UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Manipulasie van sori deur plantgroeireguleerders onder vier verskillende skaduvlakke

3.1 Inleiding 40
3.2 Literatuuroorsig: Plantgroeireguleerders 40
3.3 Prosedure: Sorivoorkoms en blaargrootte 45
3.3.1 Proefperseel en uitleg 45
3.3.2 Statistiese prosedure 45
3.3.3 Eksperimentele bepalings 46
3.4 Resultate en bespreking 48
3.4.1 Sorivoorkoms 48
3.4.1.1 Soribepalingstegnieke 48
3.4.1.2 Plantgroeireguleerders 49
3.4.2 Blaargrootte 55
3.4.3 Seisoenale invloed 59
3.5 Gevolgtrekking 59
3.6 Literatuurverwysings 61
3.7 Tabelle 71
3.8 Figure 75
3.9 Bylae 84

Opmerking: Waar daar in die teks verwys word na 'n tabel of figuur in die bylae, word die nommer daarvan voorafgegaan deur "B".

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

3.1 INLEIDING

In hoofstuk 2 word probleme verbonde aan sorivoorkoms op seweweeksvaringblare volledig beskryf. Die ekonomiese implikasie van die probleem noodsaak die daarstelling van 'n praktiese uitvoerbare metode om sori op blare te manipuleer. Tans bestaan daar geen kennis aangaande geslaagde pogings om sori op seweweeksvaringblare te verminder of te voorkom nie. Die doel van hierdie studie omsluit die bestudering van die invloed van plantgroeireguleerders en verskillende skaduvlakke op sorivoorkoms. Die blaargrootte is ook bepaal om vas te stel of die plantgroeireguleerders enige newe-effekte op die blare het, omdat die grootte en tekstuur van die blare juis die seweweeksvaring so gewild maak (72,85,97).

Na 'n deeglike studie van die eienskappe, werking en kommersiële beskikbaarheid van plantgroeireguleerders, is gibberelliensuur (ProGibb), sitokiniene (Kelp), etefon (Ethrel) en paklobutrasool (Cultar) geïdentifiseer en drie konsentrasies vir elke behandeling is na aanleiding van Thomas (99) en Vermeulen & Greyling (101) se aanbevelings gekies wat moontlik 'n invloed op sorivoorkoms van seweweeksvaringblare kon hê. Daar bestaan verder geen inligting oor die invloed van lig op sori-ontwikkeling van seweweeksvaring-blare nie. Vir die doel van die studie is die invloed van vier skaduvlakke op sorivoorkoms ondersoek. Die vier skaduvlakke is sodanig gekies om woudtoestande te simuleer waar beperkte getalle sori op blare voorkom. Die praktiese daarstelling van die skaduvlakke was ook 'n belangrike oorweging by die keuse van die vlakke. Met dié faktor in ag geneem, is vier skaduvlakke in die ondersoek gebruik.

3.2 LITERATUUROORSIG: PLANTGROEIREGULEERDERS

Plantgroeireguleerders sluit natuurlike groeireguleerders (deur die plant vervaardig), asook sintetiese groeireguleerders wat groeiprosesse in plante kan stimuleer of inhibeer, in. Dié organiese verbindings is nie voedingstowwe nie en kom in baie lae konsentrasies in die plant voor (34). Vervolgens sal die plantgroeireguleerders wat gebruik is, kortliks beskryf word.

3.2.1 Gibberelliensuur (GA_3)

GA_3 onder die handelsnaam ProGibb (28,8 g ℓ^{-1} aktiewe bestanddeel) is vir die studie gebruik. Die natuurlike plantgroeireguleerder bevat 'n gibbaan-tipe chemiese ringstruktuur (34,90). GA_3 word vanaf 3-asetielkoënsiem A deur die mevaloniensuurweg na mevalonien-suur gesintetiseer (83). 'n Opeenvolging van reaksies vind plaas waarin die siklisering van geranielgeranielpirofosfaat (GGPF) na kopalielpirofosfaat (CPP) en die vorming van ent-kaurene betrokke is, wat weer geoksideer en herrangskik word om GA_{12}-aldehied te

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

vorm (18). GA_{12}-aldehied is die vertakkingspunt na verskeie GA's in alle organismes. Gibberelliensuurbiosintese vind primêr in jongblare, wortelpunte, embrio's, sade en vrugte plaas. GA_3 word nie polêr in plante vervoer nie. Beide xileem en floeëm is dus belangrik in die vervoer van GA_3 (34,90).

