

# **Die effek van verskillende oppervlakkewerkingspraktyke op die wortelverspreiding van wingerd**

Deur

Daan Brink



Tesis ingelewer ter gedeeltelike voldoening aan die vereistes vir die graad van Magister in Landbou (Grondkunde) aan die Universiteit van Stellenbosch

STUDIELEIER  
Dr. J. E. Hoffman

MEDE-STUDIELEIER  
Mnr. J. Fourie

Maart 2007

Ek die ondergetekende, verklaar hiermee dat die werk in die tesis vervat, my eie oorspronklike werk is en dat ek dit nie vantevore in die geheel of gedeeltelik by enige universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê het nie.

HANDTEKENING : \_\_\_\_\_ DATUM : \_\_\_\_\_



## Opsomming

Die studie vorm deel van LNR Infruitec Nietvoorbij se navorsingsprogram oor die langtermyn invloed wat oppervlaktewerkingspraktyke op wyndruiwe het. Tydens hierdie studie is gekonsentreer op die wortelverspreiding van die wingerd na tien jaar onder verskillende oppervlaktewerkings.

Die proefperseel op die Landbounavorsingsraad (LNR) se proefplaas by Robertson, Suid Afrika, is in 56 ewekansige persele, 14 behandelings met vier herhalings elk, verdeel. Die wingerdkultivar Chardonay op 99 Richter onderstok is in die ondersoek gebruik. Tydens die studie is daar op agt van die behandelings gekonsentreer naamlik: meganiesebehandeling, chemiesebehandeling, strooideklaagbehandeling, permanentedekgewasbehandeling en vier eenjarige dekgewasbehandelings. Die vier eenjarige dekgewasbehandelings is 'n korogdekgewas wat voor bot doodgespuit word, 'n korogdekgewas wat gelaat word om self af te sterf, 'n weiwiekedekgewas wat voor bot doodgespuit word en 'n weiwiekedekgewas wat gelaat word om self af te sterf. Die wingerd is in November 1992 aangeplant waarna die eerste eksperimentele behandelings eers in April 1993 toegepas is en die wortelstudies in die 2002/2003 seisoen onderneem is.



Tydens die studie is die kernmetode gebruik om bewortelingsdigtheid ( $\text{mm}/\text{cm}^3$ ) te bepaal. Die bewortelingsdigtheid is met penetrometertudies asook oes- en lootmassa van die betrokke jaar gekorreleer.

Die studie het getoon dat indien die behandelings in die volgorde permanentedekgewas-, die meganiese-, die chemiese- en die strooideklaagbehandeling vergelyk word, daar 'n toename (alhoewel nie statisties betekenisvol nie) in bewortelingsdigtheid is. Die wortelverspreiding rondom die stok verbeter en met uitsluiting van die permanente dekgewas, neem die loot- en oesmassa ook toe in dié volgorde.

Die eenjarige dekgewasse vertoon beter wortelverspreiding en bewortelingsdigtheid as die chemiese behandeling alhoewel daar baie variasie tussen herhalings gevind is.

Volgens die weiwiekebehandelings vaar die dekgewasse wat voor bot doodgespuit word baie beter ten opsigte van bewortelingsdigtheid, verspreiding, oesmassa en lootmassa, as dié wat gelaat word om self af te sterf. Dieselfde tendens is egter glad nie sigbaar by die korogbehandelings nie. Die korogbehandelings wat meer vesel as die weiwieke produseer, toon beter bewortelingsdigtheid. Die korog wat voor bot doodgespuit word vertoon marginaal swakker bewortelingsdigtheid as die korog wat gelaat word om self af te sterf.

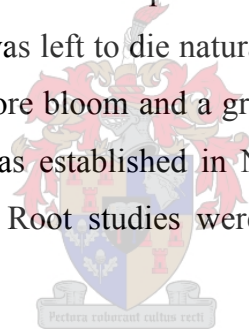
Daar kon tydens die studie geen korrelasie tussen penetrometerlesings en bewortelingsdigtheid gevind word nie. Die penetrometerlesings wys egter duidelik dat die strooideklaag die grondoppervlakte die beste beskerm teen kompaksie met 'n maksimum waarde van 2017 kPa in die wielspoor. Die chemiese behandeling, wat die tweede minste kompaksie ondervind, is 2636 kPa en die meganiese behandeling 'n maksimum op 3444 kPa gevind.

Die bewerking van grond deur middel van 'n skotteleg vir saadbedvoorbereiding of die meganiese beheer van onkruid, veroorsaak minder kompaksie in die middel van die werksone as die skoon oppervlakte wat verkry word by chemiese onkruidbeheer. Die chemiesebehandeling het 'n maksimum grondsterkte, met die penetrometer gemeet, van 1752 kPa. Die res van die behandelings se maksimum grondsterkte in die boonste 10 cm van die grondprofiel was tussen 700 en 900 kPa.

## Summary

This study forms part of an ARC Nietvoorbij research project on the long-term effect of different groundcover management practices in vineyards. This study concentrated on the root distribution of the vines after different groundcover practices were used for one decade.

The vineyard on the research farm of the Agricultural Research Council at Robertson, South Africa, was divided into 56 equally distributed trial blocks, 14 treatments with four replicas each. For the study Chardonnay cultivar on 99 Richter rootstock was used. This study concentrated on only eight treatments. The eight different cover crop practices consisted of the mechanical treatment, chemical treatment, straw mulch treatment, permanent cover crop treatment and four annual cover crop treatments. The annual cover crop treatments consisted of triticale cover crop that was sprayed with an herbicide before bloom, a triticale cover crop that was left to die naturally, a grazing vetch cover crop that was sprayed with an herbicide before bloom and a grazing vetch cover crop that was left to die naturally. The vineyard was established in November 1992 while the different treatments started in April 1993. Root studies were conducted during the 2002/2003 season.



In this study the auger method was used to determine root density ( $\text{mm}/\text{cm}^3$ ). The root density was correlated with data from the penetrometer studies, yield and shoot mass collected during the same season.

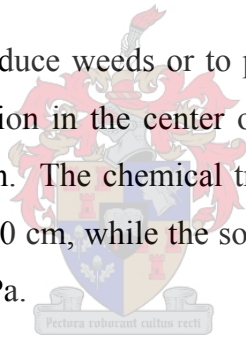
Results from the study showed that the density and spatial distribution of roots improved in the following sequence of ground cover management practices: permanent cover crop, mechanical cultivation, chemical cultivation and straw mulch. Yield results followed the same sequence (although not any statistical difference) with the exclusion of the permanent cover crop treatment, which had the highest yield.

Although there were many variances between replicas, the annual cover crop performed slightly better than the other treatments. When the grazing vetch cover crop was sprayed

with herbicide before bloom, the root density, spatial root distribution and yield of the vines were higher than when the grazing vetch was left to die naturally. The above-mentioned results were opposite for triticale. Overall, the triticale outperformed the grazing vetch as annual cover crop. Vines with the triticale cover crop that was left to die naturally showed better root density, less variance between replicas and higher yield than vines with triticale that was sprayed with a herbicide.

No correlations were found to exist between root density and compaction measured with a penetrometer. Results from the penetrometer studies clearly indicate that the straw mulch exhibits the highest level of protection against surface compaction. Beneath the tractor wheel the compaction was 2017 kPa. The chemical treatment with the second lowest compaction was 2636 kPa. The most compaction, 3444 kPa, was found with the mechanical cultivation treatment.

Using mechanical cultivation to reduce weeds or to prepare the seedbeds for the annual cover crop produced less compaction in the center of the work row than the clean soil surface left by chemical cultivation. The chemical treatment resulted in soil strength in the region of 1752 kPa in the top 10 cm, while the soil strength with the other treatments varied between 700 kPa and 900 kPa.



## Dankbetuigings

Hemelse Vader vir die geleentheid en vermoë om so 'n studie te kon doen en vir die mense wat ontmoet word tydens so 'n geleentheid.

Vir my Ouers vir jare se ondersteuning en aanmoediging.

My vrou wat met geduld bly aanmoedig en ondersteun het.

Vriende en familie wat moed inpraat en hulp aanbied sover hulle kan.

Johan Fourie vir die daarstel van die geleentheid om die proef te kon doen en die ondersteuning.

LNR Nietvoorbij se grondkunde afdeling waar kollegas vriende word en waar 'n helpende hand in elke kantoor sit.

Die personeel op die Robertson proefplaas vir die hulp met verblyf en die arbeid op die plaas.



My promotor Dr. Hoffman, vir die gee van leiding om 'n stuk rowwe werk tot navorsing te orden.

## Inhoudsopgawe

1. Inleiding.....	1
1.1 Metodes van wortelstudies.....	1
1.2 Oppervlakkbewerkings.....	2
1.3 Wortelverspreiding.....	3
1.4 Doel van studie.....	4
2 Materiale en metodes.....	5
2.1 Proefuitleg.....	5
2.2 Kernmetode.....	11
2.3 Penetrometermetings.....	15
2.4 Statistiese ontleding van wingerd bewortelingsdigtheid asook grondsterkte.....	16
3 Resultate en besprekings.....	17
3.1 Grondkundige ontleding.....	17
3.2 Totale bewortelingsdigtheid van wingerd onder verskillende behandelings.....	17
3.3 Diepteverspreiding van wingerdwortels rondom 'n wingerdstok.....	19
3.4 Wingerdworteldikteverspreiding.....	23
3.5 Die plantry en die werksry.....	25
3.6 Wortelmasse.....	30
3.7 Penetrometerstudies.....	32
3.8 Bewortelingsdigtheid teenoor produksie van die verskillende behandelings.....	35
4 Samevatting en aanbevelings.....	38
5 Literatuurverwysings.....	41
Bylaag 1.....	44
Verkorte profielbeskrywing van behandelings.....	44
Bylaag 2.....	48
Resultate van pH (H <sub>2</sub> O) en weerstand metings na grondvoorbereiding soos gedoen op eerste herhaling van elke behandelings.....	48
Bylaag 3.....	56
Wingerdwortellengte vir elke behandelng uitgedruk as gemiddelde lengte per dikteklasse asook uitgedruk as persentasie van totale lengte per behandeling.....	56
Bylaag 4.....	58
Gemiddelde bewortelingsdigtheid (mm/cm <sup>3</sup> ) per posisie soos vanaf wingerdstok op verskillende dieptes gemonster tydens die kernmetode.....	58



# 1. Inleiding

Gedurende 1977 het Van Huyssteen 'n volledige studie oor die invloed van verskillende grondbewerkingspraktyke op die verspreiding van wingerdwortels in Suid-Afrika gedoen. Hy het aangetoon dat sy resultate bloot riglyne is en dat verdere studies in ander klimaatsareas en onder ander verbouingspraktyke benodig word. Nagarajah (1987) dui aan dat beperkte inligting oor die wortelpatroon van aangeplante wingerde gevind is. Morlat en Jacquet (2003) meld dat daar min inligting oor die langtermyn effek van permanente dekgewasse op die verspreiding van wingerdwortels beskikbaar is. Die grootste rede vir die min inligting beskikbaar is dat wortelstudies baie arbeidsintensief asook destruktief ten opsigte van die proefperseel is.

Die doel van oppervlaktbewerkings is tweeledig: Eerstens om natuurlike onkruid te onderdruk wat met die wingerd kompeteer (Smit, 1981) en tweedens om grondeienskappe te manipuleer tot voordeel van die wingerd (Ludvigsen, 1987). Verskillende oppervlaktbewerkings toon gemengde resultate ten opsigte van die twee doelstellings. Dit sluit in die bekamping van erosie, die bewaring van grondwater, verbetering van infiltrasie, bekamping van ryp, bekamping van stof, insekbeheer, temperatuurbeheer, verbeterde toegang in blok, die beskikbaarheid van voedingstowwe en selfs die onderdrukking van 'n geiler wingerd. Meeste van die voor- en nadele waargeneem is sigbaar op die grondoppervlakte, maar min inligting oor die invloed van die oppervlaktbewerkings op die wortelstelsel van die wingerd is beskikbaar.

## 1.1 Metodes van wortelstudies

Die algemeenste metode wat vir wortelstudies gebruik word, maar ook die mees destruktiewe metode, is die profielwandmetode waar aantal wortelpunte per oppervlakte bepaal word (Böhm, 1979). Die metode is aangepas om ook wortellengte ( $\text{mm}/\text{cm}^3$ ) te bepaal (Kücke, Schmid & Spiess, 1995).

'n Vaste volume grond wat deur middel van 'n grondboor uit die grond onttrek word, kan óf oopgebreek word en wortelpunte op die breekvlak getel word (kernbreekmetode) óf die

wortels kan uit die kern gewas word en die lengtes ( $\text{mm}/\text{cm}^3$ ) gemeet word (kernmetode). Die kernmetode word algemeen aanvaar om betroubare lengte/digtheid ( $\text{mm}/\text{cm}^3$ ) te verskaf (Böhm, 1979), maar is baie arbeidsintensief en destruktief oor 'n lang tydperk .

Danksy vordering in tegnologie word die minirhizotron, 'n glasbuis in die grond waardeur die kante met 'n spieël of kamera bestudeer word, al meer gebruik. Lesings word op dieselfde posisie geneem, sonder om destruktief ten opsigte van die perseel te wees (Samson & Sinclair, 1994). Waardes vir groeiverlenging ( $\text{mm}/\text{h}$ ), lewensduurte of aantal wortels per oppervlakte word met dié metode verkry.

Böhm (1979) het 'n goeie korrelasies tussen die verskillende metodes van wortelstudies gevind. Samson en Sinclair (1994) het egter gevind dat die minirhizotron die bewortelingsdigtheid in die boonste 30 cm onderskat. Kucde *et al.* (1995) het gevind dat alhoewel daar 'n goeie korrelasie tussen die kernbreek- en kernmetode asook kern- en profielwandmetode is, is kalibrasie vir verskillende gronde nodig.

## 1.2 Oppervlaktewerkings

Volgens Ludvigsen (1987), kom die volgende oppervlaktewerkings in bestaande wingerde voor:



- Meganiese bewerking: Onkruid word meganies deur skotteleg, tandimplement of draaiskoffels beheer.
- Minimum bewerking, waaronder:
  1. Eenjarige dekgewasse waar 'n dekgewas elke jaar gevestig word, gedurende die wintermaande groei en die dooie plantmateriaal gedurende die somer dien as deklaag.
  2. Meerjarige dekgewasse waar 'n dekgewas gevestig word en reg deur die seisoen onderhou word om meer as een jaar behoue te bly.
  3. Natuurlike onkruid wat deur middel van 'n bossiekapper gereeld plat gesny word.
  4. Chemiese beheer waar die oppervlakte skoon gehou word deur gereeld onkruide chemies dood te spuit.

- Grondbedekking: Dit kan strooi, plastiek, klippe of enige ander materiaal wat die oppervlakte bedek, wees.
- Kombinasies van bogenoemde.

Dekgewasse het die voordeel van stofbeheer, erosiebeheer, handhawing van beter grondtemperatuur, beter infiltrasie en die stimulering van biologiese aktiwiteit in die bogrond (Ludvigsen, 1987). Die nadeel is egter die kompetisie met die gewas wat verbou word op grond van waterverbruik, voedingsbehoefte, peste wat in dekgewas voorkom en rypbeheer (Ludvigsen, 1987). Verder word die beheer van onkruid tussen die groeiende dekgewas bemoeilik. Die voordele wat verkry word en die nadele wat 'n invloed het, is 'n funksie van klimaat, grondtekstuur, grondwater, kultivar en mate van bestuur.

'n Strooideklaag verskaf beter beskerming vir grondwaterbewaring as chemiese of meganiese onkruidbeheer (Merwin & Stiles, 1994). Die probleem is egter dat strooi duur is om aan te koop en swamsiektes soos Phytophthora is 'n groot gevaar vir die lewensduur van die wingerd (Merwin & Stiles, 1994).

### 1.3 Wortelverspreiding

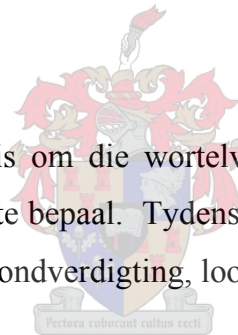
Pagliai en Nobili (1993) het gevind dat daar 'n hoër bewortelingsdigtheid van wingerdwortels onder geen bewerking as onder konvensionele bewerking voorkom. Die bevinding stem ooreen met Morlat en Jacquet (2003) wat fyner wortels waargeneem het waar geen onkruid voorkom nie. As gevolg van grondtemperatuur wat te hoog is, kom wingerdwortels egter nie naby aan die oppervlakte voor nie (Merwin & Stiles, 1994). Van Zyl (1988) het in 'n besproeiingsproef gevind dat in die boonste 0-25 cm gronddiepte die minste wortels asook die laagste wortelindeks (fyn:growwer wortels) onder verskillende besproeiingstelsels voorkom. Van Huyssteen (1988) het gevind dat by meganiese bewerking en permanentedekgewasse geen wortels in die 0-25 cm grondlaag voorkom nie, maar onder minimum bewerking tot 32% van die totale wortels in die 0-25 cm grondlaag voorkom. Die minimum bewerkingspersele het ook in die dieper grondlae dieselfde of beter bewortelingsintensiteit gehad. Saam met die hoër bewortelingsintensiteit het Anderson, Comas, Lakso en Eissenstat (2003) tydens 'n studie oor die lewensduurte van wingerdwortels gevind dat wortels wat dieper in die grond

voorkom, langer leef. Dit word weens gunstiger temperatuur, beter grondwater, minder of geen patogene en minder of geen knaagdier toegeskryf.

Grondwater speel egter 'n baie belangrike rol in die verspreiding van wingerdwortels. Van Zyl (1984) het die verspreiding van wingerdwortels onder mikro- en drupbesproeiing by verskillende onttrekkings van planttoeganklike water (PTW) ondersoek. Die studie het gevind dat tussen mikro- en drupbesproeiing by verskillende PTW-onttrekking, mikrobeproeing by 75% en 10% PTW-onttrekking die minste wortels het. Drupbesproeiing by 10% PTW-onttrekking neig om meer wortels as 10% PTW-onttrekking onder mikrobeproeing te hê. By 50% PTW-onttrekking, onder drup- of mikrobeproeing, neig die meeste wortels te wees. Daarmee saam word 'n baie meer homogene wortelverspreiding horisontaal onder mikrobeproeing as met drupbesproeiing gevind.

#### **1.4 Doel van studie**

Die primêre doel van die studie is om die wortelverspreiding van die wingerd onder verskillende oppervlaktewerkings te bepaal. Tydens die studie sal daar gepoog word om die verspreiding te korreleer met grondverdigting, lootmassa en oeslading.



