Die hoër P-inhoud is waarskynlik die gevolg van 'n fosfor konsentrasie in die blare as gevolg van die laer opbrengste.

TABEL 17 Die gemiddelde persentasie fosfor in die blare vir die twee brutodigthede.

Digtheid (kg.m ⁻³)	P (%)
1 400	0.124
1 600	0.140

KBV = 0.015 (0.05) KV = 19.67%

3.2.3 Die gemiddelde persentasie N, K, Ca, Mg en SO₄ in die blare.

Die gemiddelde persentasie N, K, Ca, Mg en SO₄ in die blare vir die verskillende behandelings word in Bylaag 3f aangetoon. In Bylaag 6bf tot 6bj word die variansie-analises van die verskillende behandelings op hierdie elemente aangetoon.

3.2.3.1 Invloed van P-bemesting

Die verskillende fosforbemestingspeile het geen betekenisvolle verskille op die persentasie SO₄ in die blaar gehad nie. Die persentasie N, Ca en Mg was hoogs betekenisvol hoër by die lae fosforbehandeling as by die hoë fosforbehandeling, met die omgekeerde waar by K. In die geval van N is dit in teenstelling met die bevindings van Sumner en Farina (1986). By K, Ca en Mg kan dit nie sinvol verklaar word nie.

3.2.3.2 Invloed van kalsium

Die hoë kalsiumbehandeling het die persentasie K, Mg en SO₄ hoogs betekenisvol laat toeneem. 'n Moontlike rede hiervoor kan soos voorheen beskryf, toegeskryf word aan die verplasing van Mg en K deur Ca op die uitruilkompleks met gevolglik meer kalium en magnesium in die grondoplossing en dus meer beskikbaar vir opname. By die SO₄ kan dit direk aan die hoër gips toegeskryf word. Geen betekenisvolle verskille is by die persentasie N en Ca waargeneem nie. 'n Belangrike aspek van die bevindings, soos in die geval van

Lokaleit 2, is dat Ca nie die K-of Mg-opname onderdruk het nie, maar eerder die teoorgestelde plaasgevind het. In die praktyk word baie keer spesifiek na die Ca:Mg en (Ca+Mg):K verhoudings verwys. In die geval blyk dit van minder belang te wees.

3.2.3.3 *Invloed van brutodigtheid*

'n Toename in brutodigtheid van 1 400 kg.m⁻³ tot 1 600 kg.m⁻³ het tot gevolg gehad dat die persentasie N, K, Mg en SO₄ hoogs betekenisvol toeneem het. Dit is in teenstelling met die bevindinge van Cleasby (1964), Murty (1964), Batchelder (1971), Bennie (1972) en Silberbush *et al.* (1983). Onder glashuistoestande en in potte kan die teenstrydigheid moontlik toegeskryf word aan 'n konsentrasie effek omdat die droë massa met 43% afgeneem het by die 1 600 kg.m⁻³ behandeling (Tabel 15). Die elemente is egter ook baie oplosbaar en kan maklik na die beperkte wortelstelsel beweeg. Die persentasie Ca het wel afgeneem met 'n toename in brutodigtheid wat toegeskryf kan word aan die beperkte mobiliteit van Ca in gronde en die beperking van die wortelstelsel by die hoër brutodigtheid.

3.2.4 *Die gemiddelde konsentrasie Cu, Fe, Mn en Zn in die blare.*

Die invloed van die verskillende behandelings op die gemiddelde konsentrasie Cu, Fe, Mn en Zn word in die variansie-analises in Bylaag 6bk tot 6bn aangetoon. In Bylaag 3f word die gemiddelde konsentrasies van hierdie elemente in die blare vir die verskillende behandelings aangetoon.