GA_3 bevorder seldeling in stingels en vertraag veroudering in blare en vrugte. In sommige plantspesies bevorder GA_3 die ontwikkeling van jongblare deur die aktiwiteit van die vaatkambium in houtplante te hernu. Die plantgroeireguleerder bevorder partenokarpiese vrugset en is belangrik by die kieming van sade en uitloop van knoppe. GA_3 is ook in staat om die manlike geslag in tweeslagtige blomme te bevorder en dit wil voorkom asof GA_3 die sade se behoefte na rooilig, lae temperature en langdagtoestande uitskakel. Gibberellienes veroorsaak ook stingelverlenging in reaksie op langdagtoestande. (23,34,90).

Die meganisme van GA_3 werking beïnvloed verskeie biochemiese prosesse. Tydens stingelverlenging is daar minstens drie prosesse betrokke, naamlik stimulering van seldeling in die stingelpunt, bevordering van selgroei deur die hidrolise van stysel en suiker na fruktose en glukose vir energie-verskaffing en die verhoging van selwandplastisiteit. GA_3 stimuleer ook die vorming van verskeie ensieme, soos α-amilase wat betrokke is by die kieming van graansade. (23,83,90).

Geen inligting is bekend oor die manipulasie van sori op seweweeksvaringsblare deur GA_3 nie. Volgens Kagawa & Sugai (50) vervang GA_3 die rooiligbehoefte van *Lygodium japonicum*-varingspore via die fitochroomsisteem om te kiem. Lig blyk 'n belangrike faktor in spoorkieming te wees. Ligintensiteit sowel as -kwaliteit en GA_3 mag moontlik bepalende faktore in sori-ontwikkeling op seweweeksvaringblare wees. GA_3 inhibeer blominisiasie en blom van verskeie *Chrysanthemum frutescens*-, *Fuchsia*- en *Pelargonium hortorum*-kultivars asook dié van *Euphorbia pulcherrima* (70). Die plantgroeireguleerder inhibeer ook die ontwikkeling van beide blom en vegetatiewe ogies in *Prunus*-spesies (19). Bogenoemde plantspesies is egter hoër plante. Die moontlikheid bestaan dat GA_3 die sori-ontwikkeling van die seweweeksvaring kan inhibeer.

3.2.2 Sitokiniene

Sitokiniene onder die handelsnaam Kelp (0,031 mg ℓ^{-1} aktiewe bestanddeel) is vir die studie gebruik. Die natuurlike sitokiniene wat in dié kommersiële seewierkonsentraat gevind is, is zeatien, ribosielzeatien (zeatienribosied), isopentenieladenien, glukosielzeatien (zeatienglukosied), isopentenieladenosien en dihidrozeatien (9). Sitokinienebiosintese vind hoofsaaklik deur 'n biochemiese modifikasie van adenien plaas. Die plantgroeireguleerders kom in blomplante, verskeie gimnosperme, mosse, varings, bruin alge, diatome en verskeie sade voor. Sitokiniene word in jong plantdele, maar veral in wortelpunte gesinte-

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

tiseer en kom in lae konsentrasies in die plant voor. Sitokiniene word hoofsaaklik deur die xileem vervoer, maar word ook deur die floeëm vervoer (23,83,90).