## 2 Materiale en metodes

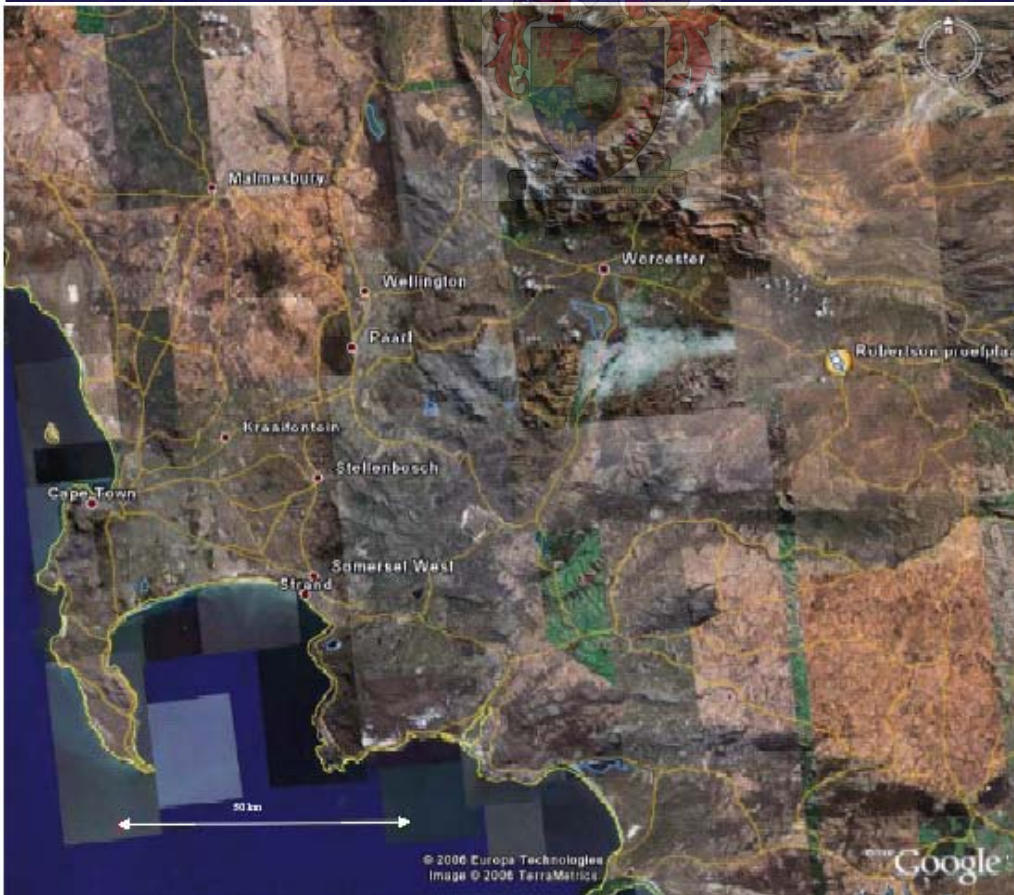
### 2.1 Proefuitleg

In die studie is die wortelverspreiding van die wingerd onder verskillende oppervlakkewerkingspraktyke ondersoek. Die studie vorm deel van 'n groter studie wat verskillende oppervlakkewerkingspraktyke se langtermyninvloed op die wingerd ondersoek. Die langtermynproef is reeds tien jaar aan die gang en die navorsingsperseel wat gebruik is, is gekies aangesien die mees uiteenlopende behandelings daar voorkom. Die proefperseel is op die Landbounavorsingsraad (LNR) se proefplaas in die Breëriviervallei, naby Robertson (19<sup>0</sup>52' Oos en 33<sup>0</sup>50' Suid) in die Wes-Kaap geleë (Figuur 1).

Die wingerdkultivar Chardonay op 99 Richter-onderstok is gebruik. Die stokkies is met 'n spasiëring van 2.75 m x 1.2 m geplant en is op 'n vertikale opleistelsel (dubbele verlengde Perold met twee dubbele loofdrade) opgelei. Die wingerd is deur middel van 360° mikro-spuitjies wat bo-op die besproeiingsdraad gemonteer is, besproei. Grondwaterinhoud is weekliks deur middel van 'n neutronvogmeter bepaal. Die neutronvogmeter was gekalibreer teen gravimeteriese grondwaterinhoud. Plant toeganklike water (PTW) was gedefinieer as water tussen veldwaterkapasiteit en -0.1Mpa. Die wingerd is besproei tot veldwaterkapasiteit by 'n 60% ontrekkingspeil van PTW.

Volgens die Grondklassifikasie, 'n Taksonomiese Sisteem vir Suid Afrika (Grondklassifikasiewerkgroep 1991) is die gronde geklassifiseer as diep Tukulu-, Oakleafvorm indien geen vry kalk aanwesig of Augrabies- en Montaguvorm indien vry kalk teenwoordig van die 2210- en 2110- familie. Die familie kenmerke dui aan dat die bogrond gebleik is, die B-horison rooi of nie-rooi is en dat die gronde nie luvies is. Die gronde het 'n klei-inhoud van 26% in die boonste 60 cm en ongekonsolideerde materiaal kom onderliggend voor. Op party persele is daar tekens van termietaksie waargeneem wat waarskynlik vir die kalk konkresies in sommige persele verantwoordelik kan wees. Bylaag 1 bevat 'n semi-volledige beskrywing van die gronde gedoen tydens die maak





Figuur 1: Liggingskaarte wat perseel aandui (bron: Google Earth Okt 2006).

van profielgate in die vierde herhaling van elke behandeling en is eweredig oor die totale proefperseel versprei. Tabel 1 dui die tekstuurontleding van die gronde aan terwyl Bylaag 2 'n pH(H<sub>2</sub>O) en weerstandontledings bevat.

Tydens die wortelwas proses van die eerste herhaling van elke behandeling, is 'n submonster uit elke sak geneem en 'n pH en weerstand lesing geneem voordat submonster weer met die oorspronklike monster gemeng is in emmer met Calgon-oplossing. Weens die feit dat die submonster weer terug geplaas is in die oorspronklike monster is die pH in H<sub>2</sub>O gemeet (Rowell 1994) en die weerstand met versadigde ekstrak metode in 'n standaard USDA grond beker.

Voor aanplanting is die grond goed deur middel van 'n skuifdolaksie tot op 'n diepte van 80 cm voorberei. Tydens die voorbereidingsproses is die grond-pH en voedingstofbalans geoptimaliseer deur die toevoeging van ameliorante volgens die grond se behoefte. Die wingerd is in November 1992 aangeplant en die eerste eksperimentele behandelings is in April 1993 toegepas.

Tabel 1 : Tekstuurontleding voor grondvoorbereiding van die grond van die 14 oppervlakbehandelingspraktyke op LNR-proefplaas te Robertson.

Diepte (cm)	<0.002 mm	0.002-0.05 mm	0.05-2.0 mm
0-30	26.2%	11.0%	63.8%
30-60	27.0%	11.0%	62.0%
60-90	27.6%	11.6%	60.8%

Die proefuitleg bestaan uit 14 behandelings met vier herhalings elk (Figuur 2). Die 56 persele is totaal ewekansig oor die hele wingerdperseel gekies. Elke behandeling bestaan uit drie werksrye en vier plantrye (Figuur 3). In 'n plantry is daar elf stokke elk geplant. Tussen twee behandelings wat langs mekaar geleë is, is daar 'n werksry wat dien as buffer tussen die twee behandelings. By opeenvolgende behandelings in dieselfde ry is daar egter geen buffersone nie en die een behandeling volg direk op die vorige behandeling. Die middelste vyf stokke van die middelste plantrye (tien stokke in totaal) is vir alle metings gebruik.

Tydens die studie is besluit om net op die agt belangrikste behandelings te konsentreer naamlik meganies-, chemiese-, strooideklaag-, korogvoorbot-, weiwiekevoorbot-, weiwieke-, korog- en permantedeckgewasbehandeling. Die agt waarop besluit is, is die behandelings waar die grootste variasie in bewortelingsdigtheid verwag is afgelei uit proefdata van die afgelope tien jaar (ongepubliseerde data, Fourie).

- Alle blokke het 28 kg Stikstof ontvang op die stadium wat die eenjarige gewasse twee- tot vierblaar stadium bereik soos voorgestel deur Van Huyssteen en Van Zyl (1984). By alle behandelings word die bemesting oor die volle oppervlakte gestrooi behalwe die weiwiekebehandelings waar die bemesting op die plantry gebandplaas word.
- Gedurende die winter word besproei soos aanbeveel deur Fourie, Louw en Agenbag *et al.* (2001) naamlik dat die eenjarige dekgewasse 16 mm water weekliks vir die eerste agt weke ontvang en daarna 16 mm water elke twee weke. Indien reën in die periode val word die besproeiingshoeveelheid verminder.
- Enige chemiese onkruidbeheer of spuit van dekgewas is met glifosaad, 360 g/l formulاسie, teen 4 liter per hektaar gedoen.
- Saaidigtheid is vasgestel soos deur Fourie *et al.* (2001).

Die agt behandelings wat ondersoek is, bestaan uit die volgende behandelings wat gedurende die seisoen toegepas word:

1. Meganies - Natuurlike onkruid word gelaat om te groei in die winter. Voor bot word die onkruid meganies deur middel van 'n skotteleg vlak (10 cm) ingewerk. Indien nodig word die proses in Januarie herhaal. Onkruid op die bankies word chemies beheer. (Word in figure en tabelle verwys na Meg.)
2. Chemies - Natuurlike onkruid word gelaat om te groei in die winter. Voor bot word die hele oppervlakte chemies gespuit. Die proses word in Januarie herhaal indien nodig. (Word in figure en tabelle verwys na Chem.)
3. Strooi - 'n Strooideklaag word elke jaar voor bot oor die hele oppervlakte met die hand uitgestrooi teen 8 t/ha. (Word in figure en tabelle verwys na Strooi.)



4. Korog voor bot – *Triticale*-variëteit *Usgen 18* met 'n saaidigtheid van 100 kg/ha. Die saadbed word in Maart met 'n skotteleg (10 cm diep) voorberei. Middel-April word die dekgewas voloppervlak gesaai en met 'n skotteleg 5 cm diep ingewerk. Voor bot word die dekgewas doodgespuit. (Word in figure en tabelle verwys na Korog vb.)
5. Weiwieke voor bot - *Viciadasycarpa Ten.* met 'n saaidigtheid van 50 kg/ha. Die saadbed word in Maart met 'n skotteleg (10 cm diep) voorberei. Middel-April word die dekgewas voloppervlak gesaai en met 'n skotteleg 5cm diep ingewerk. Voor bot word die dekgewas doodgespuit. (Word in figure en tabelle verwys na Wei vb.)
6. Weiwieke – *Viciadasycarpa Ten.* met 'n saaidigtheid 50 kg/ha. Die saadbed word in Maart met 'n skotteleg (10 cm diep) voorberei. Middel-April word die dekgewas voloppervlak gesaai en met 'n skotteleg 5 cm diep ingewerk. Voor bot word slegs die plantry doodgespuit. (Word in figure en tabelle verwys na Wei.)
7. Korog – *Triticale*-variëteit *Usgen* met 'n saaidigtheid 100 kg/ha. Die saadbed word in Maart met 'n skotteleg (10 cm diep) voorberei. Middel-April word die dekgewas voloppervlak gesaai en met 'n skotteleg 5 cm diep ingewerk. Voor bot word slegs die plantry doodgespuit. (Word in figure en tabelle verwys na Korog.)
8. Permanente dekgewas – *Lolium Perenne L.*-variëteit *Nui* met saaidigtheid van 40 kg/ha. Die plantry, ongeveer 1 m breed, word chemies gedurende die seisoen beheer. (Word in figure en tabelle verwys na Perm.)

				7/1	1/2	5/3		2/4
7/3	7/4	4/4			6/4	5/4	4/2	1/3
5/1		8/4	8/1		3/3			1/1
	4/3	2/1	3/2			6/1	2/2	4/1
6/2	8/3	6/3	3/4	8/2			5/2	
	1/4	3/1	7/2			2/3		

Verklaring van nommerstelsel:

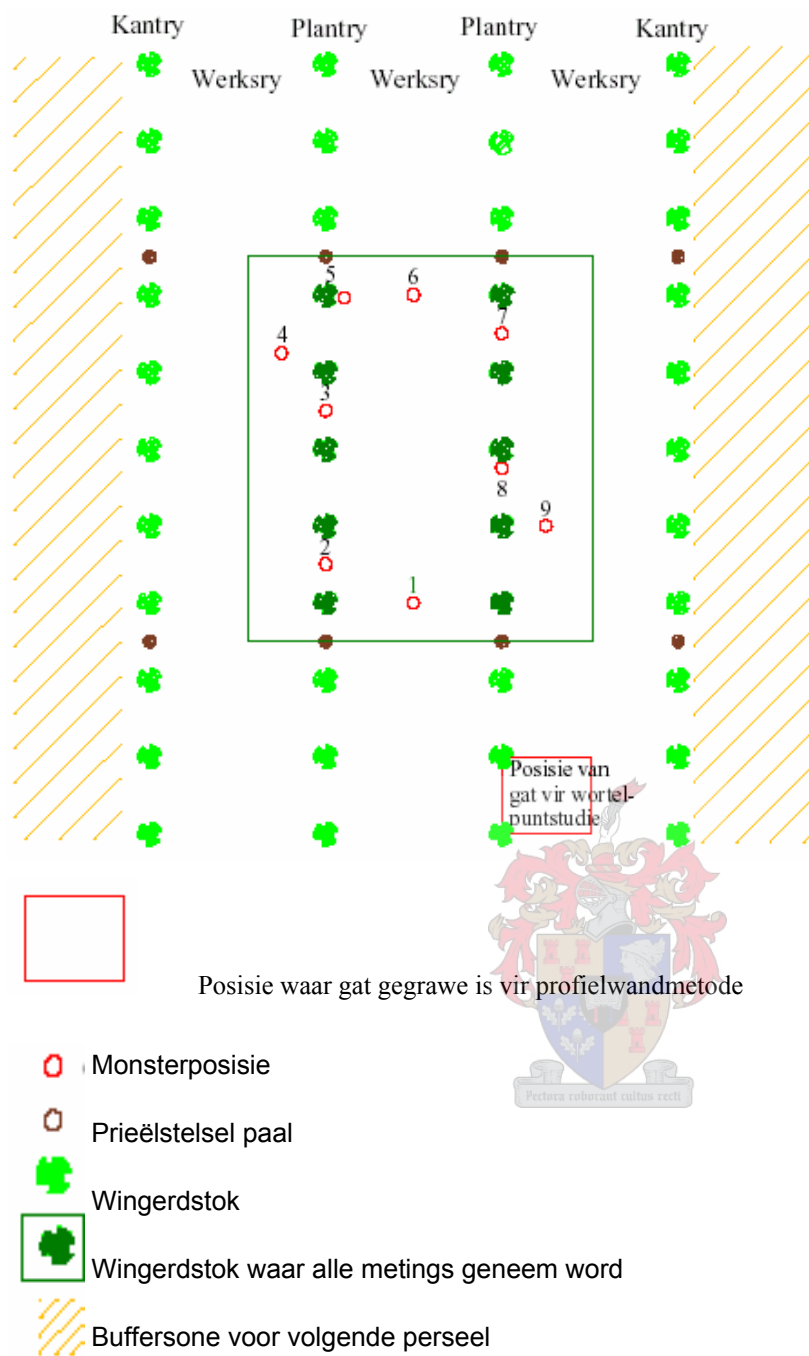
1/2 waar 1 = Behandeling en

2 = Herhaling

Behandelings ondersoek tydens studie:

1. *Meganies – Meganiese skoonbehandeling gedurende die groeiseisoen. Natuurlike onkruid in winter.*
2. *Chemies – Chemiese onkruidbeheer in die groeiseisoen. Natuurlike onkruid in winter.*
3. *Strooi – Voloppervlak strooideklaag.*
4. *Korog vb – Saai voloppervlak korog, spuit dood voor bot.*
5. *Weiwieke vb – Saai voloppervlak weiwieke, spuit dood voor bot.*
6. *Weiwieke – Saai voloppervlak weiwieke, spuit slegs plantry dood, bemes en besproei na behoefte.*
7. *Korog – Saai voloppervlak korog, spuit slegs plantry dood, bemes en besproei na behoefte.*
8. *Permanent – Permanente raaigras dekgewas, bemes en besproei na behoefte.*

Figuur 2 : Proefuitleg van die 14 oppervlakbehandelingspraktyke op die LNR-proefplaas by Robertson maar met net die agt behandelings wat ondersoek is, aangedui.

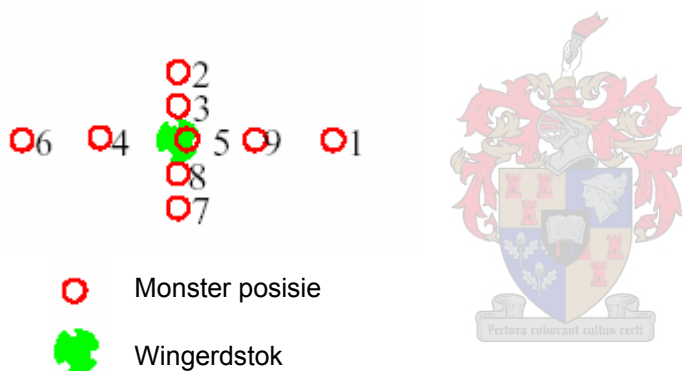


Figuur 3: Uitleg van een proefperseel.

## 2.2 Kernmetode

Daar is besluit om die kernmetode te gebruik op grond daarvan dat die metode nie destruktief is ten opsigte van die proefpersele nie. 'n Verdere voordeel is dat dit nie bloot 'n plat vlak is wat ondersoek word nie, maar die totale volume grond wat aan een stok gegun word om in te groei.