3.2.4.1 *Invloed van P-bemesting*

Die fosfor bemesting het geen betekenisvolle verskille op die konsentrasie Cu, Fe en Mn gehad nie. Die konsentrasie Zn het hoogs betekenisvol afgeneem van die lae na die hoë fosfor toediening. Hierdie waarneming stem ooreen met die bevindings van Claassens en Fölscher (1985), Anghinoni en Barber (1980b), Mengel en Kirkby (1987) en Loneragen *et al.* (1982) dat hoë vlakke van fosfortoedienings sink immobiliseer in die wortelstelsel en dus minder na die bogroei beweeg. Die teoorgestelde kan ook gebeur. As in aanmerking geneem word dat alle bemestingstowwe Zn bevat, kan die vraag gevra word of dit dalk 'n rede kan wees waarom so min reaksie op P-toediening waargeneem is. In die ligte gronde waarop tabak normaalweg verbou word en swak gebuffer is, sal dit die moeite werd wees om weer hierna te let.

3.2.4.2 *Invloed van kalsium*

Kalsium het geen betekenisvolle verskil op die gemiddelde konsentrasie Fe, Mn en Zn in die plant se blare gehad nie. Die gemiddelde konsentrasie Cu het hoogs betekenisvol verhoog met die hoë kalsium behandeling. Die werklike verskille is egter baie min, wat nie veel beteken in die praktyk nie.

3.2.4.3 *Invloed van brutodigtheid*

Met 'n toename in brutodigtheid van $1\ 400\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ tot $1\ 600\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ het die gemiddelde konsentrasies Cu, Mn en Zn hoogs betekenisvol toegeneem. Hierdie tendens kan moontlik verklaar word dat die droë massa van die plante afgeneem het by die $1\ 600\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ behandeling. Die gemiddelde konsentrasie Fe het geen betekenisvolle verskille gehad nie.

3.2.5 *Invloed van die behandelings op rypwording*

In die ondersoek is die grootste invloed op rypwordingstyd, die digtheid. Hoër digthede het oesdatums met ongeveer twee weke vertraag (Bylaag 5a). By die lae digtheid het hoër fosforbehandelings ook die rypwording vervoeg. By die hoër digthede is rypwording deur die digtheid tot 'n mindere mate vertraag en kan die invloed van fosfortoediening op rypwording nie duidelik waargeneem word nie. Volgens Whitty *et al.* (1966) is 'n belangrike effek van fosfor op tabak, die korter periode wat die plant nodig om volwassendheid te bereik. Die hoë fosforvlakke by die lae kalsium en 'n brutodigtheid van $1\ 600\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ het ook twee weke later ryp geword wat in teenstelling is met die stelling van Whitty *et al.* (1966). Dus in hierdie eksperiment het grondverdigting en nie die lae fosforvlakke die rypwording van tabak vertraag.

3.3 **Verband tussen Potproef en Lokaliteit 1**

Die grond wat vir die potproef gebruik is, is afkomstig van lokaliteit 1 van die veldproewe. Deurdat die opbrengs van lokaliteit 1 nie bepaal is weens haelskade, kan daar nie 'n verband gebring word tussen die twee proewe ten opsigte van opbrengs en biomassa nie. Daar bestaan wel 'n verband tussen die resultate ten opsigte van die gips behandelings deurdat dit nie 'n invloed op die fosforpersentasie wat deur die blare opgeneem is gehad het nie. Wat die fosfor behandelings betref, kan gesê word dat daar met 'n toename in fosfor toediening 'n toenemende tendens in die persentasie fosfor was. By die potproef het die gemiddelde persentasie fosfor

wat deur die blare opgeneem is, toegeneem met 'n toename in fosforbemesting, maar was steeds baie laag in vergelyking met die ryplare van die veldproewe.

HOOFSTUK 4

GEVOLGTREKKING EN OPSOMMING

In die studie waar grondverdigting, kalsium-en fosfortoedienings se invloed op die P-opname en kwaliteit van tabak op verskeie lokaliteite en in 'n potproef ondersoek is, is die volgende belangrike resultate gevind.