Sitokiniene bevorder seldeling en orgaanvorming, vertraag veroudering en verhoog swelgaktiwiteite (90). Die plantgroeireguleerders is ook betrokke by die opheffing van apikale dominansie wat laterale knopontwikkeling bevorder, stimuleer blaarvergroting as gevolg van 'n toename in wortelmassa (23) en kan in sommige spesies huidmondjie-opening bevorder. Sitokiniene dra by tot chloroplasontwikkeling en is verder van belang by osmotiese aktiwiteite van selle en toon ook 'n belangrike interaksie met ouksiene (23,34,90). Sitokiniene toegedien op plante verhoog die plant se weerstand teen plae (26) en kan vrugveroudering vertraag (93).

Die meganisme van sitokinienewerking verskil ten opsigte van weefseltipes (23,83,90). Volgens Horgan (39) word sitokiniene nie genoegsaam verstaan nie en daar bestaan onvoldoende getuienis om beslissend enige biochemiese aksiepunt te identifiseer. Die primêre effek hang van talle sekondêre effekte af wat afhanklik van die fisiologiese staat van die teikensel is (23). Sitokiniene speel wel 'n belangrike rol in RNA en proteïensintese (23,83,90).

Kelp bevat ook ander bestanddele in die kommersiële seewierkonsentraat. 'n Monsterontleding is deur Kelp Products op 1 kg *Ecklonia maxima* gedoen (Tabel B3.1)(9). Tabel B3.1 toon 'n duidelike uiteensetting van 'n *E. maxima*-monsterontleding aan. Die bestanddele wat in die seewierkonsentraat ontleed is, is proteïene, as, koolhidrate, vesel, vet, vog en vitamienes. Volgens Blunden (14) dra die bestanddele nie tot die groeireaksies wat op plante waargeneem is by nie, aangesien die hoeveelheid wat normaalweg op die plante toegedien word, in die geval nie genoegsaam is om enige beduidende groeireaksies te verkry nie. Volgens verskeie outeurs is die reaksies wat met seewierekstrakte verkry is, soortgelyk aan dié wat met sitokiniene op plante waargeneem is (41,46,52). Dié bestanddele speel dus nie 'n beduidende rol, soos die geval met sitokiniene, in die seewierekstrak nie.

Crouch, Smith, Van Staden, Lewis & Hoad (20) het ouksiene in *E. maxima* geïdentifiseer, maar die hoeveelheid en die effektiwiteit van elkeen is nog onbekend. Die ouksiene wat geïdentifiseer is, is indool-3-asynsuur, indool-3-karboksielsuur, indool-3-aldehied, indool-3-asetamied en triptofaan. Een-aminosiklopropaan-1-karboksielsuur (ACC) is ook in *E. maxima* geïdentifiseer, maar slegs 9,29 nmol $m\ell^{-1}$ van dié etileenvrystellende verbinding is bepaal. Dit is aansienlik minder as die sitokiniene wat in *E. maxima* gevind is, naamlik 31 mg $m\ell^{-1}$.

Geen inligting is bekend oor die manipulasie van sori op seweweeksvaringblare deur sitokiniene nie. Die beginsel by die gebruik van sitokiniene lê hoofsaaklik daarin opgesluit

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

dat sitokiniene veroudering vertraag. Plantouderdom kan volgens Milton & Moll (68) sorivorming beïnvloed. Volgens die outeurs dra jongvaringplantestande se risome normaalweg trofofille (steriele blare) in die inheemse woude. Sitokiniene kan dus moontlik sori-ontwikkeling voorkom deur blaarveroudering van seweweeksvarings te vertraag.

3.2.3 Etefon

Etefon onder die handelsnaam Ethrel (480 g ℓ^{-1} aktiewe bestanddeel) is vir die studie gebruik. Etefon (2-chloro-etielfosfoonsuur) is chemies stabiel onder 'n pH van 4,1, maar sodra dit plantselle met 'n hoër pH binnegaan, word etileen in die plantselle vrygestel (23,79,107). Etileen is die enigste koolwaterstofgas met 'n besliste effek op plante (23). Die plantgroeireguleerder word vanaf metionien via S-adenosiel-metionien tydens metaboliese prosesse in plante gesintetiseer. In die proses word 1-aminosiklopropaan-1-karbok sielsuur (ACC), die voorloper van etileen, gesintetiseer. Etileen word in die meeste weefsels gesintetiseer in reaksie op stremming. In weefsels wat veroudering of rypwording ondergaan, word veral etileen gesintetiseer. Etileen beweeg deur diffusie vanaf die plek waar sintese plaasgevind het (23,83,90).