Die kernmetode behels die neem van grondmonsters van 'n vaste volume op vooraf bepaalde posisies en dieptes by die eerste drie herhalings van elke behandeling. In die studie is die volume van dié grondbore  $716.75 \text{ cm}^3$  en die posisies is vasgestel as nege posisies in die vorm van 'n kruis met die stok in die middel (Figuur 4). Die nege posisies is versprei tussen nege van die tien stokke soos in Figuur 3 aangetoon. Posisie 5 is so na as wat moontlik is aan die wingerdstok. Posisies 2, 3, 7 en 8 is op die plantry terwyl posisies 6, 4, 9 en 1 in die werksry is. Posisies 2 en 7 is presies tussen twee stokke op 0.6 m vanaf die stok terwyl 8 en 3 'n kwart van die afstand tussen twee stokke is naamlik 0.3 m. Posisies 6 en 1 is in die werksry presies tussen twee plantrye op 1.375 m vanaf die wingerdstok. Posisies 9 en 4 is 'n kwart van die afstand tussen twee plantrye, naamlik 0.69 m. By elke posisie is daar vier monsters geneem 0-15 cm, 15-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm. Die 0-30 cm is in twee gedeeltes aangesien die grootste variasie in bewortelingsdigtheid in die grondhorison verwag is.



Figuur 4: Monsterposisies rondom 'n enkele wingerdstok.

Die monsters van vaste volume grond is in plastieksakke geplaas en so gou as moontlik in 'n koelkamer by  $-4 \text{ }^{\circ}\text{C}$  geplaas. Daar is slegs een herhaling op 'n slag in die veld gemonster om te voorkom dat monsters te lank in die koelkamer lê voordat die wortels vir verdere ontleding uitgewas word. Die monsters is dus tweeweeklik geneem tot al drie herhalings voltooi is. Wingerdwortels het in die tydperk tussen blom en 40 dae voor oes, minimale wortelgroei (Van Zyl, 1984). Die vier weke tussen die eerste monster en die laaste monster, het dus min invloed op die wortellengte per vaste volume wat gemeet is, gehad.

Die wortelwasser is vanaf die “Kirchhof-Pendar Do-it-Yourself Root Washer Plans” vervaardig (Kirchhof & Pendar, 1993). Die planne is egter aangepas weens die korrosie effek wat sanderige gronde op die lewensduurte van die Kirchhof-Pendar wortelwasser gehad het. Die Kirchhof-Pendar wortelwasser het 'n klein deursnee en slegs twee plekke waar die water ingespuut word. Dit veroorsaak dat die afstand vanaf die punt waar die water inspuut tot teen die rand van die emmer, te kort is. Die sand wat deur die water aangedryf word, beweeg dus net 'n kort afstand voor dit die wand van die emmer tref en 'n skuuraksie daarop uitvoer. Die korrosie-effek op die wand van die emmer veroorsaak dat die sand gou deur die wand van die emmer skuur.

Die wortelwasser waarmee die studie gedoen is (Figuur 5) bestaan uit 'n emmer met 'n 40 cm-deursnee en 'n gat in die boom waardeur 'n pyp met 'n deursnee van 20 cm steek. Die pyp is 20 cm laer as die boonste rand van die emmer en kegelvormig gemaak sodat die water deur die pyp val as die emmer met water gevul word. Die pyp steek 5 cm onder die emmer uit sodat 'n sif aan die onderkant vasgemaak kan word om die wortels wat saam met die water deur die pyp val, op te vang. Twee sentimeter van die onderkant van die emmer af is vier 5 mm-pypies teen 'n hoek geplaas waardeur water teen druk ingespuut word. Die hoek is so gestel dat die een inlaatplek die vorige straal onderskep en dus korrosie teen die wand tot 'n minimum beperk. Die water wat inspuut veroorsaak 'n swaai-aksie in die emmer wat saam met die spuitaksie die grondagregate opbreek en die wortels van die grond skei sodat die wortels dryf, deur die pyp val en op die sif aan die onderkant opgevang word.

Die proses begin deur die grond met wortels uit die koelkamer te haal, op 'n stuk plastiek uit te strooi en wortels wat sigbaar is met die hand te verwyder. Dit word gedoen aangesien die wortelwasser die bas van die wortels afbreek en die deursnee dus verminder word. Na die groot wortels verwyder is, is die grond met die res van die wortels in 'n emmer met water en  $\pm 10$  ml Calgon-oplossing gegooi (37.5 g natruimheksametafosfaat en 7.9 g natruimkarbonaat in 1 dm<sup>3</sup> water) om die kleie te dispergeer en om die fyner wortels los te maak. Aangesien die monster met grondbore geneem is, is die grond reeds baie los en minder as die aanbevole 25 ml Calgon (Böhm, 1979) was nodig. Na 20 minute is die grond en Calgon-oplossing in die wortelwasser geplaas en vir 10 minute

gewas om alle wortels uit die grond te onttrek. Nie alle wingerdwortels dryf nie en dit veroorsaak dat wanneer die was aksie klaar is en die wortelwasser skoon gemaak word, die oorblywende water en grond deur 'n sif gegooi moet word om seker te maak dat daar geen wortels agter bly nie. Die sif is daarna skoon gemaak deur alle wortels vanaf die sif te neem en in 'n plastiekbotteltjie te plaas en met etanol te preserveer tot dit later ontleed is.



Figuur 5 : Aangepaste “Kirchof-Pendar Do-it-Yourself Root Washer”.

Na alle wortels uit die gronde gewas is, is die wortels geskandeer. Om skandering moontlik te maak is die etanol afgegooi, die wortels gelaat om droog te word en gesorteer. Sortering was nodig aangesien daar wingerdwortels, onkruidwortels, dekgewaswortels asook ander organiese materiaal teenwoordig was. Die wingerdwortels was maklik om te onderskei van die res aangesien die wortels 'n rooibruin tot donkerbruin kleur het. Dit was egter nie moontlik om te onderskei tussen die onkruid- en dekgewaswortels nie aangesien beide 'n wit kleur het. Die wingerdwortels is tussen dik en dun wortels verdeel aangesien die dikker wortels die dunner wortels se beeld verwring as dit saam geskandeer word. Die nie-wingerdwortels (onkruid en dekgewas) is slegs

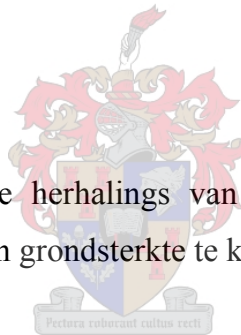
geweeg om 'n aanduiding van die kompetisie wat plaasvind tussen die wingerd, onkruid en dekgewasse te kry.

Die wortels wat saam geskandeer kon word is op 'n glas plaat geplaas sodat geen wortels aan mekaar raak nie. Die wortels word bedek met 'n wit agtergrond voordat op 'n skandeerder wat aan 'n rekenaar gekoppel is geplaas word.

Die wortels is as 'n swart-en-wit-tekening geskandeer en op rekenaar gestoor. Die beelde is later deur 'n program van Delta-T Devices naamlik *Delta-T SCAN* ontleed en dikte met ooreenkomstige lengtes is verkry (Delta-T Devices Ltd., Cambridge, UK). Die wortels is in dikteklasse verdeel nl. <0.5 mm, 0.5-2 mm, 2-5 mm, 5-10 mm en >10 mm. Dit is gedoen om die data met ander studies asook die profielwandmetode te kan vergelyk. Die program is egter nie geskik vir alle dikteklasse nie en dikker wortels moes noodgedwonge met die hand gemeet word.

### 2.3 Penetrometermetings

Die penetrometerstudie is op drie herhalings van elke behandeling gedoen om die wortelverspreiding aan die hand van grondsterkte te kan verklaar.



Die lesings is deur middel van 'n outomatiese penetrometer, vervaardig deur Geotron (Geotron, Posbus 2656, Potchefstroom, 2520. Tel.: (018) 294-4004 Faks: (018) 294-6116) (Figuur 6). Die drukpunt is 0.2" sq teen 'n druk van 7500 KPa. Die spoed van penetrasie is 1100 mm/min en die data word gestoor in inkremente van 5 mm. Maksimum penetrasiediepte is 900 mm. Van Huyssteen (1977) verwys na die verskille in weerstand wat 'n staalpunt en 'n wortel ondervind, maar ook dat die waardes hiermee verkry, vir korrelasie met verdigting gebruik kan word. Op elke behandeling is daar 54 penetrometerlesings geneem, 18 lesings per herhaling. Die metings is verdeel sodat ses in die middel van die werksry, ses in die wielspoor en ses op die bankie bepaal is.

Die gronde is tot veldwaterkapasiteit besproei voor die penetrometersudies onderneem is.





Figuur 6: Penetrometer met rekenaar wat vir penetrometerstudies gebruik is.

#### 2.4 Statistiese ontleding van wingerd bewortelingsdigtheid asook grondsterkte

Die beskikbare inligting is gebruik om areas onder die kurwe vir die X-as en die Y-as afsonderlik te bereken en beraamde areas vir die verskillende behandelings dan met behulp van 'n ANOVA te vergelyk. Wanneer gewerk is met 'n spesifieke as, is slegs waarnemings op daardie as gebruik, soos volg: Vir die x-as, die werksry met posisie 2, 3, 5, 7 en 8, is die volgende koördinate gebruik  $(-0.6, 0)$ ,  $(-0.3, 0)$ ,  $(0, 0)$ ,  $(0.3, 0)$  en  $(0.6, 0)$  volgens afstand vanaf stok. Die y-as is dwars met die plantry, posisies 6, 4, 5, 9, en 1, is die volgende koördinate:  $(0, -1.38)$ ,  $(0, -1.69)$ ,  $(0, 0)$ ,  $(0, 1.38)$  en  $(0, 0.68)$  volgens afstand vanaf stok, gebruik. Die area onder die kwadratiese kurwe is met behulp van Simpson se reël, vir elke Blok\*Beh\*Diepte-kombinasie beraam. Beraamde areas onder die grafiek is statisties vergelyk in 'n Analise van Variansie. 'n Ewekansige blok gesplete perseelmodel, met *behandeling* as hoofperseelfaktor en *diepte* as subperseelfaktor is gepas. Elke lengteklas is afsonderlik ontleed, asook 'n totale lengte.



### 3 Resultate en besprekings

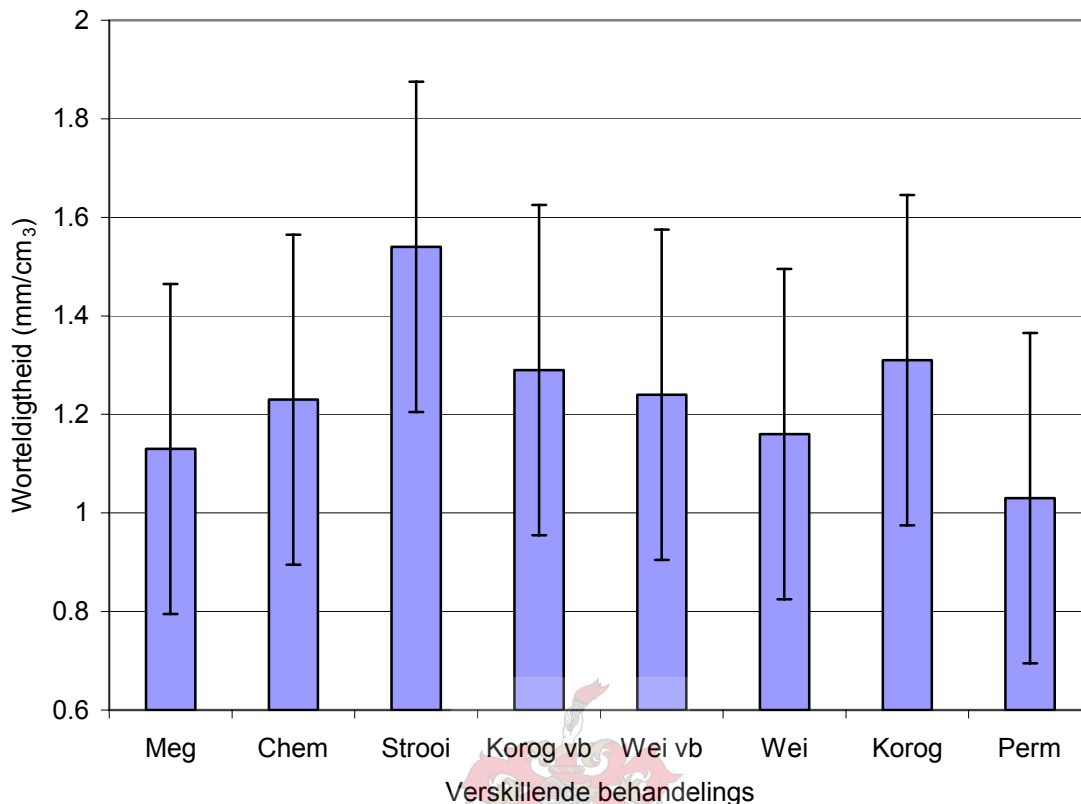
#### 3.1 Grondkundige ontleding

Tydens die profielbeskrywing wat gedoen is in die vierde herhaling van elke behandeling, is verskille in terme van vry kalk wat voorkom waargeneem. Kalkkonkresies is op plekke waargeneem. Dit was afkomstig van termietaksie en is tydens grondvoorbereiding van dieper lae boontoe gebring. Die verspreiding van kalkkolle asook die ewekansige verspreiding van die behandelings bring mee dat indien die gronde enige invloed op die wortelverspreiding het dit ewekansig verspreid is. Die verskille tussen behandelings is nie beïnvloed nie maar wel die variasie tussen herhalings.

pH(H<sub>2</sub>O)- en weerstandontledings (Bylaag 2) is tydens die monsterneemproses van die eerste herhaling vir die kernmetode gedoen. Die data dui aan dat daar geen verskille in afstand vanaf die stok of bitter min verskille in diepte waargeneem is nie en dit het dus nie 'n invloed op die wortelverspreiding gehad nie.

#### 3.2 Totale bewortelingsdigtheid van wingerd onder verskillende behandelings

Figuur 8 dui die verskille aan tussen die gemiddelde wingerdworteldigtheid gevind in die totale volume vir een wingerdstok onder die verskillende oppervlaktewerkings. Alhoewel daar geen statisties betekenisvolle verskille gevind is nie, stem die tendense gevind ooreen met die werk van vorige navorsers (Van Huyssteen en Van Zyl). Die strooideklaag wat die oppervlakte beskerm en onkruid onderdruk, het geneig na die hoogste bewortelingsdigtheid van al die behandelings met 'n bewortelingsdigtheid van 1.54 mm/cm<sup>3</sup>. Daarteenoor het die permanente dekgewas wat reg deur die jaar in kompetisie met die wingerd is, geneig tot die laagste bewortelingsdigtheid (1.03 mm/cm<sup>3</sup>). Die chemiese behandeling wat die onkruidgroei onderdruk, sonder dat die grond bewerk is, se bewortelingsdigtheid van 1.23 mm/cm<sup>3</sup> het hoër geneig as die van die meganiese behandeling. Laasgenoemde se bewortelingsdigtheid van 1.13 mm/cm<sup>3</sup>, waar die grond elke keer tot op 'n diepte van tien sentimeter deur middel van 'n skotteleg los gemaak word, was laer. Die verskil van 0.10 mm/cm<sup>3</sup> vir die gemiddelde bewortelingsdigtheid van 'n behandeling is 'n verskil van 297 m in totale wortellengte van een wingerdstok.



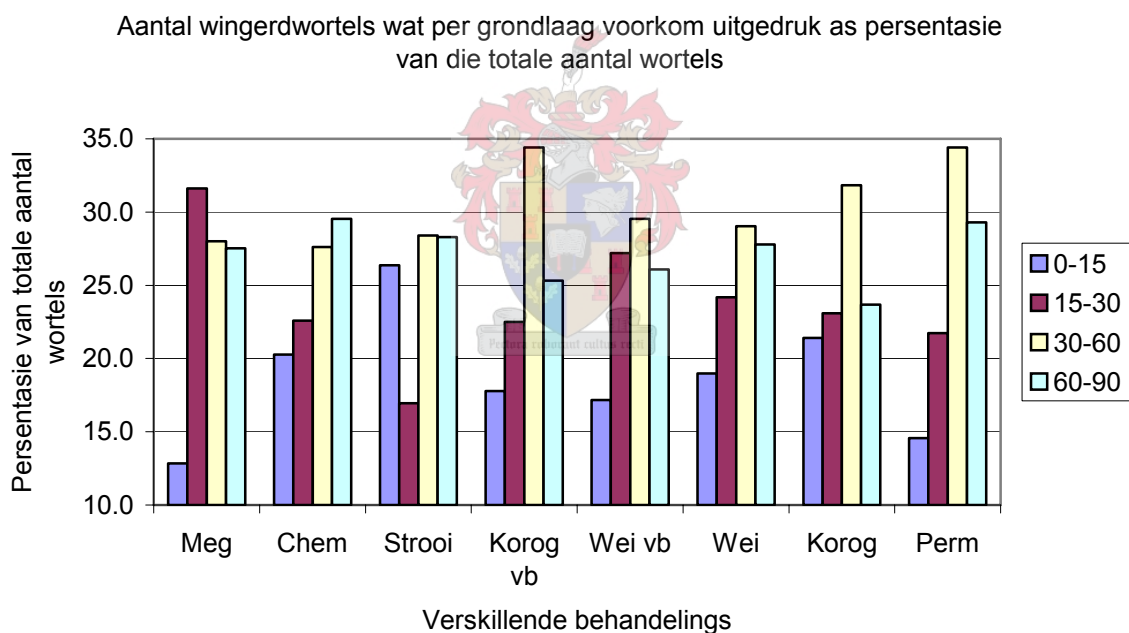
Figuur 8: Die gemiddelde bewortelingsdigtheid per behandeling soos bepaal vir die totale volume vir een stok (KBV  $t=0.05$ ).

Die weiwieke wat voor bot doodgespuit is, het 'n bewortelingsdigtheid van 1.24 mm/cm<sup>3</sup> gehad. Die weiwieke wat gelaat word om self dood te gaan, het laer geneig met 'n bewortelingsdigtheid van 1.16 mm/cm<sup>3</sup>. Die laer bewortelingsdigtheid kan verklaar word deur ongepubliseerde data (J Fourie) van die langtermynproef wat daarop dui dat die weiwieke 'n swak bedekking vorm en onkruidgroei nie onderdruk word later in die seisoen nie. Die weiwieke sterf later in die seisoen, gedurende November, en is dus vroeg in die seisoen in kompetisie met die wingerdstok, terwyl die onkruid reg deur die seisoen in kompetisie met die wingerdstok is. Die korog-voor-botbehandeling en die korogbehandeling het egter baie na aan dieselfde bewortelingsdigtheid gehad. Die rede vir die resultaat kan ook verklaar word deur ongepubliseerde data (J Fourie) van die langtermynproef deur die feit dat korog 'n gewas is wat natuurlik vroeg in die seisoen afsterf, gedurende September. Daarmee saam vorm korog 'n baie beter grondbedekking

as weiwieke en onderdruk die ontkieming van onkruid reg deur die groeiseisoen van die duiwe.