4.1 Veldproewe

4.1.1 Lokaliteit 1 (*Friedenheim*)

Op 'n vroeë groeistadium (39 dae) het die fosforinhoud toegeneem met hoër P-vlakke. Op 115 dae na plant het fosfortoedienings geen invloed op P-inhoud gehad nie. Die swak reaksie op fosfortoedienings word toegeskryf aan die hoë P-vlakke wat reeds in die grond was. Verdigtingbehandeling en kalsium toedienings het ook nie die P-opname betekenisvol laat verander nie, wat aandui dat kalsiumtekorte en verdigting nie in die grond beperkend was nie.

4.1.2 Lokaliteit 2 (*Bochjeskop*)

Opbrengs is nie deur die fosfor-en bewerkingsbehandelings beïnvloed nie. 'n Verhoging in die kalsiuminhoud van die grond het wel 'n hoër opbrengs opgelewer, maar die kwaliteit het afgeneem. Digtheid was waarskynlik hier nie 'n probleem nie omdat bewerking nie opbrengs beïnvloed het nie. 'n Aspek wat moontlik die invloed van verdigting en dus die bewerking onderdruk het was dat die reënval bo normaal was en dat die beperkte grondvolume waarin die wortels sou funksioneer nie droogte stres soos normaalweg die geval sou wees, ondervind het nie. Op hierdie lokaliteit het nie een van die behandelings 'n invloed op die inkomste per hektaar gehad nie.

Die verskillende fosfortoedienings het geen betekenisvolle verskille op die persentasie P, N, K, Mg en SO₄ in die blare tydens oesstadium gehad nie. Dit is dus duidelik dat dit onnodig is om die hoër P-vlakke wat normaalweg in die praktyk toegedien word te handhaaf.

4.1.3 Lokaliteit 3 (Proefplaas)

Hier het die 2 en 4 ton gips behandelings dieselfde opbrengs opgelewer. Die opbrengs by die skeurploeg behandeling was 8.9% hoër as by die konvensionele behandeling, maar nie statisties betekenisvol nie. Die kwaliteit was egter betekenisvol hoër en saam het dit inkomste met 28% verhoog. Die verskillende P-behandelings het nie 'n invloed op die opbrengs en kwaliteit gehad nie.

Op hierdie lokaliteit blyk verdigting wel 'n probleem te wees, wat winsgewend met 'n skeurploeg bewerking verbeter is.

Die 4 ton gips (CaSO_4) op die konvensionele bewerking het 'n hoër persentasie fosfor in die blare tot gevolg gehad. Alhoewel nie betekenisvol nie, het 'n verhoging in die hoeveelheid fosfor wat toegedien is, 'n verhoging in die persentasie fosfor in die blare tot gevolg gehad. Die belangrikste afleiding wat gemaak kan word is dat die hoë P-vlakke wel die P-inhoud van die blare verhoog het, maar nie die kwaliteit verbeter het nie. Verdigting kan 'n groter rol speel op opbrengs en kwaliteit.

4.2 Potproef

Hoër fosfor, kalsium en digthede het opbrengs verlaag. 'n Toename in die brutodigtheid van die grond het 'n hoogs betekenisvolle toename in die persentasie fosfor wat deur die blare opgeneem is, gehad.

4.3 Opsomming

In die geheel gesien kan die gevolgtrekking gemaak word dat hoë vlakke van P bemesting onnodig is, dat daar na grondverdigting gelet moet word en dat gips toedienings met oorleg moet geskied.

McCants en Woltz (1967) het met radioaktiewe fosfor tegnieke gevind dat fosforopname betekenisvol tussen ses verskillende tabak variëteite verskil het. Die rede waarom die

fosforinhoud van tabakblare in die Nelspruit produksiegebied nie hoër as 0.25% styg nie en die literatuur waardes van tot 0.5% aanbeveel, kan wees as gevolg van die genetiese eienskappe van die tabak kultivars wat gebruik word.