Etileen beskik oor 'n breë spektrum fisiologiese aktiwiteite en induseer vegetatiewe en reproduktiewe plantreaksies. Reaksies soos versnelde afsnoering van stingels, blomme en vrugte kom voor. Etileen is ook betrokke by tropisme, lengtegroei-onderdrukking, dormansie, blomvolwassewording, ogie-ontwikkeling en is in staat om plantegroei te inhibeer en bevorder die vroulike geslag in tweeslagtige blomme. Die meeste etileeneffekte gaan gepaard met die sintese van hidrolase ensieme. Tydens blaarafsnoering stimuleer etileen die sintese van sellulase en ander selwanddegraderende ensieme in die afsnoeringslaag. Tydens vrugrypwording word ook die nodige ensieme in die vrugselle vrygestel. (23,83,90).

Geen inligting is bekend oor die invloed van etileen op sori-afsnoering van seweweeksvaringblare nie. In teenstelling met soridraende seweweeksvaringblare onder kommersiële toestande, is seweweeksvaringblare in die inheemse woude hoofsaaklik sorivry. Volgens verskeie outeurs groei die seweweeksvaring onder stremmingsvolle omgewingstoestande (30,66,67,68). Verskeie klimaats- en grondfaktore beïnvloed die plant se voorkoms in verskillende omgewings. Sori-afsnoering kan moontlik die gevolg van etileenvorming deur die varing self wees of etileengasvrystelling deur ander plante en dooie organiese materiaal. Etileensintese is 'n algemene reaksie van plante teenoor stremming (1,16,75,100, 108). Etileenvorming verhoog wanneer plantweefsel blootgestel word aan lae temperatuur- (27,103) en hoë temperatuurstremming (99,104), watertekort (13,25,63,64,106), versuiping (15), suur-, chemiese en meganiese stremming, besering, straling, swaeldioksied, swaarmetale en voedingstowwe (104). Behandelings met etefon kan moontlik tot sori-

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

afsnoering op seweweeksvaringblare lei, omdat etefon in die praktyk gebruik word vir afsnoering van verskeie plantdele (99).

3.2.4 Paklobutrasool (PP333)

PP333 onder die handelsnaam Cultar (250 g ℓ^{-1} aktiewe bestanddeel) is vir die studie gebruik. PP333 [(2RS, 3RS)-1-(4-chlorofeniel)-4, 4-dimetiel-2-(1H-1, 2, 3-triasool-1-iel) penta-3-ool] is 'n sistemiese plantgroeionderdrukker (23) en word slegs deur die xileem vervoer. Hermobilisasie van die plantgroeireguleerder is dus nie moontlik nie. Indien blaarbespuiting gebruik word, sal herhaaldelike bespuitings nodig wees. Indien PP333 op die grond toegedien word, kan daar 'n nawerking in die grond wees (83).

PP333 speel 'n belangrike rol in die vertraging van vegetatiewe groei, 'n verhoging in die getal blomme per plant (55,102), die verandering in kleur, getal en grootte van blare (56), vroeë blomming (33), 'n verhoging in lootvertakking (51), bevorder vrugset (17,54,77) en kan die grootte en vorm van die wortelstelsel beïnvloed (10).

PP333 het die eienskap om plante teen swamsiektes te beskerm. Aangesien die plantgroeionderdrukker 'n lid van die triasool familie is, het dit die vermoë om die biosintese van ergosterol te inhibeer wat 'n essensiële bestanddeel van swammembrane is (83). Lurssen (60) meld dat PP333 die steroolvlakke van plantweefsels kan verminder. Vry sterole kom moontlik in alle membrane van alle organismes behalwe bakterieë voor, wat dus daarop dui dat sterole 'n belangrike rol in die membraan se stabiliteit speel (90). Die plantgroeionderdrukker kan dus indirek die selmembraan se stabiliteit van plantweefsel verlaag.