### 3.3 Diepteverspreiding van wingerdwortels rondom 'n wingerdstok

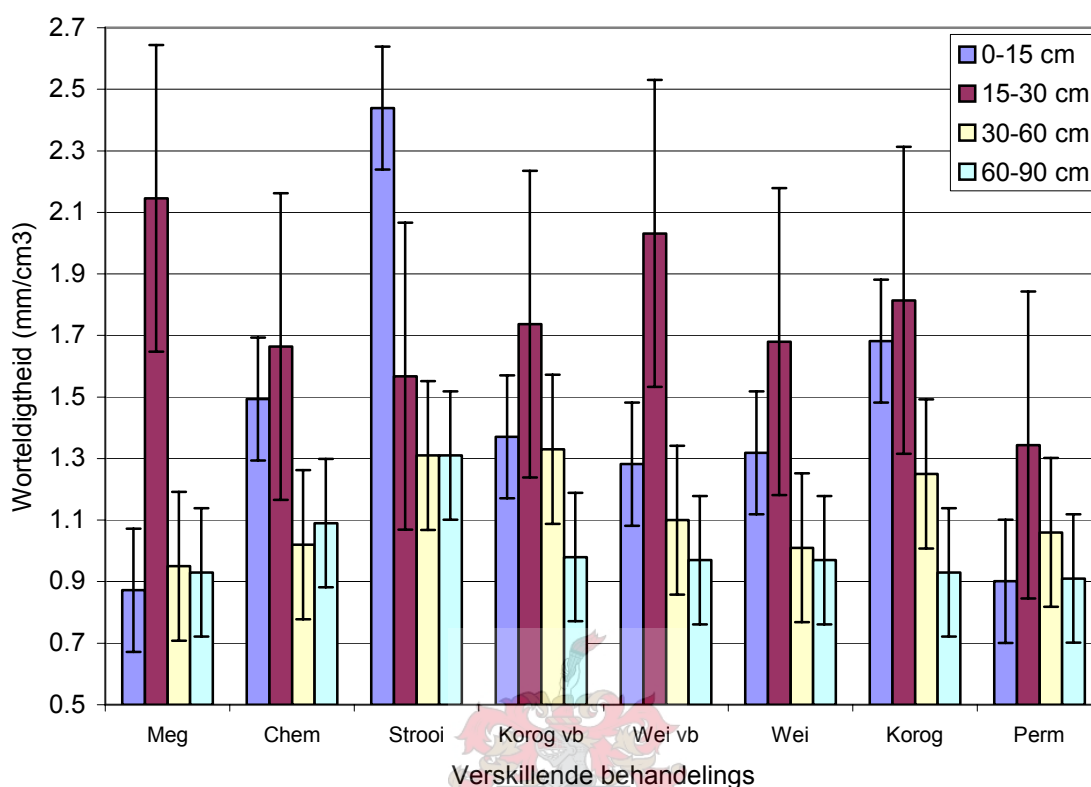
Alhoewel die verskillende behandelings verskillende worteldigthede toon is daar 'n baie klein verskil indien bewortelingsdigtheid per grondlaag as persentasie van die totale bewortelingsdigtheid uitgedruk word. In al die behandelings is gevind dat gemiddeld 42.6% van die wortels in die boonste 30 cm grondlaag voorkom (Figuur 9). Die permanente dekgras onderdruk egter die wingerdwortels in so 'n mate dat slegs 36.3% van die wingerdstok se wortels in die boonste 30 cm grondlaag voorkom. Indien die 0-30 cm egter verdeel word tussen 0-15 cm en 15-30 cm is daar groot verskille tussen die behandelings. Die strooideklaag het 26.4% van sy wortels in die boonste 15 cm terwyl die meganiese behandeling slegs 12.2% van sy wortels in die eerste 15 cm het.



Figuur 9: Hoeveelheid wingerdwortels wat per grondlaag voorkom uitgedruk as persentasie van totaal.

Die gemiddelde bewortelingsdigtheid per diepte grondlaag toon aan dat al die behandelings, behalwe die strooideklaag, neig na 'n toename in bewortelingsdigtheid vanaf 0-15 cm grondlaag na die 15-30 cm grondlaag (Figuur 10). Vanaf die 15-30 cm-grondlaag neig al die behandelings na 'n afname van die 30-60 cm grondlaag en vanaf die

30-60 cm grondlaag na die 60-90 cm grondlaag vind 'n verdere daling plaas óf bly die digtheid konstant.



Figuur 10: Verskille in wingerdbewortelingsdigtheid tussen 0-15 cm en 15-30 cm van verskillende behandelings (KBV  $t=0.05$ ).

Die strooideklaag beperk geen wortelgroei in die 0-15 cm grondlaag nie en is die enigste behandeling wat neig na 'n hoër bewortelingsdigtheid in die 0-15 cm grondlaag as in die res van die grondprofiel. Alhoewel daar 'n toename in bewortelingsdigtheid vanaf die wingerdstok na die middel van die werksry is, neig die bewortelingsdigtheid in die 0-15 cm grondlaag hoër in die wielspoor as in die middel van die werksry. Al verklarings wat vir die tendens gegee kon word is dat daar 'n voor onder die wielspoor ontstaan waarin water aansamel - dus 'n funksie van waterverspreiding. Dit is egter nie ondersoek tydens die studie nie. Nog 'n tendens wat die strooideklaag onderskei van die ander behandelings is die feit dat die 60-90 cm grondlaag se bewortelingsdigtheid neig om hoër te wees as al die ander behandelings se bewortelingsdigtheid. Die bevinding stem ooreen met Van Huyssteen (1988) se bevinding dat met die skep van gunstige groeitoestande in

die boonste grondhorison (0-30 cm), die bewortelingsdigtheid in totaal toeneem en nie net in die boonste horison nie.

In Figuur 10 word waargeneem dat die meganiesebehandeling en die permanentedekgewas bewortelingsdigtheid in die 0-15 cm grondlaag onderdruk. Die bewortelingsdigtheid in die 0-15 cm grondlaag van die permanentedekgewas en meganiesebehandeling neig om die laagste van al die behandelings te wees ( $0.87 \text{ mm/cm}^3$ ). Weens die feit dat die bewortelingsdigtheid beperk word in die 0-15 cm grondlaag is daar die toename in die 15-30 cm grondlaag. Die meganiesebehandeling bied geen beperkings in die 15-30 cm grondlaag nie en die toename in bewortelingsdigtheid is  $1.28 \text{ mm/cm}^3$ . Die permanente dekgewas bied egter kompetisie vir die wingerdwortels selfs op dieper gronddieptes en die toename in bewortelingsdigtheid is slegs  $0.44 \text{ mm/cm}^3$ . Die permanente dekgewas toon in die middel van die werksry 'n toename van slegs  $0.21 \text{ mm/cm}^3$ . Aangesien die permanente dekgewas nooit doodgaan of ingeploeg word nie, is die permanente dekgewaswortels baie dieper as in die geval van 'n eenjarige dekgewas. Dit is om die rede dat die toename in bewortelingsdigtheid tussen die 0-15 en 15-30 cm grondlaag so min is.

Weens die losmaakaksie by die meganiesebehandeling word wingerdwortelgroei nie in die 0-15 cm laag bevoordeel nie. In die middel van die werksry in die 0-15 cm grondlaag is die bewortelingsdigtheid slegs  $0.56 \text{ mm/cm}^3$  en die 15-30 cm grondlaag is die bewortelingsdigtheid  $1.57 \text{ mm/cm}^3$ . Dieselfde tendens ten opsigte van vertikale verspreiding is onder die plantry sigbaar. In die plantry is die 0-15 cm grondlaag se bewortelingsdigtheid  $1.64 \text{ mm/cm}^3$  en die 15-30 cm grondlaag is die bewortelingsdigtheid  $2.72 \text{ mm/cm}^3$ .

Die eenjarige dekgewasbehandelings en die chemiesebehandelings se bewortelingsdigtheid toon dieselfde tendens met 'n matige toename in die 15-30 cm grondlaag voor 'n afname na die 30-60 cm grondlaag. Die weiwieke voor botbehandeling toon egter 'n baie sterker toename in die 15-30 cm grondlaag. Die sterk toename kan toegeskryf word aan die hand van die bevindinge van die meganiesebehandeling.

Wortelsnoei vind plaas tot op 10 cm en weens 'n swak opkoms die laaste drie jaar was die beskerming van die oppervlak deur die dekgewas, baie swak. Dit is ook opmerklik dat beide die korogbehandelings 'n hoër bewortelingsdigtheid in die 30-60 cm grondlaag behou, gelykstaande aan die strooideklaag se bewortelingsdigtheid.

Weens die ontblote grond, as gevolg van die chemiese beheer wat in die chemiesebehandeling toegepas word, is die bewortelingsdigtheid in die 0-15 cm grondlaag laer as in die 15-30 cm grondlaag. Die tendens ondersteun bevindings van Van Huyssteen (1977). Daar word egter gevind dat die bewortelingsdigtheid in die wielspoor die hoogste is in die 0-15 cm grondlaag en dan skerp na die 30-60 cm lae afneem. Die bewortelingsdigtheid van die chemiesebehandeling in die wielspoor het naas die strooideklaag die hoogste waarde van al die behandelings. Die rede vir die hoër bewortelingsdigtheid in die wielspoor kan moontlik aan waterverspreiding toegeskryf word aangesien die wielspoor die laagste punt aan die oppervlakte is en water dus daar aansamel.

Die korog voor botbehandeling het egter 'n hoër bewortelingsdigtheid in die 0-15 cm grondlaag as die ander behandelings. Daarmee saam het die korog voor bot en die korogdekgewasbehandelings hoër bewortelingsdigtheid in die 30-60 cm grondlaag as beide weiwiekebehandelings gehad. Die weiwieke voor bot het die laagste bewortelingsdigtheid in die 0-15 cm grondlaag naamlik  $1.28 \text{ mm/cm}^3$  maar die hoogste in die 15-30 cm grondlaag naamlik  $2.03 \text{ mm/cm}^3$  gehad.

In die middel van die werksry het die weiwieke en korog wat voor bot doodgespuit word, die hoogste bewortelingsdigtheid van die eenjarige gewasse. Die hoër waarde is moontlik as gevolg van die gebrek aan kompetisie tussen die dekgewas en die wingerd se wortels. Daar word egter gevind dat die weiwieke en korog wat nie doodgespuit word nie, hoër worteldigthede in die wielspoor het. Daar is geen grondsterkteverskille wat die tendens verklaar nie en die kans is groter dat waterverspreiding die oorsaak daarvoor is.

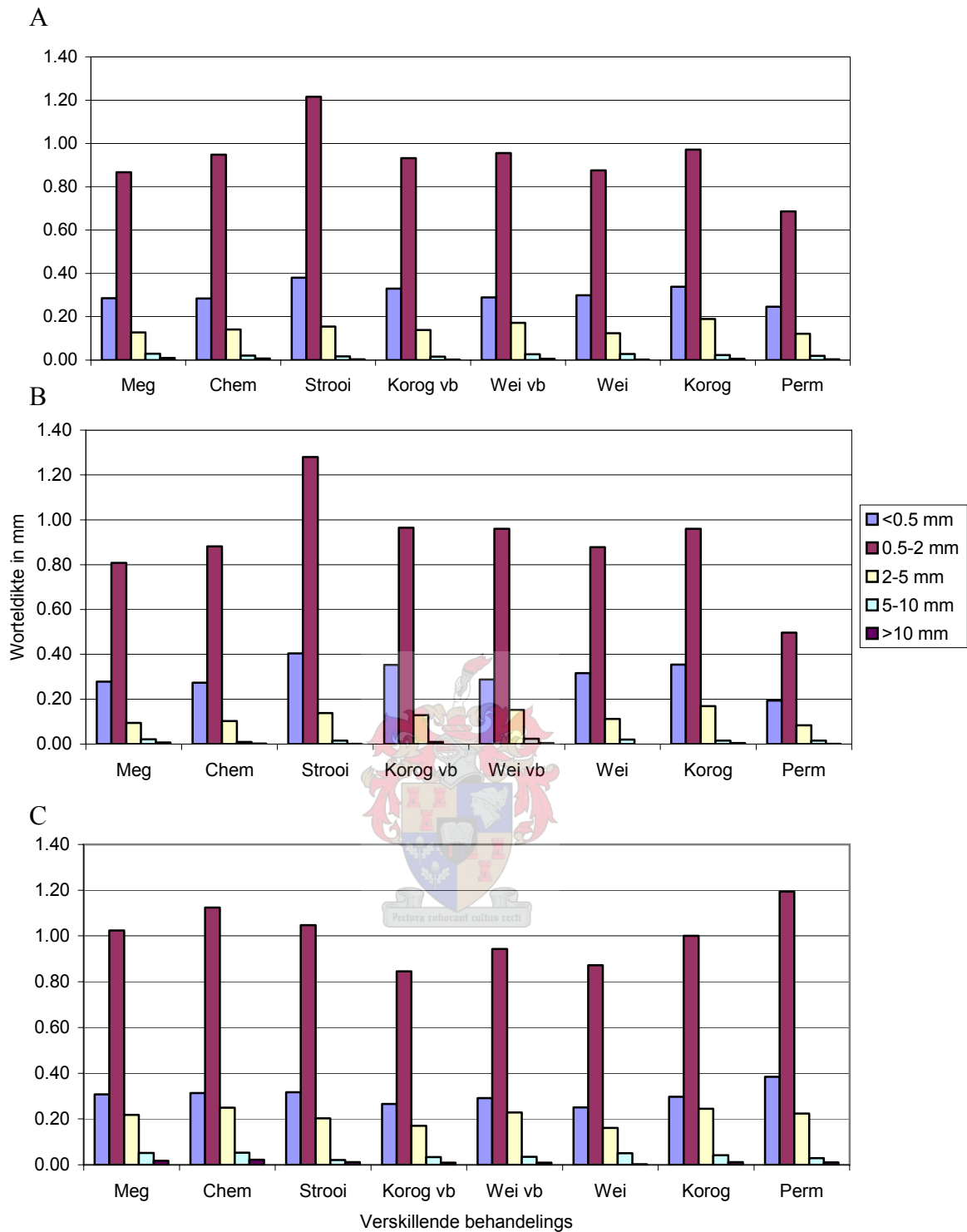
### 3.4 Wingerdworteldikteverspreiding

Archer en Hunter (2004) verwys na die feit dat lowerbestuurspraktyke sowel as preeëlstelsel direk op worteldiktesamestelling van die wortelstelsel impakkeer. Die lowerbestuur, preeëlstelsel en grondvoorbereiding was dieselfde oor die hele perseel en daar kan afgelei word dat die verskillende oppervlaktewerkings die worteldiktesamestelling beïnvloed het.

Daar is gevind dat 87.5% van die wortels kleiner was as 2 mm (Bylaag 3). Die syfer is laer as gevind deur Archer, Swanepoel en Strauss (1988) en kan toegeskryf word aan die wortelwasproses wat moontlik van die kleiner as 0.85 mm wortelgrootte laat verlore gaan aangesien dit die kleinste siggrootte is wat gebruik is.

Uit Figuur 11 word waargeneem dat die 0-2 mm wortels onder die plantry neig om baie konstant te wees. Daarmee saam neig die wortels groter as 10 mm om baie meer te wees onder die plantry as die onder die werksry. Onder die werksry waar die grootste variasie voorkom neig die grootste persentasie van die wortels om fyn wortels te wees.

As daar na die totale verspreiding gekyk word, is dit duidelik dat die strooideklaagbehandeling die ontwikkeling van fyn wortels bevoordeel. Die korog voor botbehandeling se verspreiding neig om baie naby aan dié van die strooideklaag te wees terwyl die ander eenjarige dekgewasse weer neig om nader aan die meganiesebehandeling se verspreiding te lê. Die permanente dekgewas onderdruk wortelgroei in so 'n mate dat die persentasie fyn wortels onderdruk word.

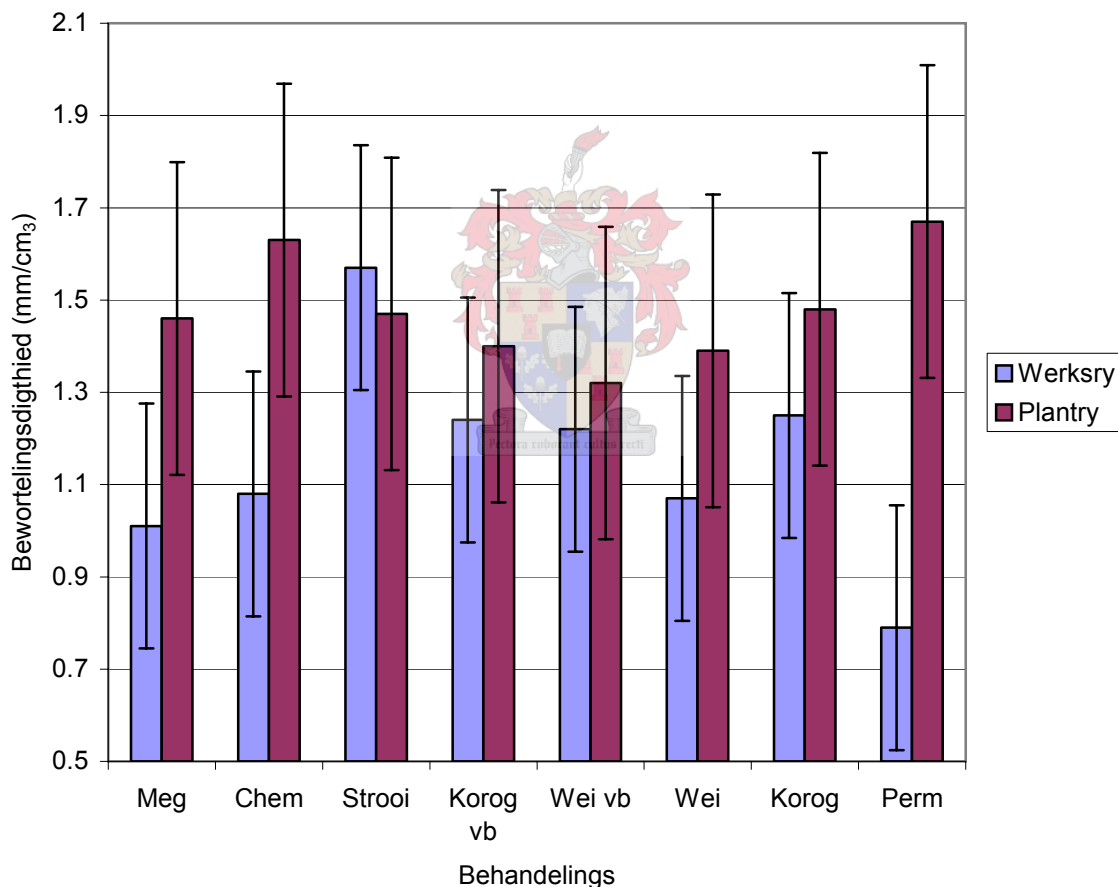


Figuur 11: Gemiddelde bewortelingsdigtheid en persentasie per dikteklaas volgens: A) totale se gemiddelde, B) werksry se gemiddelde en C) plantry se gemiddelde vir elke behandeling.