Met die potproef is bewys dat die hoë fosfor toediening 'n afname in die persentasie sink tot gevolg gehad het. Na aanleiding van die feit dat tabakprodusente as standaard praktyk met al hul bemesting, kunsmis gebruik wat 0.5% Zn bevat, dit kan lei tot hoë Zn vlakke in die grond. Hierdie hoë sink vlakke kan lei tot die lae fosfor vlakke in die blare. Die moontlike ander rede waarom tabakprodusente in die Nelspruit produksie gebied as standaard kunsmis met sink toedien, is dat met hul hoë fosfor toedienings fosfor toksisiteit simptome ondervind word wat as sink tekort simptome geïnterpreteer word.

Hierdie gevolgtrekking kan gemaak word, nadat uit hierdie studie bevind is dat opheffing van grondverdigting, hoë en lae toedienings van fosfor en verhoging van kalsiumvlakke in die grond, nie 'n konstante verhoging in P-waardes bo 0.25% getoon het nie.

HOOFSTUK 5

LITERATUURVERWYSINGS

ADRIANO, D.C., PAULSEN, G.M. & MURPHY, L.S. 1971. Phosphorus-iron and phosphorus-zinc relationship in corn (*Zea mays* L.) seedlings as affected by mineral nutrition. *Agronomy journal*, (63) : 36-39.

ANGHINONI, I. & BARBER, S.A. 1980a. Predicting the most efficient phosphorus placement for corn. *Soil Science Society of America journal*, (44) : 1016-1020.

ANGHINONI, I. & BARBER, S.A. 1980b. Phosphorous influx and growth characteristics of corn roots as influenced by phosphorus supply. *Agronomy journal*, (12) : 685-688.

BARBER, S.A. 1979. Growth requirements for nutrients in relation to demand at the root surface. (In Harley, J.L., ed. *The soil-root interface*. Oxford : Blackwell Scientific Publishers. p.5-20.)

BARBER, S.A. 1983. *Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach*. New York : Wiley. 398p.

BASSON, W.D. & BÖHMER, R.G. 1972. An automated procedure for the determination of sulphur in plant tissue. *Analyst*, (94) : 1135-1141.

BATCHELDER, A.R. 1971. Root characteristics in relation to ion and water uptake. *Dissertation abstracts international*, (31) : 7037.

BECKIE, H.J. & UKRAINETZ, H. 1996. Lime-amended acid soil has elevated pH 30 years later. *Canadian journal of soil science*, (76) : 59-61.

BENNIE, A.T.P. 1972. 'n Ondersoek na sekere aspekte van grondskerpte in gronde van die manganoserie. Bloemfontein : UOVS. (Verhandeling – M.Sc.Agric.) 164p.

BOSHOFF, H.J., STEENKAMP, C.J. & VAN RENSBURG, J.N.J. 1993. Katioonvoeding van tabak – kalsium versus fosfor. (In Suid-Afrikaanse Vereniging vir Gewasproduksie. Uittreksels van konferensiereferate en –plakkate: referate gelewer by die 22ste jaarlikse konferensie van SAVG gehou op 19 tot 21 Januarie 1993 te Rustenburg.)

BOONE, F.R. & VEEN, B.W. 1994. Mechanisms of crop responses to soil compaction. (In Soane, B.D. & van Ouwerkerk, C., eds. Soil compaction in crop production. Amsterdam : Elsevier. p.237-264.)

BOWEN, H.D. 1975. Simulation of soil compaction under tractor –implement traffic. *Am.Soc.Agric.Eng.*

BRADY, N.C. & WEIL, R.R. 1999. The nature and properties of soils. 12th ed. Saddle River, N.J. : Prentice Hall. 881p.

BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. 1964. The nature and properties of soils. 6th ed. New York : MacMillan. 567p.