PP333 inhibeer die gibberelliensuurbiosintese deurdat dit die oksidasie van ent-kaurene na ent-kaurenoësuur inhibeer (23). Volgens Rademacher, Jung, Graebe & Schwenen (78) inhibeer PP333 die vorming van ent-kaurenol, ent-kaurenal en ent-kaurenoësuur, maar geen stappe word na ent-kaurenoësuur in die sintese pad beïnvloed nie. Die plantgroeionderdrukker inhibeer dus die sitochroom P-450-afhanklike mono-oksigenases in die sitochroom P-450 gekataliseerde stap van die biosinteseproses wat tot verminderde seldeling in jongweefsel lei (23,83).

Geen inligting is bekend oor die invloed van PP333 op sorivoorkoms van seweweeksvaringblare nie. Aangesien PP333 die gibberelliensuurbiosintese vanaf ent-kaurene na ent-kaurenoësuur inhibeer (23), lei dit tot verminderde seldeling in jongweefsel. Dié verminderde seldeling in jongweefsel kan moontlik daartoe lei dat minder sori op die jongweefsel van die seweweeksvaringblare differensieer.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

3.3 PROSEDURE: SORIVOORKOMS EN BLAARGROOTTE

3.3.1 Proefperseel en uitleg

Die navorsing is op die perseel van Bergland Tuine te Krugersdorp (26°06'S; 27°46'O) wat in die somerreënvalstreek geleë is, uitgevoer. Die proeftydperk het vanaf 1992-03-16 tot 1992-06-22 gestrek. Seweweeksvarings wat kommersieel in sandleemgrond onder skadunet teen 'n noordelike helling verbou word, is as eksperimentele materiaal gebruik. Die plante was ongeveer vier jaar oud met 'n plantestand van 10 varings per vierkante meter.

Die proef is volgens 'n ewekansige blokontwerp met vyf herhalings uitgelê en is onder vier verskillende skaduvlakke herhaal. Skaduvlakke A en B verteenwoordig die liguitsluiting onder 80% skadunet en skaduvlakke C en D verteenwoordig die liguitsluiting onder 70% skadunet. Ten einde verdere vlakke van liguitsluiting te bewerkstellig is daar bykomstige 70% skadunetstroke (1 m breed) 0,5 m uitmekaar onder die bestaande behandelings A en C gespan. Die bykomstige skadunetstroke is in 'n ooswesrigting bo-oor die 1 m-breë beddings gespan (Figuur B3.2). Figuur B3.2 toon aan hoe die skadunetstroke onder die bestaande skadunet gespan is.

As gevolg van praktiese omstandighede was daar vier rye beddings onder skaduvlakke A en B en vyf rye beddings onder skaduvlakke C en D. Onder skaduvlakke A en B is beddings met 'n lengte van 3,9 m as persele gebruik, terwyl die beddings onder skaduvlakke C en D 6,9 m lank was. Die rye beddings is deur 0,5 m breë paadjies van mekaar geskei (Figuur B3.3). Figuur B3.3 toon aan hoe die persele in beddings opgedeel is. Ligintensiteit is nie onder die verskillende skadunette bepaal nie. Daar is aanvaar dat vier verskillende ligintensiteite deur die skadubehandelings bewerkstellig is.

Onder elke skaduvlak is vier plantgroeireguleerders teen drie peile elk toegedien. Tabel B3.4 toon die verskillende plantgroeireguleerders, naamlik etefon, paklobutrasool (PP333), gibberelliensuur (GA_3), sitokiniene en die drie peile waarteen elk toegedien is, aan. Daar was per skaduvlak 12 behandelings met vyf herhalings wat met vyf kontroleherhalings vergelyk is om vir betekenisvolle effekte te toets (Figuur B3.5). In Figuur B3.5 is die proefuitleg skematies voorgestel. Per skaduvlak was daar dus 65 persele (60 behandelingskombinasiepersele en vyf kontrolepersele).