### 3.5 Die plantry en die werksry

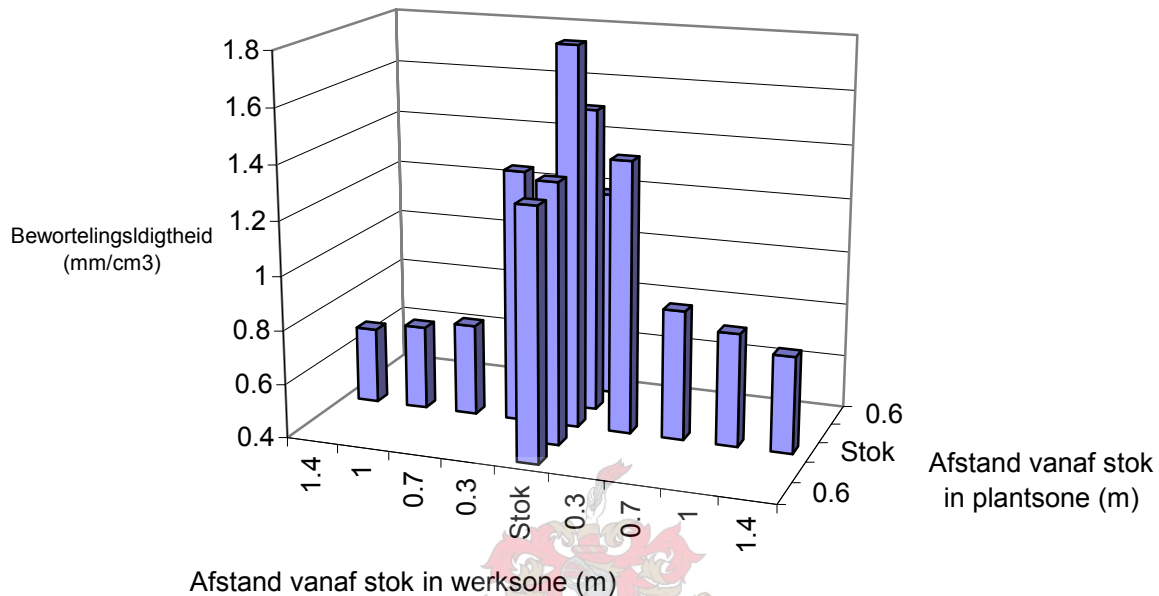
Daar is reeds in Hoofstuk 2 (materiale en metodes) na die werksry en plantry verwys. Die plantry bestaan uit die gedeelte onder die wingerdstok waar geen bewerking plaasvind nie. Die werksry daarteenoor, bestaan uit die gedeeltes tussen die plantrye waar die behandelings asook trekkerverkeer plaasvind (Figuur 3). Die plantry word chemies beheer teen onkruid vir al die behandelings behalwe die strooideklaag wat oor die hele oppervlakte uitgestrooi word. Dit is belangrik om daarop te let dat die werksry 72.7% van die oppervlakte uitmaak, terwyl die plantry slegs 27.3% van die oppervlakte uitmaak soos in die veld gemeet. Figuur 12 dui die verskille in bewortelingsdigtheid tussen die werksry en plantry van die verskillende behandelings aan.



Figuur12: Gemiddelde verskille in bewortelingsdigtheidsverskille van die plant- en werksry vir die verskillende behandelings (KBV  $t=0.05$ ).

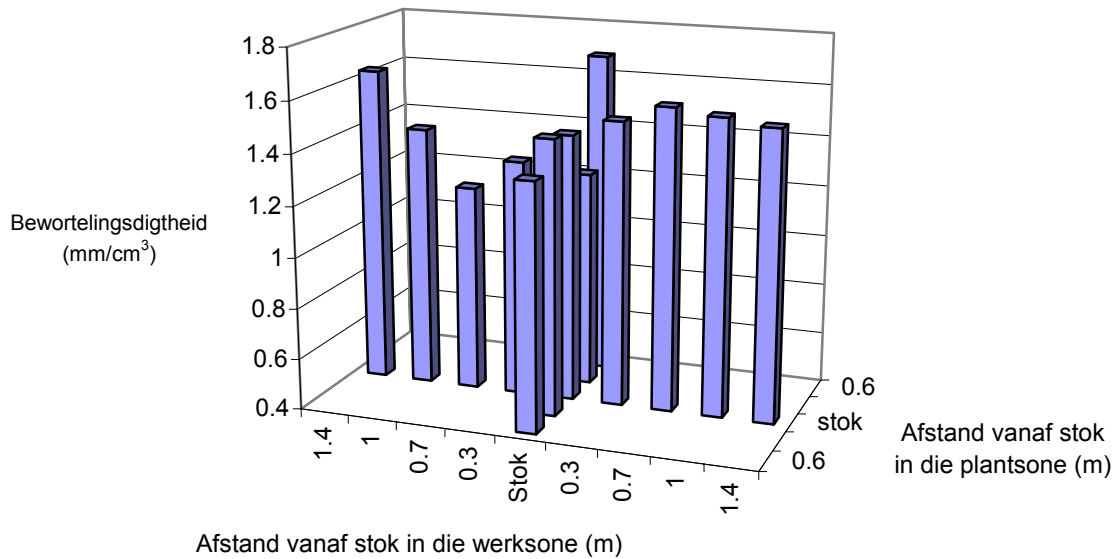
Die permanente dekgewas het 'n bewortelingsdigtheid van 0.79 mm/cm<sup>3</sup> in die werksry terwyl die bewortelingsdigtheid in die plantry 1.67 mm/cm<sup>3</sup> is (Figuur 12). As die plantry

ondersoek word, word gevind dat die bewortelingsdigtheid by die stok is die hoogste is by al die behandelings naamlik  $2.11 \text{ mm/cm}^3$  (Figuur 13). 'n Sterk afname vind plaas na die middel van die plantry en 'n bewortelingsdigtheid van  $1.38 \text{ mm/cm}^3$  word tussen twee stokke gevind. Die wingerdwortels konsentreer dus nie net onder die plantry nie, maar meer spesifiek onder die wingerdstok self.



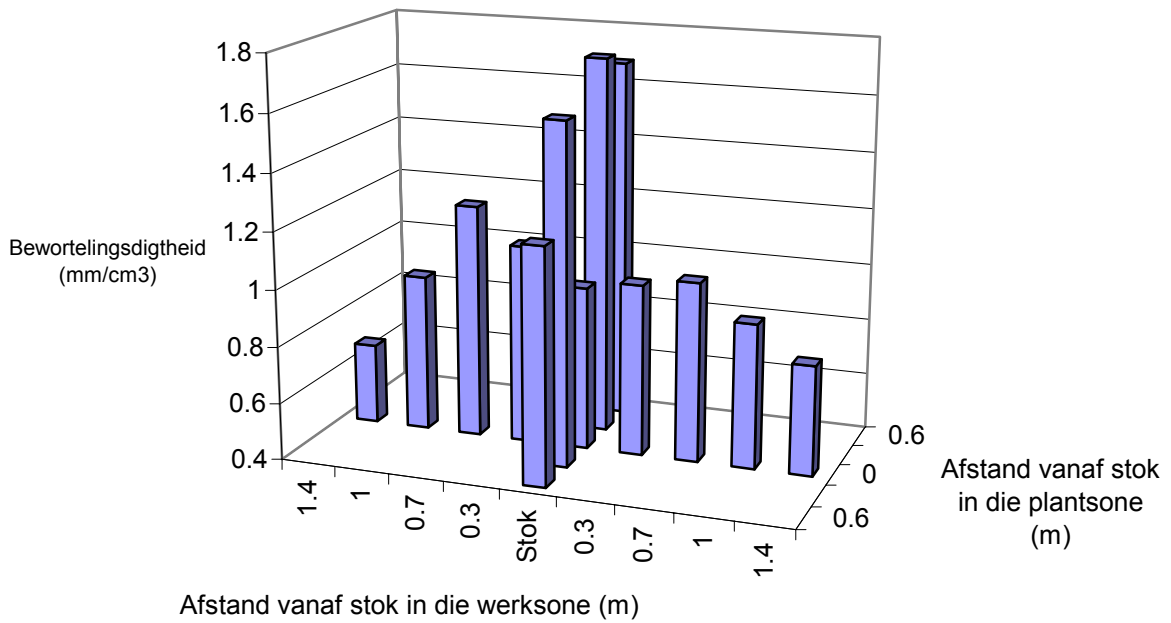
Figuur 13: Die bewortelingsdigtheidsverspreiding rondom 'n wingerdstok onder die permanentedekgewasbehandeling.

Die gemiddelde bewortelingsdigtheid van die strooideklaagbehandeling in die werksry is  $1.57 \text{ mm/cm}^3$  en  $1.47 \text{ mm/cm}^3$  in die plantry (Figuur 12). Daar word gevind dat die bewortelingsdigtheid van  $1.27 \text{ mm/cm}^3$  by die stok toeneem na  $1.62 \text{ mm/cm}^3$  in die middel van die werksry (Figuur 14). Die verwagting was dat die bewortelingsdigtheid in die plantry ook die hoogste sou wees aangesien die strooideklaag oor die plantry ook strek. Die strooideklaag is egter die enigste behandeling wat geen bewortelingsdigtheid toename in die plantry teenoor die werksry veroorsaak nie. Al verklaring vir die bevinding is dat die wingerdstok nie nodig het om te kompenseer vir lae bewortelingsdigtheid nie en die hele volume wat beskikbaar is vir wortelgroei benut word.



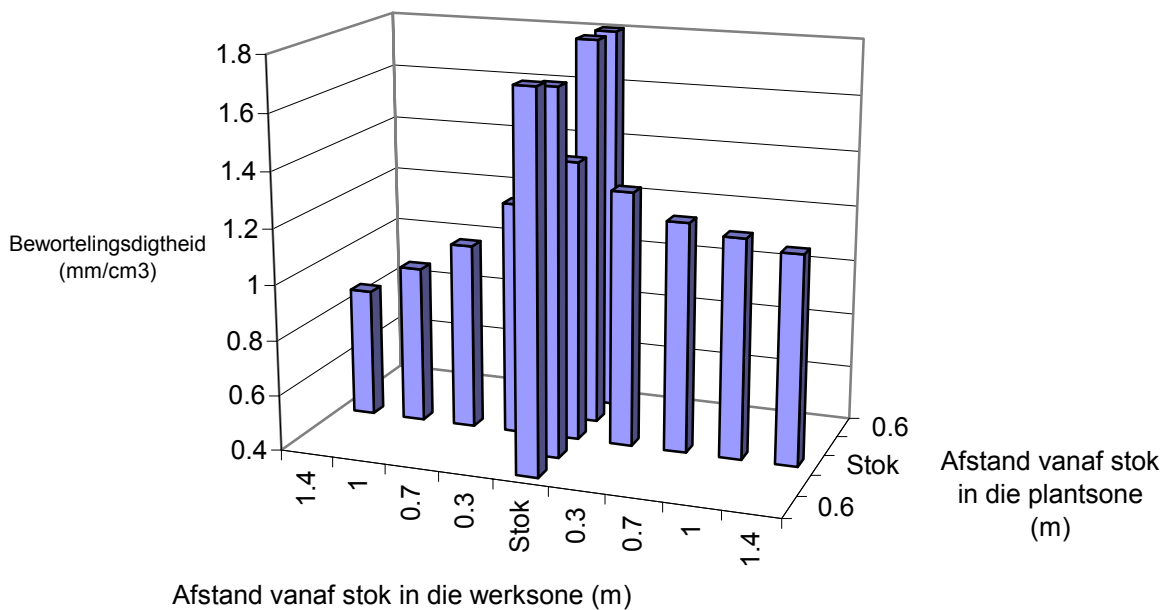
Figuur 14: Die bewortelingsdigtheidsverspreiding rondom 'n wingerdstok onder die strooideklaagbehandeling.

By die meganiesebehandeling is waargeneem dat bewortelingsdigtheid toeneem in die plantry soos wat daar weg beweeg word vanaf die stok. By die stok is die digtheid  $1.16 \text{ mm/cm}^3$  en op afstand van  $0.3 \text{ m}$  is die digtheid  $1.72 \text{ mm/cm}^3$ . Die bewortelingsdigtheid neem egter af soos weg beweeg word vanaf die stok na die middel van die werksry. Die bewortelingsdigtheid in die middel van die werksry is  $0.85 \text{ mm/cm}^3$ . Die meganiesebehandelingaksie veroorsaak dat die wingerdwortels onder die plantry toeneem om te kompenseer vir die lae bewortelingsdigtheid in die werksry wat tydens die bewerkingsaksie vernietig word (Figuur 15).



Figuur 15: Die bewortelingsdigtheidsverspreiding rondom 'n wingerdstok onder die meganiese behandeling.

By die chemiesebehandeling is gevind dat die plantry 'n bewortelingsdigtheid van  $1.63 \text{ mm/cm}^3$  het terwyl die werksry slegs 'n bewortelingsdigtheid van  $1.08 \text{ mm/cm}^3$  het (Figuur 12). Die bewortelingsdigtheid by die stok is  $1.29 \text{ mm/cm}^3$  en neem af na  $1.06 \text{ mm/cm}^3$  in die middel van die werksry. Soos by die meganiesebehandeling neem die bewortelingsdigtheid toe na  $1.78 \text{ mm/cm}^3$  in die middel van die plantry (Figuur 16). Die chemiesebehandeling toon ook dat die wingerdstok sy wortels onder die plantry konsentreer om te kompenseer vir die negatiewe bewortelingsdigtheid in die werksry.



Figuur 16: Die bewortelingsdigtheidsverspreiding rondom 'n wingerdstok onder die chemiese behandeling.

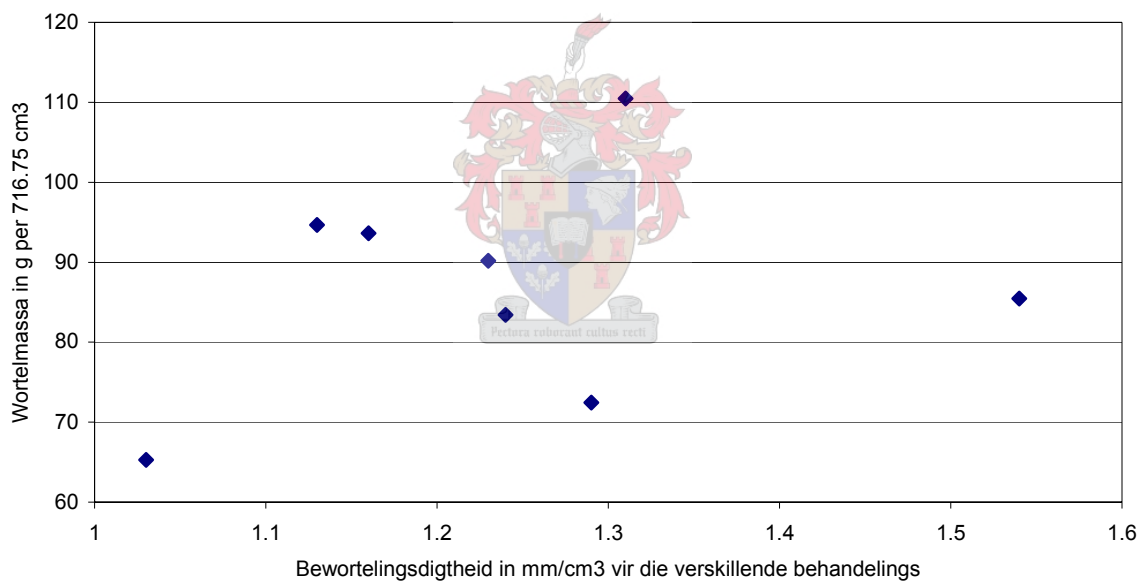
By die eenjarige dekgewasse word ook gevind dat die bewortelingsdigtheid onder die plantry hoër is as onder die werksry. In die werksry is die gemiddelde bewortelingsdigtheid  $1.21 \text{ mm/cm}^3$  en in die plantry  $1.40 \text{ mm/cm}^3$ . Die eenjarige dekgewasse wat nie voor bot doodgespuit is nie het 'n hoër bewortelingsdigtheid in die plantry as die wat voor bot doodgespuit word. Die rede hiervoor is ook dat die wingerdstok kompenseer vir kompetisie in die werksry.

Figuur 11 (Data ook aangedui in Bylaag 3) dui aan dat die dikteverspreiding tussen die plantry en die werksry ook verskil. In die werksry is die worteldikte kleiner as twee millimeter, 89.6% van die totale lengte terwyl in die plantry dit slegs 83.3% is. Daarmee saam is 44.5% van die wortels in die plantry in die boonste 30 cm grondlaag terwyl in die plantry slegs 37.5% in die boonste 30 cm grondlaag voorkom. Dit wil dus voorkom dat die wortels in die werksry, al is dit minder as die plantry, fyner en vlakker is. Hierdie bevinding is belangrik aangesien gunstige grondtemperatuur vroeg in die seisoen belangrik is vir die produksie van sekere ensieme.