BURNHAM, C.P. & LOPEZ-HERNANDEZ, D. 1982. Phosphate retention in different soil taxonomic classes. *Soil science*, (134) : 376-380.

CLAASSENS, A.S., BARNARD, R.O. & FÖLSCHER, W.J. 1977. Bekalking van suurgrond met betrekking tot Ca/Mg verhouding. *MVSA Joernaal*, (1) : 69-72.

CLAASSENS, A.S. & FÖLSCHER, W.J. 1985. Die invloed van fosfor, nitraat en ammonium op die opname en vervoer van stikstof en fosfor op die groei van koring. *Suid-Afrikaanse tydskrif vir plant en grond*, (2) : 141-145.

CLEASBY, T.G. 1964. Symposium on soil compaction. Proceedings of the South African Sugar Tech Ass. 38, 144-153.

ELLIOT, J.M. & BIRCH, E.C. 1958. Chemical composition of various commercial grades of Canadian flue-cured tobacco. *Canadian journal of plant science*, (38) : 73-80.

GANDEZA, A.T. & BRIONES, A.A. 1986. Phosphorus content of flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) in relation to soil moisture and adsorption conditions. *Journal of tobacco science and technology*, (1) : 63-69.

GARDNER, F.P., PEARCE, R.B. & MITCHELL, R.L. 1985. Physiology of crop plants. Ames, Ia. : Iowa State University Press. 327p.

GOSS, M.J. & REID, J.B. 1981. Interaction between crop roots and soil structure. (*In* Shotton, F.E., *ed.* Aspects of crop growth. London : s.n. p.34-48.)

GREACEN, E.L. 1960. Water content and soil strength. *Journal of soil science*, (11) : 313-333.

GRONDKLASSIFIKASIEWERKSGROEP. 1991. Grondklassifikasie. 'n Taksonomiese sisteem vir Suid-Afrika. Pretoria : Departement van landbou-ontwikkeling. 262p.

HALLMARK, W.B. & BARBER, S.A. 1981. Root growth and morphology, nutrient uptake, and nutrient status of soybeans as affected by soil K and bulk density. *Agronomy journal*, (73) : 779-782.

HAWKS, S.N. & COLLINS, W.K. 1983. Principles of flue-cured tobacco production. Raleigh, N.C. : North Carolina State University. 358p.

HILLEL, D. 1982. Introduction to soil physics. San Diego, Calif. : Academic Press. 364p.

KAMPRATH, E.J. 1971. Potential detrimental effects from liming highly weathered soils to neutrality. *Soil crop science society fla. proceedings*, (31) : 200-203.

KRAUSE, R., LORENZ, F. & HOOGMOED, W.B. 1984. Soil tillage in the tropics and subtropics. GTZ, Eschborn.. 317p.

LAMARRE, M. & CESCAS, M.P. 1978. Les effets de la fertilisation N, P et K sur la production du tabac à cigarette. *Canadian journal of plant science*, 58 : 999-1006, October.

LéGÈRE, A., SIMARD, R.R. & LAPIERRE, C. 1994. Response of spring barley and weed communities to lime, phosphorus and tillage. *Canadian journal of plant science*, 74 : 421-428.

LE ROUX, P.A.L., ELLIS, F., MERRYWEATHER, F.R., SCHOEMAN, J.L., SNYMAN, K., VAN DEVENTER, P.W. & VERSTER, E. 1999. Riglyne vir kartering en interpretasie van die gronde van Suid-Afrika. Volume 2. Bloemfontein : s.n. 219p.

LONERAGAN, J.F. & ASHER, C.J. 1967. Response of plants to phosphate concentration in solution culture. II. Rate of phosphate absorption and its relation to growth. *Soil science*, (103) : 311-318.