3.3.2 Statistiese prosedure

Alle data is met behulp van die PROC. (Procedure), G.L.M. (General Linier Modelling)-prosedure van die S.A.S. (Statistical Analysis System) rekenaarpakket verwerk. Die F-

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

toets is volgens die voorskrifte van John (47), Ott (73), Snedecor & Cochran (95) en Steel & Torrie (96) gebruik om te bepaal of die plantgroeireguleerderbehandelings ten opsigte van die veranderlikes betekenisvol van die kontrolebehandeling onder die vier verskillende skaduvlakke verskil het. Variansie-analises is op alle data uitgevoer. Die ANOVA-tabelle en standaardafwykings van die 13 behandelings is by die Universiteit van Pretoria, Departement Plantproduksie en Grondkunde beskikbaar.

3.3.3 Eksperimentele bepalings

Ses blaargroeistadia van die seweweeksvaring, naamlik die blaarknop-, oopgevoudeblaar-, jongblaar-, volwasseblaar, oublaar- en dooieblaarstadium is in elke perseel waargeneem (sien hoofstuk 2, Figuur 2.9). Vir die studie is slegs blare in die jongblaar-, oopgevoudeblaar- en blaarknopstadium ondersoek. Drie dae voor bespuiting is die dooieblaarstadium van die proefplante verwyder en die onkruid is met die hand geskoffel vir makliker toeganklikheid tot die plante in die persele en om beter benatting van plante tydens bespuiting te verseker. Drie blare van elke blaarstadium is in elke perseel met behulp van etikette gemerk.

Blaarbespuitings is op 1992-03-16 tydens 'n wolklose dag met koolstofdioksied (CO_2)-aangedrewe rugsakspuit teen 150–200 kPa gedoen. Dit was 'n windstil dag en die temperatuur met aanvang van bespuiting was 28 °C teen 11:00 en het na 25 °C teen 15:00 aan die einde van die spuitperiode gedaal. Sorg is gedra dat daar teen 'n konstante snelheid deur die rye beweeg is, wat voldoende was om die blare in geheel te benat sonder om te veel afloop van die spuitmengsel te veroorsaak.

Die proefperseel het die daaropvolgende dag 'n 1-uur-besproeiing ontvang om maksimum opname van plantgroeireguleerders te verseker. Weeklikse reënvalsyfers vir die gebied is van die Departement van Omgewingsake (6) bekom en word in Tabel B3.6 verstrek. Oorhoofse sprinkelbesproeiing is teen ongeveer 30 mm $week^{-1}$ op alle persele toegedien. Waterkwaliteitontledingsdata van die besproeiingswater verskyn in Tabel B3.7 (7). Die weeklikse gemiddelde minimum en maksimum temperatuur asook die relatiewe humiditeit is vir die duur van die proef met behulp van 'n termohigograaf onder die verskillende skaduvlakke gemeet (Tabel B3.6). 'n Grondontleding van die proefperseel verskyn in Tabel B3.8 (8).

Blare wat in die jongblaar-, oopgevoudeblaar- en blaarknopstadium bespuit is, is by volwassenheid onderskeidelik op 1992-04-21, 1992-05-18, 1992-06-22 geoes. Die drie data blare is per perseel gemonster. Blare is net bo die risoom vir laboratoriumontledings afgesny.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(i) Soribepalingstegnieke

Die groot getal sori wat abaksiaal op die blaaroppervlak van die seweweeksvaring voorkom én die groot getal data blare wat vir ontleding gebruik was, het dit prakties moeilik gemaak om al die sori te tel. Twee praktiese uitvoerbare soribepalingstegnieke is ontwikkel om 'n aanduiding van die werklike getal sori te verkry.