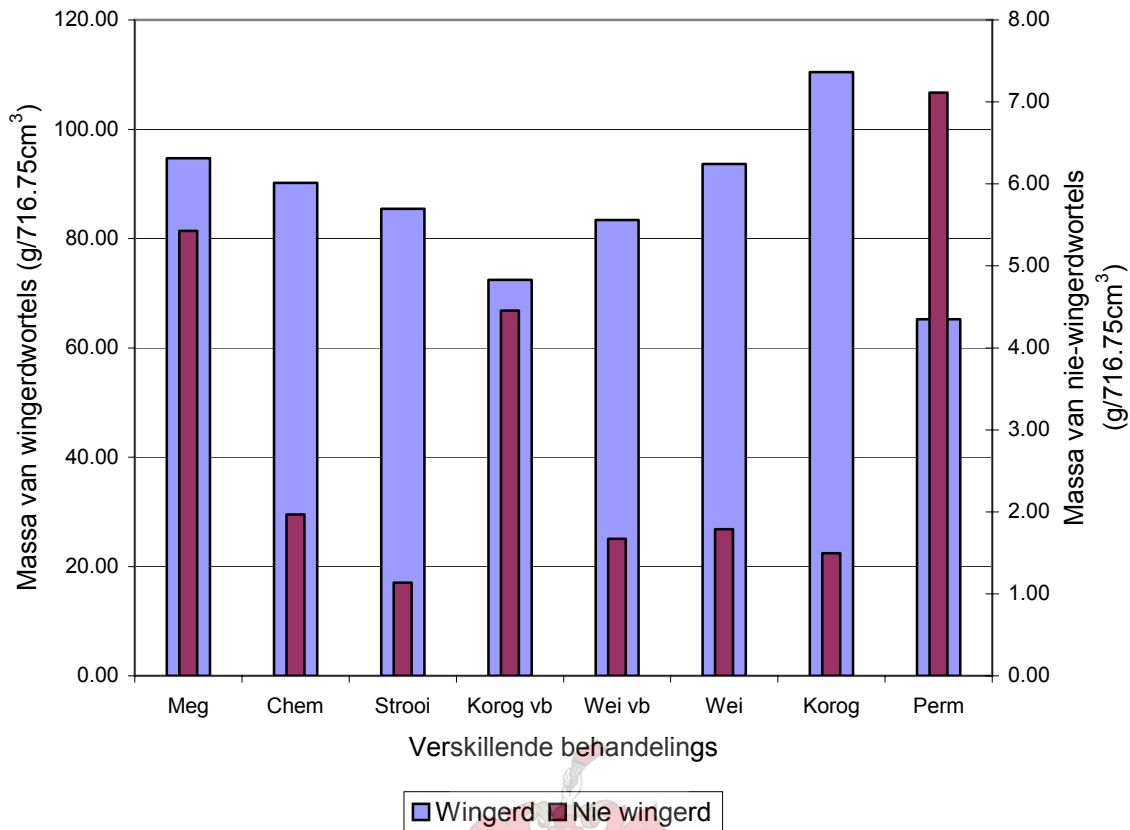
### 3.6 Wortelmasse

Die massa van die wingerd- en nie-wingerdwortels is geneem tydens die skandering van die wortels. Wortelmasse is die enigste metode om wingerd- en nie-wingerdwortels te kan vergelyk, aangesien die ligte kleure van die nie-wingerdwortels dit onmoontlik maak om te kan skandeer.

Geen statistiese korrelasie kon egter gevind word tussen die wortelmasse ( $\text{g}/716.75\text{cm}^3$ ) en bewortelingsdigtheid ( $\text{mm}/\text{cm}^3$ ) van die ooreenstemmende behandelings nie (Figuur 17). Die enigste verwantskap wat gevind kon word is dat die permanentedekgewas die laagste massa wingerdwortels het en die hoogste massa nie-wingerdwortels (Figuur 18). Dit kom ook na vore dat die strooibehandeling die laagste nie-wingerdwortelmasse het wat aansluit by vorige bevindings dat die strooi die onkruid die beste onderdruk.



Figuur 17: Die ooreenstemmende verwantskap tussen bewortelingsdigtheid en wortelmasse vir die agt behandelings.



Figuur 18: Totale wortelmasa van die wingerd en nie-wingerdwortels van al die behandelings per 716.75 cm<sup>3</sup>.

'n Verdere waarneming wat na vore kom is dat die wortelmasa van al die behandelings behalwe die strooi- en permanentedekgewasbehandeling vanaf die 0-15 cm laag na 15-30 cm toeneem. In die geval van bewortelingsdigtheid (mm/cm<sup>3</sup>) word dieselfde tendens by die strooibehandeling waargeneem maar die permanentedekgewasbehandeling toon 'n afname vanaf 0-15 cm na 15-30 cm.

Geen data wat tydens die studie ingesamel is, kon 'n rede vir die verskille tussen die wortellengte en wortelmasa ontledingmetodes bied nie. Die wingerdwortels word geskander en later deur middel van *Delta-T Scan* ontleed in verskillende dikte- en lengteklasse. Die wortels is in geheel geweeg tydens die skandering en gevolglik kan daar nie 'n massa per dikteklas gegee word nie.

### 3.7 Penetrometerstudies

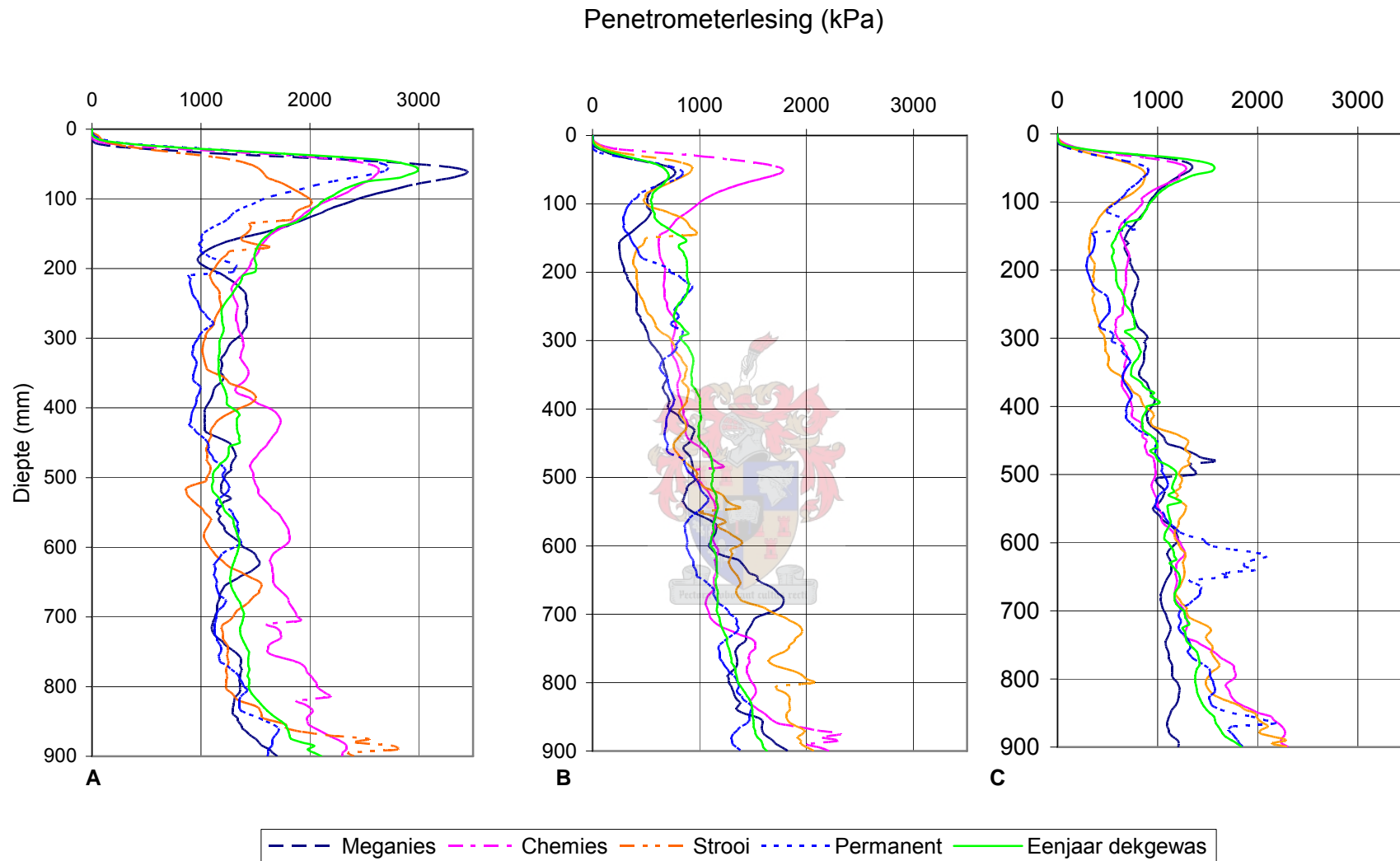
'n Hoë mate van kompaksie vind onder die wielspoor plaas (Figuur 18 & 19). Vir elke bewerking wat op een van die agt behandelings gedoen word, vind daar trekkerverkeer oor al die persele plaas. Die trekkerverkeer het oor die afgelope tien jaar grondkompaksie in die orde van tussen 2500 en 3500 kPa veroorsaak. Volgens Van Huyssteen (1983) lê die kritiese waarde van grondsterkte waar wingerdwortelgroei nie meer plaasvind nie by 2000 kPa.

Die strooideklaagbehandeling beskerm die grond die beste teen kompaksie. Die kompaksie wat wel voorkom, kom dieper voor as in die geval van die ander behandelings. Die ander behandelings se maksimum kompaksie is op 'n diepte van 7 cm terwyl die strooideklaag se maksimum kompaksie op 'n diepte van 11 cm is. Die strooideklaag se maksimum grondsterkte is 2017 kPa wat op die grens is van die grondsterkte waarteen wingerdwortels nie meer verleng nie.

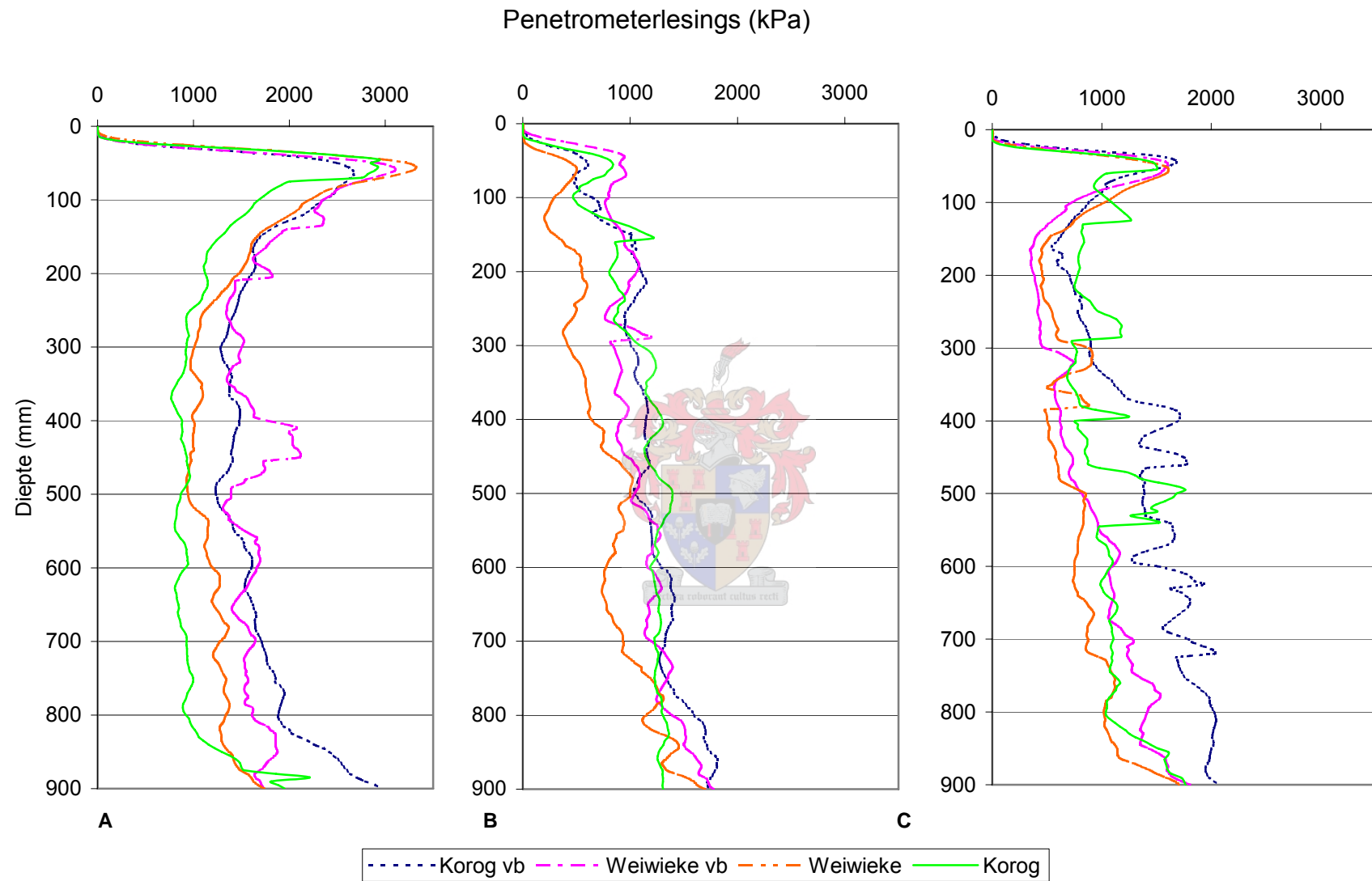
Die behandeling met 'n grondsterkte wat die naaste is aan dié van die strooideklaagbehandeling is die chemiesebehandeling met 'n grondsterkte van 2636 kPa. Kompaksie by die eenjarigedekgewasse is hoër as dié van die chemiesebehandeling en permanentedekgewas waarskynlik omdat die grond tot ongeveer 10 cm bewerk word. Daar word egter gevind dat dit nie so hoog is soos die meganiesebehandeling nie en die rede is heel moontlik die bedekking wat deur die dekgewasse gevorm word.

Die grondsterkte in die middel van die werkry is baie laer as in die wielspoor (Figuur 18 & 19). Die lae waardes kan toegeskryf word aan die feit dat die grond tot op die diepte van 10 cm deur implemente (saadbedvoorbereiding en onkruidbeheer) bewerk word en nie weer gekompakteer word nie. Verder word die grond deur 'n deklaag wat kompaksie keer bedek en die verhoging in organiese inhoud van die grond wat mikrobiologiese aktiwiteite verhoog. Dit is egter opvallend dat die chemiesebehandeling wat nooit bewerk of bedek word deur 'n dekgewas nie, se grondsterkte baie hoër is. Die natuurlike kompaksie (reën, beweging van mense en vibrasie van die trekkers en gravitasie) wat plaasvind is dus hoër as die meganiese kompaksie deur die skotteleg.





Figuur 18: Penetrometerlesings van verskillende oppervlakbehandelings in a) Wielspoor b) Werksry en c) Plantry.



Figuur 19: Penetrometerlesings van eenjarige dekgewasbehandelings a) Wielspoor b) Werksry en c) Plantry.

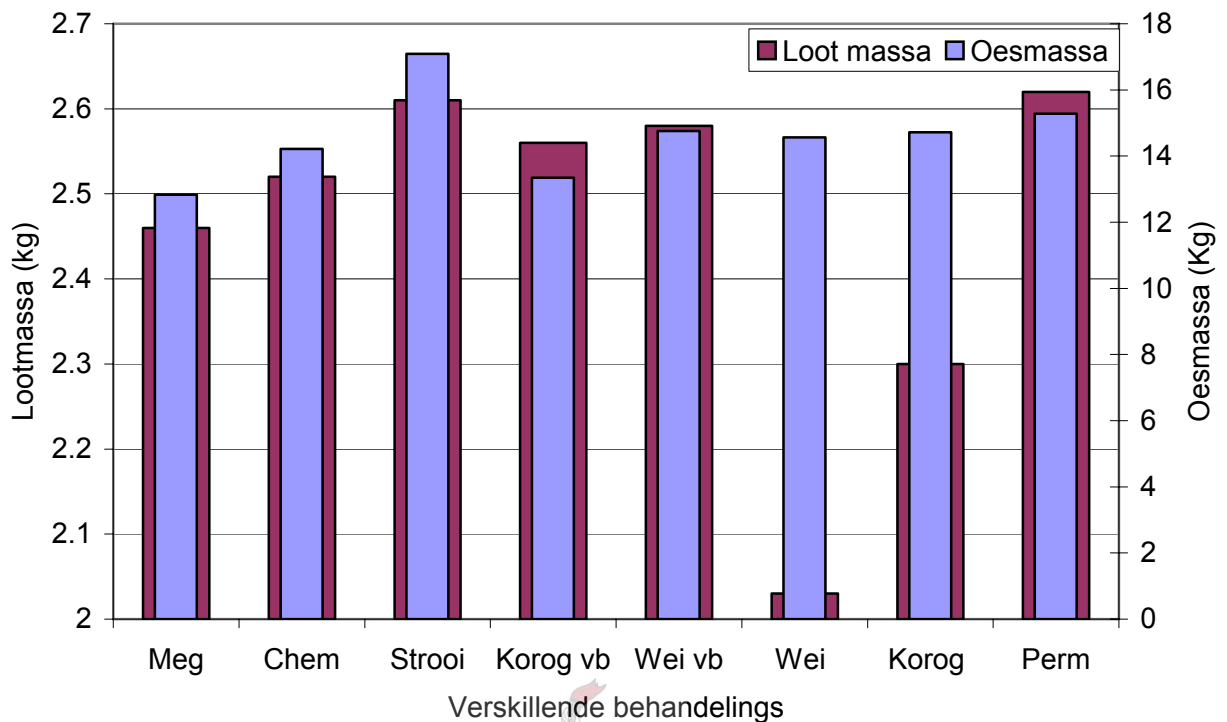
In die plantry word al die behandelings, behalwe die strooideklaagbehandeling, dieselfde hanteer en die penetrometerlesings toon baie na aan dieselfde grondsterkte (Figuur 18 & 19). Die strooideklaag het soos verwag die laagste grondsterkte met 812 kPa. Die permanente behandeling het egter ook 'n lae grondsterkte naamlik 910 kPa. Al rede vir die lae grondsterkte is die ekstra wortelaktiwiteit wat in die plantry plaasvind. Aangesien die permanentedekgewasbehandeling ook chemies op die bankies beheer word, word biologiese aktiwiteit in die plantry bevraagteken en sal dit ondersoek moet word.

Die eenjarigedekgewasbehandelings veroorsaak 'n hoër grondsterkte in die eerste paar sentimeters onder die plantry (Figuur 19). Die skotteleg wat gebruik word vir saadbedvoorbereiding en -bedekking beweeg so na as moontlik aan die wingerdstok verby en veroorsaak 'n mate van vertikale verplasing. Die druk wat vertikaal uitgeoefen word kon dus die hoër grondsterkte veroorsaak het.