LONERAGAN, J.F., GRUNES, D.L., WELCH, R.M., ADUAYI, E.A., TENGAH, A., LAZAR, V.A. & CARY, E.E. 1982. Phosphorus accumulation and toxicity in leaves in relation to zinc supply. *Soil Science Society of America journal*, (46) : 345-352.

McCANTS, C.B. & WOLTZ, W.G. 1967. Growth and mineral nutrition of tobacco. *Advances in agronomy*, (19) : 212-265.

MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. 1987. Principles of plant nutrition. 4th ed. Bern : International Potash Institute. 687p.

MINER, G.S. & TUCKER, M.R. 1990. Plant analysis as an aid in fertilizing tobacco. *In* Westerman, R.L., *ed.* Soil testing and plant analysis. 3rd ed. Madison, Wis.: Soil Science Society of America. P.645-657.)

MURTY, G.S. 1964. The effect of soil compaction on plant growth and nutrient uptake and a technique to study it's mechanism. *Dissertation abstracts*, (25) :1452-1453.

MVSA (Die Misstofvereniging van Suid-Afrika). 1994. Bemestingshandleiding. Lynnwoodrif. 298p.

PETERSEN, R.G. 1994. Agricultural field experiments : Design and analysis. New York : Marcel Dekker. 409p.

PETERSON, W.R. & BARBER, S.A. 1981 Soybean root morphology and K uptake. *Agronomy journal*, (73) : 316-319.

ROSENBERG, N.J. 1959. A vibrating probe method for compacting small volumes of soil. *Soil science*, (88) : 288-290.

RUSSELL, R.S. 1977. Plant root systems: their function and interaction with the soil. New York : McGraw-Hill.

SAS. 1989. Statistical Analysis Systems. SAS/STAT User's guide, Version 6, 4th ed. Cary, N.C.: SAS Institute.

SILBERBUSH, M., HALLMARK, W.B. & BARBER, S.A. 1983. Simulation of effects of soil bulk density and P addition on K uptake by soybeans. *Communications in soil science and plant analysis*, (14) : 287-296.

SINGER, M.J. & MUNNS, D.N. 1992. Soils: an introduction. 2nd ed. New York : Maxwell Macmillan. 473p.

STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. 1982 Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2nd ed. Auckland: McGraw-Hill. 633p.

SUMNER, M.E. & FARINA, M.P.W. 1986. Phosphorus interactions with other nutrients and lime in field cropping systems. *Advances in soil science*, (5) : 201-236.

TALIBUDEEN, O. 1981. Precipitation. (In Greenland, D.J. & Hayes, M.H.B., eds. The chemistry of soil processes. Chichester : Wiley. p.81-114.)

TECHNICON AUTO ANALYZER II. 1972. Industrial method no. 144-71/A Prelim. Phosphorus in food products.

TECHNICON AUTO ANALYZER II. 1977. Industrial method no. 329-74 W/B. Individual determinations of nitrogen in BD acid digests.

TSO, T.C. 1990. Production, physiology and biochemistry of tobacco plant. Beltsville, Md. : Ideals. 753p.

TSO, T.C. & SOROKIN, T. 1963. Sugar and organic acid contents related to gradual development of calcium and boron deficiency symptoms in tobacco plants. *Tobacco science*, (7) : 7-11.

VAN DER WATT, H.V.H. & VAN ROOYEN, T.H. 1990. 'n Verklarende woordeboek vir grondkunde. Pretoria : Die Grondkundevereniging van Suid-Afrika. 356p.

WHITTY, E.B., McCANTS, C.B. & SHAW, L. 1966. Influence of width of fertilized band of soil on response of burley tobacco to nitrogen and phosphorus. *Tobacco science*, (10) : 17-22

WICHMANN, W. 1992. IFA Word fertilizer use manual. Paris : International Fertilizer Industry Association. 632p.

WOLTZ, W.G., HALL, N.S. & COLWELL, W.E. 1949. Utilization of phosphorus by tobacco. *Soil science*, (68) : 121-128.