- **Tegniek 1: Berekende sorigetal per oppervlakeenheid vir drie pinnae**

Die metode gebruik die werklike getal sori op die oppervlak van drie geselekteerde pinnae as 'n verteenwoordigende aanduiding van die totale getal sori op die totale blaaroppervlak.

Drie monsters per perseel is gebruik en sorigetalle is as volg bepaal:

1. Die werklike getal sori op die abaksiale kant van die drie gekose pinnae (Figuur B3.9) is met behulp van 'n skaapteller getel en aangeteken. Soos in Figuur B3.9 aangetoon, is die pinnae soos volg gekies:

   Die blaar is op sy abaksiale kant met die distale punt na bo gedraai.

   Pinna 1 – die tweede pinna aan die linkerkant vanaf die basale pinnae.
   Pinna 2 – die vierde pinna aan die regterkant vanaf die basale pinnae.
   Pinna 3 – die sesde pinna aan die linkerkant vanaf die basale pinnae.

2. Die drie gekose pinna-oppervlaktes is daarna met behulp van 'n LI-COR Model 3100 fotoseloppervlaktemeter tot die naaste cm^2 bepaal.

3. Deur van 'n verhoudingsberekening gebruik te maak, is die sorigetal per oppervlakeenheid (cm^2) as volg bepaal:

$$\text{Sorigetal } cm^{-2} = \frac{\text{Som van die getal sori op drie gekose pinnae}}{\text{Som van die totale blaaroppervlakte van drie gekose pinnae } (cm^2)}$$

- **Tegniek 2: Soritoekenning**

Soritoekenning is 'n tegniek wat subjektief die werklike getal sori op 'n blaar van die seweweeksvaring aandui.

Die persentasie sori op die blare word volgens 'n puntetoekenning aangedui. Die toekenning is as volg gemaak:

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Toekenning	Persentasie (%) van die blaaroppervlak wat deur sori beslaan word
1	0
2	25
3	50
4	75
5	100

(ii) Blaargrootte

Die totale blaaroppervlakte is met behulp van die fotoseloppervlaktemeter gemeet om enige invloed afkomstig van die behandelings te bepaal.

3.4 RESULTATE EN BESPREKING

As gevolg van praktiese redes is daar in die hoofstuk nie vir betekenisvolheid van die invloed van skaduvlakke op sorivoorkoms en blaargrootte getoets nie. Die proef is op kommersieel-produserende aanplantings uitgevoer en dus is die proefuitleg deur die bestaande aanplantingseienskappe beperk. Om vir betekenisvolheid te toets is ten minste vyf herhalings nodig. Die byvoeging van die bykomstige faktor met 'n ooreenstemmende hoeveelheid persele en blaarherhalings maak die omvang van so 'n proef te groot vir 'n magisterstudie. Verder was daar slegs twee skadunetkappe met 80% skadunet oordek. Daar was dus nie genoeg plantmateriaal onder 80% skadunet om in die proef se behoefte te bevredig nie. Die finansiële implikasie van 'n proef van dié omvang is verreikend. Met die aanpak van die studie was sodanige befondsing nie beskikbaar nie.

3.4.1 Sorivoorkoms

3.4.1.1 Soribepalingstegnieke

Die berekening van die sorigetal per oppervlakeenheid vir die drie gekose pinnae is 'n betroubare tegniek vir die soribepaling op seweweeksvaringblare, omdat korrelasieberekenings aandui dat die getal sori cm^{-2} op die drie gekose pinnae, verteenwoordigend is van die bepaling wat vir die hele blaar gedoen is (Tabel B3.10). Tabel B3.10 toon aan dat die getal sori op die drie pinnae hoogs betekenisvol korreleer ($p = 0,0015$; $r = 0,9886$) met die werklike getal sori op die totale blaaroppervlak.