Tydens die studie kon geen korrelasie tussen bewortelingsdigtheid en grondsterkte gevind word nie. Aangesien die variasie in grondsterkte relatief min is, word aanvaar dat die gebrek aan korrelasie die invloed van ander faktore soos oppervlaktemperatuur, grondwaterinhoud en wortelkompetisie tussen wingerd en onkruid/dekgewaswortels is. Daar is egter geen van die faktore tydens die studie ondersoek nie.

### **3.8 Bewortelingsdigtheid teenoor produksie van die verskillende behandelings**

Indien produksie, oes- en lootmassa, van die verskillende behandelings geplot word (Figuur 20), word dieselfde patroon gevind as bewortelingsdigtheid soos in Figuur 8. (Ongepubliseerde data: Vorderingsverslag 2003/2004 asook vorderingsverslag 2002/2003 van projek WW 02/06). Soos in die geval van die wortelstudies het die oesmassa van die betrokke jaar geen statisties betekenisvolle verskille getoon nie.



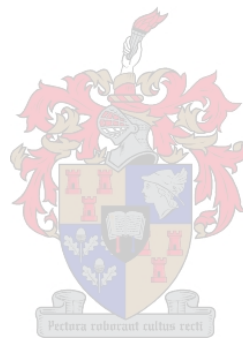
Figuur 20: Oesmassa, lootmassa en bewortelingsdigtheid van oppervlakbehandelingspersele vir 2002/2003.

Indien slegs meganiese-, chemiese- en strooibehandlings vergelyk word, het die meganiesebehandeling die laagste bewortelingsdigtheid, lootmassa en oesmassa. Die chemiesebehandeling het 'n hoër lootmassa, oesmassa en bewortelingsdigtheid maar die strooibehandeling het die hoogste bewortelingsdigtheid en daarmee saam die hoogste loot- en oesmassa. Die bevinding stem ooreen met Van Huyssteen (1977) se bevindings dat beter wortelverspreiding groter loot- en oesmassa tot gevolg het. Soos in die geval van die bewortelingsdigtheid is die eenjarige dekgewasse se oesmassas baie na aan die chemiese behandeling se oesmassa. Dis slegs die korogbehandeling wat 'n laer oesmassa het. Geen rede vir die laer oesmassa kon gevind word nie en meer jare se data is nodig om te sien of dit 'n tendens of 'n uitskieterjaar is.

Die lootmassa van die korog- en weiwiekebehandelings stem ook ooreen met dié van die chemiese behandeling. Die eenjarige behandelings wat nie voor bot doodgespuit word nie, het egter 'n laer lootmassa as die res van die behandelings. Volgens die

bewortelingsdigtheid is verwag dat die weiwieke voor bot se lootmassa laer moet wees as die res van die eenjarige dekgewasse, maar nie dat die lootmassa laer as al die ander behandelings sal wees nie. Geen verduideliking kon vir die waardes gevind word nie.

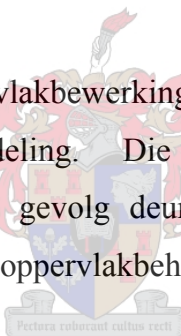
Die permanentedekgewasbehandeling het die mees teenstrydige data gelewer. Dié behandeling het die laagste gemiddelde bewortelingsdigtheid van al die behandelings gehad. Daarteenoor het dit egter die hoogste lootmassa en tweede hoogste oesmassa van al die behandelings gehad. Daar kon in die metings wat tydens die proef gedoen is geen antwoord vir die verskille in gemiddelde bewortelingsdigtheid, oesmassa en lootmassa gevind word nie.



## 4 Samevatting en aanbevelings

Alhoewel die studie geen statistiese betekenisvolle verskille gelewer het nie is die verwagte tendense gekry en stem die werk ooreen met studies deur vorige navorsers. Daar is verwag dat die strooideklaag die beste wortelverspreiding asook die hoogste bewortelingsdigtheid gaan hê. Daarmee saam is verwag dat die permanentedeklaag die swakste verspreiding en laagste bewortelingsdigtheid sal hê. Tydens die studie is hoër worteldigthede gevind en ook beter wortelverspreiding met die beskerming van die grondoppervlakte en die vermindering aan kompetisie tussen dekgewasse en wingerdwortels. Dié verbetering in die boonste horison en hoër bewortelingsdigtheid van die strooideklaagbehandeling, verbeter die totale bewortelingsdigtheid in die grondprofiel. Die permanentedekgewasbehandeling het veroorsaak dat die wortels onder die wingerdstok konsentreer met 'n laer bewortelingsdigtheid deur die res van die profiel.

Volgens die studie is die beste oppervlakkewerking in terme van bewortelingsdigtheid en wortelverspreiding die strooibehandeling. Die behandeling word gevolg deur die chemiese en eenjarige dekgewasse, gevolg deur die meganiese behandeling met die permanente dekgewas as die swakste oppervlakkewerking.



Die eenjarigedekgewasse het baie na aan dieselfde resultate as die chemiese behandeling getoon. Die negatiewe gevolge van grondbewerking sigbaar by die meganiese behandeling word opgehef deur 'n deklaag wat gevorm word deur die dooie plantmateriaal gedurende die somer. Die kompetisie wat die wingerd met die permanentedekgewas ondervind word vermy deur die feit dat die dekgewas nie in die groeiseisoen van die wingerd groei nie. Indien die verskil in bewortelingsdigtheid tussen die werksry en plantry van eenjarigedekgewasse vergelyk word met die van die chemiese behandeling word gevind dat die eenjarige gewasse minder kompenseer onder die plantry vir swak groei in die werksry. Van die eenjarige gewasse het die korogbehandelings die beste resultate getoon.

Die korogbehandeling en die korog voor botbehandeling se resultate is baie naby aan mekaar. Dit is weens die feit dat korog reeds vroeg in die seisoen natuurlik afsterf. Die

kororgbehandeling wat gelaat word om self af te sterf het 'n hoër bewortelingsdigtheid maar die verspreiding konsentreer meer onder die plantry as die korog voor botbehandeling.

Die weiwieke toon swakker wortelverspreiding as die korogbehandelings met die weiwieke wat gelaat word om self af te sterf, wat die swakste bewortelingsdigtheid het. Die bewortelingsdigtheid verskille tussen die 0-15 cm en 15-30 cm toon duidelik dat die weiwieke tot laat in die seisoen die wortelgroei van wingerdwortels onderdruk tot in die 15-30 cm grondlaag.

Die eenjarigedekgewasbehandelings toon nie 'n oortuigend beter wortelverspreiding of bewortelingsdigtheid as die chemiese behandeling nie. Verdere inligting soos voedingsbehoefte en waterverspreiding/gebruik wat 'n aanduiding van bestuursinsette gee, is nodig om die sukses van die eenjarige dekgewasse te bepaal.

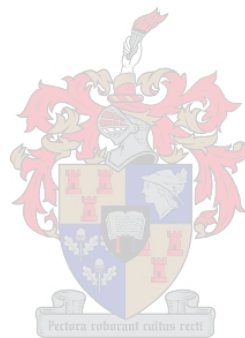
Tydens die studie is aanvaar dat goeie wortelverspreiding gelykstaande is aan goeie produksie en kwaliteit druiwe. Die produksiesyfer van oesmassa en lootmassa van die ooreenstemmende jaar dui aan dat vir die meeste handelings die verbetering in bewortelingsdigtheid en wortelverspreiding hoër oesmassa en lootmassa lewer. Die permanentedekgewasbehandeling toon egter dat ten spyte van 'n baie lae bewortelingsdigtheid en 'n baie swak verspreiding, die oesmassa die hoogste is en lootmassa tweede hoogste is.

Die penetrometerstudie het aan die lig gebring dat die kompaksie tydens grondbewerking vir saadbedvoorbereiding nie gelykstaande is aan die natuurlike kompaksie by chemiese beheer nie. Die maksimum kompaksie wat chemiesebehandeling veroorsaak het in die eerste 10 cm, is twee maal meer as die ander handelings. In die wielspoor, waar die meeste kompaksie verwag is, het die strooideklaag minder kompaksie ondergaan as die ander handelings en is die maksimum kompaksie dieper gevind.

Die studie het slegs gekonsentreer op die wortelverspreiding van wingerd onder langtermyninvloed van verskillende oppervlakbehandelings in een area onder een

besproeiingstelsel. Die produksie sowel as die ekonomiese lewensvatbaarheid van die behandelings toegepas, moet oor die langtermyn ondersoek word. Daarmee saam is dit nodig dat die studie in ander landboustreke herhaal word.

Daar is probeer om die verspreiding te verklaar aan die hand van grondsterkte en kompetisie met nie wingerdwortels, maar geen korrelasie kon gevind word nie. Dit is dus nodig dat ander meetbare invloede soos byvoorbeeld biologiese aktiwiteit, ook bepaal word om die verskille te verklaar.





## 5 Literatuurverwysings

Anderson, L.J., Comas, L.H., Lakso, A.N. & Eissenstat D.M., 2003. Multiple factors in root survivorship: a 4-year study in Concord grape. *New Phytologist*, 158:489-501.

Archer, E. & Hunter, J.J., 2004. *Vine roots play an important role in determining wine quality*. Beskikbaar: <http://www.wynboer.co.za/recentarticales/200503vineroots.php3>

Archer, E. Swanepoel, J.J. & Strauss, H.C., 1988. Effect of plant spacing and trellising systems on grapevine root distribution. *The Grapevine Root and its Environment. Dept of Agriculture and Water Supply* (Ed.), pp. 1-15. Institute of Stellenbosch, South Africa.

Böhm, W., 1979. Methods of studying root systems. *Ecological Studies*. Vol. 33, Springer-Verlag, Heidelberg.

Delta-T. <http://www.delta-t.co.uk>

Fourie, J.C., 2003. ARC-Report: Project WW 02/06. Evaluation of different soilmanagement practices in a vineyard at Robertson specifically for competition and environmental effects. ARC Infruitec-Nietvoorbij, Stellenbosch,7600.

Fourie, J.C., 2004. ARC-Report: Project WW 02/06. Evaluation of different soilmanagement practices in a vineyard at Robertson specifically for competition and environmental effects. ARC Infruitec-Nietvoorbij, Stellenbosch,7600.

Fourie, J.C., Louw, P.J.E. & Agenbag, G.A., 2001. Effect of seeding date on the performance of grasses and broadleaf species evaluated for cover crop management in two wine grape regions of South Africa. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Plant Grond*. 2001, 18(3) pp: 118-127.

Grondklassifikasiewerksgroep 1991. Grondklassifikasie. 'n Taksonomiese Sisteem vir Suid Afrika. Nav. Inst. Grond en Besproeiing. Departement van Landbou-ontwikkeling, Republiek.

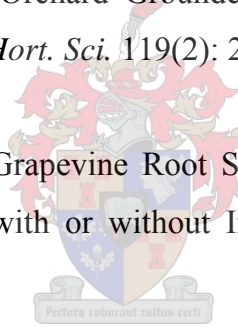
Kirchof, G. & Pendar, K., 1993. Delta-T User Manual, software version 2.0. In: N. Webb (Ed.). Delta-T Devices Ltd., Cambridge, UK. 244p.

Kücke, M., Schmid, H. & Spiess, A., 1995. A comparison of four methods for measuring roots of field crops in contrasting soils. *Plant and Soil* 172:63-71.

Ludvigsen, R.K., 1987. Vineyard soil management: use of cover crops. *The Australian Grapegrower & Winemaker*. April 1987 pp :102-108.

Merwin I.A. & Stiles, C., 1994. Orchard Groundcover Management Impacts on Soil Physical Properties. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(2): 216-222.

Morlat, R. & Jacquet, A., 2003. Grapevine Root System and Soil Characteristics in a Vineyard Maintained Long-term with or without Interrow Sward. *Am. J. Enol. Vitic.* 54:1-7.



Nagarajah, S., 1987. Effects of Soil texture on the rooting Patterns of Thomson Seedless Vines on Own Roots and on Ramsey Rootstock in Irrigated Vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol 38, No 1, pp 54-59.

Pagliai, M. & De Nobili, M., 1993. Relationships between soil porosity, root development and soil enzyme activity in cultivated soils. *Geoderma*, 56: 243-256.

Rowell, D.L., 1994. Soil Science, Methods & Applications. 350pp.

Samson, B.K. & Sinclair, T.R., 1994. Soil core and minirhizotron comparison for determination of root length density. *Plant and Soil* 161:225-232.

Smit, C.J., 1981. Onkruidbeheer in Wingerd. In: Burger, J. & Deist, J. (Eds). *Wingerdbou in Suid-Afrika*. Stellenbosch: Nietvoorbij, Stellenbosch, Suid-Africa, 308-342.

Van Huysteen, L., 1988. *Grapevine root growth in response to tillage and root pruning practices. The Grapevine Root and its Environment*. Technical communication, Department of Agriculture and Water Supply, Pretoria, No 215, pp.: 44-56.

Van Huysteen, L., 1983. Interpretation and use of penetrometer data to describe soil compaction in vineyards. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 4, :59-65 .

Van Huyssteen, L., 1977. 'n Vergelykende ondersoek na die effektiwiteit van verskillende konvensionele en minimum grondbewerkingspraktyke in die wingerdbou ten opsigte van grondvogbewaring en ander fisiese eienskappe. *M.Sc. (Landbou)-thesis*, Universiteit Stellenbosch, Stellenbosch, Nov 1977.

Van Huyssteen, L. & Van Zyl, J.L., 1984. Mulching in vineyards. *Farming in South Africa* E. 12.

Van Zyl, J.L., 1984. Response of Colombar grapevines as regards quality aspects and growth. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 5:, 19-28.

Van Zyl, J.L., 1988. *Response of grapevine roots to soil water regimes and irrigation systems. The Grapevine Root and its Environment*. Technical communication, Department of Agriculture and Water Supply, Pretoria, No. 215, pp. :30-43.

## **Bylaag 1**

### **Verkorte profielbeskrywing van behandelings**

Nota: Alle kleure is in die klam toestand m.b.v. 'n Munsell kleurkaart bepaal.  
Alle dieptes word in cm aangedui



**Behandeling 1: Meganiese behandeling  
Tukulu 1110**

Horison	Diepte in cm	Beskrywing	Diagnostiese horison/materiaal
A	0-10	Gelerige rooi 5YR4/6, sandklei leem, swak subhoekig blok, los, geleidelike oorgang	Ortiese A
B	10-110	Gelerige rooi 5YR4/6, swak subhoekig blok, los geleidelike oorgang	Neokutaniese B
B/C	100+	Rooierige geel 5YR6/8, sandklei leem, min geel vlekke, swak, hard, volop sagte sliksteen gruis met tekens van natheid	Ongespesifiseerd materiaal met tekens van natheid

**Behandeling 2: Chemiesebehandeling  
Augrabies 2110**

Horison	Diepte in cm	Beskrywing	Diagnostiese horison/materiaal
A	0-30	Rooierige bruin 5YR4/4, sandklei leem, swak subhoekig blok, los, geleidelike oorgang	Ortiese A
B	30-60	Gelerige rooi 5YR4/6, sandklei leem, swak subhoekig blok, los geleidelike oorgang, swak opbruisend	Neokarbonaat B
B	60-90	Rooierige geel 5YR6/6, sandklei leem, swak subhoekig blok, los geleidelike oorgang, swak opbruisend	Neokarbonaat B
C	90+	Rooierige geel 5YR6/6, sandklei leem, swak medium blok, hard, volop sagte sliksteen gruis en kalk konkresies, matig opbruisend	Ongespesifiseerd materiaal sonder tekens van natheid

**Behandeling 3: Strooideklaagbehandeling  
Oakleaf 2110**

Horison	Diepte in cm	Beskrywing	Diagnostiese horison/materiaal
A	0-30	Gelerige rooi 5YR5/8, sandklei leem, swak subhoekig blok, los, geleidelike oorgang	Ortiese A
B	30-60	Rooierige bruin 5YR4/4, sandklei leem, swak subhoekig blok, los geleidelike oorgang	Neokutaniese B
B	60-90	Gelerige rooi 5YR4/8, sandklei leem, swak subhoekig blok, los geleidelike oorgang	Neokutaniese B
C	90+	Gelerige rooi 5YR4/8, sandklei leem, swak medium blok hard, volop sagte sliksteen gruis	Ongespesifiseerd materiaal sonder tekens van natheid

**Behandeling 4: Korog voor bot behandeling  
Montagu 2110**

Horison	Diepte in cm	Beskrywing	Diagnostiese horison/materiaal
A	0-15	Gelerige rooi 5YR5/8, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang	Ortiese A
B	15-60	Gelerige rooi 5YR5/8, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang, swak opbruisend	Neokarbonaat B
B	60-90	Gelerige rooi 5YR5/8, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang, swak opbruisend	Neokarbonaat B
C	90+	Rooierige geel 5YR4/8, sandklei leem, min geel vlekke, swak medium blok, hard, volop sagte sliksteen gruis	Ongespesifiseerd materiaal met tekens van natheid

**Behandeling 5: Weiwieke voor botbehandeling  
Montagu 2210**

Horison	Diepte in cm	Beskrywing	Diagnostiese horison/materiaal
A	0-30	Rooierige geel 5YR6/6, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang	Ortiese A
B	30-60	Rooierige geel 5YR6/6, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang, swak opbruisend	Neokarbonaat B
B	60-90	Rooierige geel 5YR6/8, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang, swak opbruisend	Neokarbonaat B
C	90+	Rooierige geel 5YR6/8, sandklei leem, min geel vlekke, swak medium blok, hard, volop sagte sliksteen gruis	Ongespesifiseerd materiaal met tekens van natheid

**Behandeling 6: Weiwiekebehandeling  
Augrabies 2110**

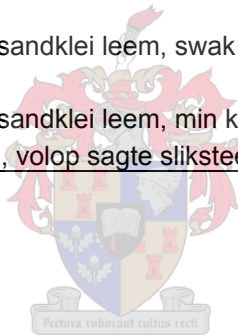
Horison	Diepte in cm	Beskrywing	Diagnostiese horison/materiaal
A	0-30	Gelerige rooi 5YR5/6, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang	Ortiese A
B	30-60	Gelerige rooi 5YR5/6, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang, swak opbruisend	Neokarbonaat B
B	60-90	Rooierige geel 5YR6/8, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang, swak opbruisend	Neokarbonaat B
C	90+	Pienk 5YR7/4, sandklei leem, swak medium blok, hard, volop sagte sliksteen gruis en kalkkonkresies, matig opbruisend	Ongespesifiseerd materiaal sonder tekens van natheid

**Behandeling 7: Korogbehandeling  
Tukulu 2110**

Horison	Diepte in cm	Beskrywing	Diagnostiese horison/materiaal
A	0-10	Gelerige rooi 5YR4/6, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang	Ortiese A
B	10-110	Gelerige rooi 5YR5/6, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang	Neokutaniese B
C	100+	Rooierige geel 5YR6/8, sandklei leem, min klein geel vlekke, swak medium blok, hard, volop sagte slijksteen gruis	Ongespesifiseerd materiaal met tekens van natheid

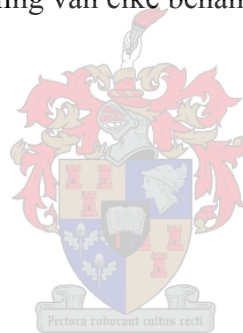
**Behandeling 8: Permanentedekgewasbehandeling  
Tukulu 2210**

Horison	Diepte in cm	Beskrywing	Diagnostiese horison/materiaal
A	0-30	Gelerige rooi 5YR5/6, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang	Ortiese A
B	30-60	Rooierige geel 5YR6/6, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang	Neokutaniese B
B	60-90	Rooierige geel 5YR6/6, sandklei leem, swak subhoekig, los, geleidelike oorgang	Neokutaniese B
C	90+	Rooierige geel 5YR6/8, sandklei leem, min klein geel vlekke, swak medium blok, hard, volop sagte slijksteen gruis	Ongespesifiseerd materiaal met tekens van natheid



## **Bylaag 2**

Resultate van pH (H<sub>2</sub>O) en weerstand metings na grondvoorbereiding soos gedoen op eerste herhaling van elke behandelings





Bylaag 2: Behandeling 1 se pH en weestand ontleding.

Behandeling	Posisie	Diepte	pH (H <sub>2</sub> O)	Weerstand (Ω)
1	1	0-15	7.91	495
1	1	15-30	7.96	462
1	1	30-60	7.79	532
1	1	60-90	7.96	521
1	2	0-15	7.92	722
1	2	15-30	8.01	751
1	2	30-60	8.00	542
1	2	60-90	7.92	571
1	3	0-15	7.04	765
1	3	15-30	7.84	743
1	3	30-60	7.77	660
1	3	60-90	7.71	681
1	4	0-15	7.97	790
1	4	15-30	7.99	905
1	4	30-60	8.01	680
1	4	60-90	8.11	597
1	5	0-15	8.03	805
1	5	15-30	7.91	760
1	5	30-60	8.07	795
1	5	60-90	7.98	694
1	6	0-15	7.83	670
1	6	15-30	8.19	855
1	6	30-60	8.12	714
1	6	60-90	8.04	346
1	7	0-15	8.05	740
1	7	15-30	7.85	730
1	7	30-60	7.98	635
1	7	60-90	8.05	612
1	8	0-15	8.11	751
1	8	15-30	8.16	883
1	8	30-60	7.96	620
1	8	60-90	8.10	575
1	9	0-15	7.99	713
1	9	15-30	8.11	601
1	9	30-60	8.23	580
1	9	60-90	8.15	438
2*	3	15-30	7.52	592

\* Behandeling 2 se data nie beskikbaar nie.

Bylaag 2: Vervolg

Behandeling	Posisie	Diepte	pH (H <sub>2</sub> O)	Weerstand (Ω)
3	1	0-15	7.21	780
3	1	15-30	7.52	850
3	1	30-60	7.41	736
3	1	60-90	7.66	731
3	2	0-15	7.31	700
3	2	15-30	7.37	558
3	2	30-60	7.40	705
3	2	60-90	7.03	619
3	3	0-15	7.64	569
3	3	15-30	7.62	495
3	3	30-60	7.61	565
3	3	60-90	8.02	632
3	4	0-15	7.81	675
3	4	15-30	7.80	709
3	4	30-60	7.98	630
3	4	60-90	7.99	638
3	5	0-15	7.78	681
3	5	15-30	8.09	771
3	5	30-60	7.77	550
3	5	60-90	7.75	465
3	6	0-15	7.76	759
3	6	15-30	7.87	702
3	6	30-60	8.20	648
3	6	60-90	8.00	508
3	7	0-15	7.66	649
3	7	15-30	8.06	803
3	7	30-60	7.88	734
3	7	60-90	7.83	611
3	8	0-15	7.46	850
3	8	15-30	7.53	1140
3	8	30-60	7.79	738
3	8	60-90	7.71	498
3	9	0-15	7.72	660
3	9	15-30	7.71	593
3	9	30-60	7.77	463
3	9	60-90	7.76	450

Bylaag 2: Vervolg

Behandeling	Posisie	Diepte	pH (H <sub>2</sub> O)	Weerstand (Ω)
4	1	0-15	7.67	727
4	1	15-30	7.78	666
4	1	30-60	7.75	740
4	1	60-90	8.12	541
4	2	0-15	7.76	695
4	2	15-30	7.58	719
4	2	30-60	7.67	664
4	2	60-90	7.79	593
4	3	0-15	7.54	696
4	3	15-30	7.54	784
4	3	30-60	7.67	805
4	3	60-90	7.66	397
4	4	0-15	7.56	512
4	4	15-30	7.76	578
4	4	30-60	7.80	457
4	4	60-90	7.84	282
4	5	0-15	4.67	610
4	5	15-30	7.87	660
4	5	30-60	7.92	537
4	5	60-90	7.72	420
4	6	0-15	7.32	676
4	6	15-30	7.74	594
4	6	30-60	7.80	662
4	6	60-90	7.95	609
4	7	0-15	7.71	715
4	7	15-30	7.10	885
4	7	30-60	7.74	684
4	7	60-90	7.96	550
4	8	0-15	7.65	733
4	8	15-30	7.58	605
4	8	30-60	7.49	525
4	8	60-90	7.49	418
4	9	0-15	7.65	660
4	9	15-30	7.97	670
4	9	30-60	8.10	585
4	9	60-90	8.03	446

Bylaag 2: Vervolg

Behandeling	Posisie	Diepte	pH (H <sub>2</sub> O)	Weerstand (Ω)
5	1	0-15	7.83	508
5	1	15-30	7.82	388
5	1	30-60	7.92	374
5	1	60-90	8.01	385
5	2	0-15	7.87	671
5	2	15-30	7.93	582
5	2	30-60	7.86	589
5	2	60-90	7.83	471
5	3	0-15	7.20	662
5	3	15-30	7.42	689
5	3	30-60	7.87	750
5	3	60-90	7.87	698
5	4	0-15	7.44	679
5	4	15-30	7.73	522
5	4	30-60	7.86	452
5	4	60-90	7.98	426
5	5	0-15	7.29	630
5	5	15-30	7.58	772
5	5	30-60	8.44	350
5	5	60-90	7.61	630
5	6	0-15	7.65	830
5	6	15-30	7.80	992
5	6	30-60	7.77	709
5	6	60-90	7.96	460
5	7	0-15	7.62	431
5	7	15-30	8.03	688
5	7	30-60	7.86	423
5	7	60-90	7.77	364
5	8	0-15	7.61	408
5	8	15-30	7.85	519
5	8	30-60	7.62	688
5	8	60-90	7.83	564
5	9	0-15	7.03	810
5	9	15-30	7.96	660
5	9	30-60	7.94	451
5	9	60-90	8.09	481

Bylaag 2: Vervolg

Behandeling	Posisie	Diepte	pH (H <sub>2</sub> O)	Weerstand (Ω)
6	1	0-15	7.56	316
6	1	15-30	7.82	438
6	1	30-60	7.76	508
6	1	60-90	7.99	563
6	2	0-15	6.96	387
6	2	15-30	7.78	493
6	2	30-60	7.76	553
6	2	60-90	7.95	540
6	3	0-15	7.89	470
6	3	15-30	7.63	542
6	3	30-60	7.71	585
6	3	60-90	7.76	560
6	4	0-15	7.79	592
6	4	15-30	7.80	620
6	4	30-60	7.80	621
6	4	60-90	7.85	512
6	5	0-15	7.72	524
6	5	15-30	7.77	572
6	5	30-60	7.88	610
6	5	60-90	7.81	559
6	6	0-15	7.73	468
6	6	15-30	7.59	609
6	6	30-60	7.80	520
6	6	60-90	8.01	520
6	7	0-15	7.92	540
6	7	15-30	8.08	723
6	7	30-60	7.88	596
6	7	60-90	7.69	475
6	8	0-15	7.84	570
6	8	15-30	7.94	633
6	8	30-60	7.86	555
6	8	60-90	6.67	472
6	9	0-15	7.85	615
6	9	15-30	7.90	649
6	9	30-60	7.83	532
6	9	60-90	7.92	480

Bylaag 2: Vervolg

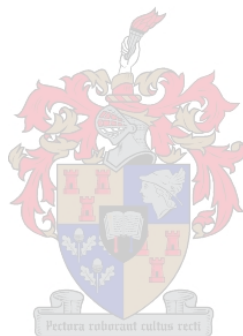
Behandeling	Posisie	Diepte	pH (H <sub>2</sub> O)	Weerstand (Ω)
7	1	0-15	7.70	680
7	1	15-30	7.71	510
7	1	30-60	7.97	560
7	1	60-90	7.84	253
7	2	0-15	7.79	690
7	2	15-30	7.70	700
7	2	30-60	7.85	494
7	2	60-90	7.96	435
7	3	0-15	7.50	854
7	3	15-30	7.84	788
7	3	30-60	7.83	695
7	3	60-90	7.83	710
7	4	0-15	7.86	661
7	4	15-30	8.93	233
7	4	30-60	8.01	503
7	4	60-90	8.00	354
7	5	0-15	7.84	875
7	5	15-30	7.93	860
7	5	30-60	7.95	663
7	5	60-90	7.99	621
7	6	0-15	7.75	889
7	6	15-30	7.71	871
7	6	30-60	8.06	570
7	6	60-90	8.07	351
7	7	0-15	7.80	532
7	7	15-30	7.78	760
7	7	30-60	7.85	731
7	7	60-90	7.93	554
7	8	0-15	7.23	870
7	8	15-30	7.30	589
7	8	30-60	7.70	505
7	8	60-90	7.77	511
7	9	0-15	7.49	750
7	9	15-30	7.58	760
7	9	30-60	7.72	990
7	9	60-90	7.02	654

Bylaag 2: Vervolg

Behandeling	Posisie	Diepte	pH (H <sub>2</sub> O)	Weerstand (Ω)
8	1	0-15	7.49	560
8	1	15-30	7.88	459
8	1	30-60	7.93	386
8	1	60-90	7.80	319
8	2	0-15	7.84	638
8	2	15-30	7.76	538
8	2	30-60	7.96	530
8	2	60-90	8.01	458
8	3	0-15	7.59	668
8	3	15-30	7.66	573
8	3	30-60	7.85	458
8	3	60-90	7.92	641
8	4	0-15	7.45	633
8	4	15-30	7.70	652
8	4	30-60	7.71	750
8	4	60-90	7.70	630
8	5	0-15	7.50	780
8	5	15-30	7.58	794
8	5	30-60	7.97	780
8	5	60-90	7.83	561
8	6	0-15	7.61	718
8	6	15-30	7.84	878
8	6	30-60	7.93	470
8	6	60-90	7.81	346
8	7	0-15	7.79	698
8	7	15-30	7.76	692
8	7	30-60	7.99	621
8	7	60-90	7.84	596
8	8	0-15	7.73	685
8	8	15-30	7.96	587
8	8	30-60	8.03	725
8	8	60-90	7.94	693
8	9	0-15	7.82	468
8	9	15-30	7.96	420
8	9	30-60	7.69	152
8	9	60-90	7.54	125

### **Bylaag 3**

**Wingerdwortellengte vir elke behandeling uitgedruk as gemiddelde lengte per dikteklasse asook uitgedruk as persentasie van totale lengte per behandeling.**





Gemiddelde bewortelingsdigtheid (mm/cm<sup>3</sup>) per dikteklas

Totaal

Dikte (mm)	<0.5	0.5-2	2-5	5-10	>10
Meg	0.29	0.87	0.13	0.03	0.01
Chem	0.28	0.95	0.14	0.02	0.01
Strooi	0.38	1.22	0.16	0.02	0.00
Korog vb	0.33	0.93	0.14	0.02	0.00
Wei vb	0.29	0.96	0.17	0.03	0.01
Wei	0.30	0.88	0.12	0.03	0.00
Korog	0.34	0.97	0.19	0.02	0.01
Per	0.25	0.69	0.12	0.02	0.00

Persentasie gemiddelde bewortelingsdigtheid per dikteklas van die totale lengte

0-2	<0.5	0.5-2	2-5	5-10	>10
86.7	21.0	65.7	9.69	2.21	0.73
87.0	19.5	67.6	10.12	1.53	0.54
91.4	22.8	68.6	8.77	0.95	0.21
90.6	24.9	65.7	9.82	1.12	0.19
85.8	19.9	65.9	11.90	1.84	0.43
89.8	23.8	66.0	9.39	2.12	0.07
86.7	23.1	63.6	12.39	1.50	0.42
81.8	18.0	63.8	11.27	1.77	0.34

Gemiddeld\*

87.5

Wersry

Dikte (mm)	<0.5	0.5-2	2-5	5-10	>10
Meg	0.28	0.81	0.09	0.02	0.01
Chem	0.27	0.88	0.10	0.01	0.00
Strooi	0.40	1.28	0.14	0.02	0.00
Korog vb	0.35	0.96	0.13	0.01	0.00
Wei vb	0.29	0.96	0.15	0.02	0.01
Wei	0.32	0.88	0.11	0.02	0.00
Korog	0.35	0.96	0.17	0.02	0.00
Per	0.19	0.50	0.08	0.02	0.00

0-2	<0.5	0.5-2	2-5	5-10	>10
90.3	23.3	66.9	7.8	1.7	0.6
93.3	23.8	69.5	8.0	0.8	0.2
93.6	24.0	69.6	7.5	0.8	0.0
86.4	20.1	66.3	8.8	0.6	0.0
89.3	22.1	67.2	10.6	1.7	0.4
85.2	19.0	66.2	8.4	1.5	0.0
86.5	22.5	63.9	11.2	1.0	0.3
92.0	29.1	62.9	10.5	2.0	0.1

Gemiddeld\*

89.6

Plantry

Dikte (mm)	<0.5	0.5-2	2-5	5-10	>10
Meg	0.31	1.02	0.22	0.05	0.02
Chem	0.31	1.12	0.25	0.05	0.02
Strooi	0.32	1.05	0.20	0.02	0.01
Korog vb	0.27	0.85	0.17	0.03	0.01
Wei vb	0.29	0.94	0.23	0.03	0.01
Wei	0.25	0.87	0.16	0.05	0.00
Korog	0.30	1.00	0.24	0.04	0.01
Per	0.38	1.19	0.22	0.03	0.01

0-2	<0.5	0.5-2	2-5	5-10	>10
82.3	19.0	63.3	13.5	3.2	1.1
81.6	17.8	63.8	14.2	3.0	1.2
85.3	19.8	65.5	12.7	1.3	0.7
83.9	20.0	63.8	12.9	2.5	0.7
81.9	19.3	62.6	15.2	2.3	0.6
84.0	18.8	65.3	12.1	3.7	0.2
81.3	18.6	62.6	15.3	2.6	0.8
85.8	20.9	64.9	12.1	1.6	0.6

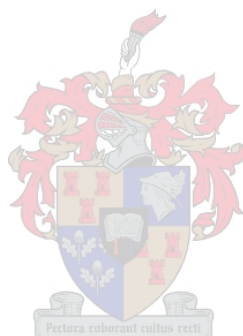
Gemiddeld\*

83.3

\* Gemiddelde persentasie wat die 0-2mm wingerdwortel dikteklas se lengte uitmaak van die totale wortellengte

## **Bylaag 4**

**Gemiddelde bewortelingsdigtheid ( $\text{mm}/\text{cm}^3$ ) per posisie soos vanaf wingerdstok op verskillende dieptes gemonster tydens die kernmetode.**



Gemiddelde bewortelingsdigtheid (mm/cm<sup>3</sup>) per posisie soos vanaf wingerdstok op verskillende dieptes gemonster tydens die kernmetode.

Behandeling	Diepte vanaf grond-oppervlakte (cm)	Afstand vanaf stok (m) in die plantry			Afstand vanaf stok (m) loodreg op plantry		
		0	0.3	0.6	0	0.77	1.35
Meganies	0-15	0.62	1.64	1.36	0.62	0.93	0.56
	15-30	2.16	2.72	2.14	2.16	2.57	1.57
	30-60	1.07	1.57	1.43	1.07	0.88	0.72
	60-90	1.02	1.42	1.32	1.02	0.86	0.77
Chemies	0-15	1.4	1.58	1.96	1.4	1.64	1.23
	15-30	1.94	1.98	2.5	1.94	1.24	1.73
	30-60	1.11	1.96	1.69	1.11	0.63	0.97
	60-90	1.09	1.72	1.4	1.09	1.22	0.72
Strooi	0-15	1.53	2.45	2.23	1.53	2.7	2.45
	15-30	0.83	1.37	1.94	0.83	1.4	1.88
	30-60	1.57	1.28	1.33	1.57	1.22	1.35
	60-90	1.06	1.52	1.32	1.06	1.29	1.34
Korog vb	0-15	0.87	1.28	1.42	0.87	1.55	1.33
	15-30	1.43	0.86	1.62	1.43	1.86	1.94
	30-60	1.63	1.97	1.19	1.63	0.97	1.49
	60-90	1.54	1.27	1.26	1.54	0.81	0.86
Weiwieke vb	0-15	1.03	1.28	1.12	1.03	1.35	1.31
	15-30	2.47	2.57	1.69	2.47	1.76	2.14
	30-60	1.34	1.15	0.95	1.34	0.66	1.51
	60-90	0.86	1.47	1.06	0.86	1.01	0.82
Weiwieke	0-15	0.55	1.45	1.28	0.55	1.96	0.85
	15-30	1.04	1.62	1.78	1.04	1.8	1.71
	30-60	1.06	1.47	1.4	1.06	1.02	0.77
	60-90	1.86	1.35	1.48	1.86	0.92	0.56
Korog	0-15	0.85	1.17	1.97	0.85	1.69	1.94
	15-30	2.19	2	2.09	2.19	1.81	1.61
	30-60	1.48	1.61	1.31	1.48	1.26	1.08
	60-90	0.98	1.65	1.15	0.98	1.05	0.57
Permanent	0-15	2.31	1.49	1.39	2.31	0.52	0.66
	15-30	2.62	1.85	2.4	2.62	1.09	0.89
	30-60	2.02	1.29	1.35	2.02	0.93	0.83
	60-90	1.86	1.6	0.89	1.86	0.67	0.73