Met behulp van 'n regressievergelyking is die verband tussen twee veranderlikes, naamlik sorigetal cm^{-2} en soritoekenning bepaal. Resultate toon aan dat daar 'n sterk positiewe verband tussen die veranderlikes is (Figuur 3.1). Figuur 3.1 toon aan dat soritoekenning

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

(X-veranderlike) 95% van die variasie van die berekende sorigetal cm^{-2} (Y-veranderlike) verklaar. In die proef is dus gevind dat die subjektiewe beoordeling van sori (soritoekenningstegniek) akkuraat die werklike getal sori op die blare weerspieël. Gemiddelde waarde van die veranderlikes van al drie blaarstadia is by die Departement Plantproduksie en Grondkunde van die Universiteit van Pretoria beskikbaar.

3.4.1.2 Plantgroeireguleerders

Resultate van die invloed van etefon, PP333, GA_3 en sitokiniene op die sorivoorkoms van volwasse blare wat in die jongblaar-, oopgevoudeblaar- en blaarknopstadium onder vier verskillende skaduvlakke behandel is, is onderskeidelik in Tabelle 3.1 tot 3.6 en Figure 3.2 tot 3.7 saamgevat.

(i) Etefon

Etefonbehandelings teen al drie peile op die jongblaarstadium het geen invloed op sorivoorkoms van blare by volwassenheid gehad nie (Tabelle 3.1 en 3.4). Hierdie bevinding geld vir beide die sorigetal cm^{-2} en soritoekenningstegnieke. 'n Verklaring vir die resultaat lê moontlik daarin opgesluit dat die peile van etefonbehandelings te laag is om effektiewe afsnoering van gevormde sori te bewerkstellig.

Die hoofeffek van etefon teen 144,480 en 960 mg dm^{-3} op die oopgevoudeblaarstadium het die sorivoorkoms van blare by volwassenheid nie betekenisvol beïnvloed nie. Onder skaduvlak B het die etefonbehandeling teen 144 mg dm^{-3} volgens die sorigetal cm^{-2} en soritoekenningstegniek respektiewelik tot 'n betekenisvolle en hoogs betekenisvolle afname in sori gelei. Hierdie bevindings was egter nie konstant vir die ander konsentrasiebehandelings of onder skaduvlakke A, C en D nie (Tabelle 3.2 en 3.5). Dit wil voorkom asof die etefontoedieningshoeveelhede onder die individuele skaduvlakke nog steeds te laag is om betekenisvolle sori-afsnoering op blare in die oopgevoudeblaarstadium te bewerkstellig.

Die hoofeffek van etefonbehandelings teen 144 en 480 mg dm^{-3} op die blaarknopstadium het tot 'n betekenisvolle afname in die getal sori cm^{-2} op blare by volwassenheid gelei. Teen 960 mg dm^{-3} is 'n soortgelyke nie-betekenisvolle tendens gevind (Figuur 3.2 en Tabel 3.3). Die etefonbehandelde blare het teen al drie peile gemiddeld ongeveer 0,6 sori cm^{-2}, in vergelyking met 1,25 sori cm^{-2} op kontroleblare, gehad. Onder skaduvlakke B en C het die etefonbehandeling van 480 mg dm^{-3} tot 'n betekenisvolle afname in die sori cm^{-2} op blare by volwassenheid gelei. Etefonbehandelde blare onder skaduvlakke B en C het respektiewelik gemiddeldes van 0,33 en 0,00 sori cm^{-2}, vergeleke met 1,70 en 1,31 sori cm^{-2} op kontroleblare, gehad. Behandelings teen die laagste (144 mg dm^{-3}) en hoogste peil (960 mg dm^{-3}) het 'n soortgelyke nie-betekenisvolle tendens onder skaduvlakke

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

B en C getoon (Tabel 3.3). Volgens die soritoekenningstegniek is slegs 'n nie-betekenisvolle laer soritoekenning aan volwasse blare toegeken (Figuur 3.4 en Tabel 3.6). In Tabel 3.6 kan gesien word dat 'n nie-betekenisvolle laer soritoekenning aan skaduvlakke B, C en D blare toegeken is.

Verlaagde sorigetalle op volwasse blare wat in die blaarknopstadium behandel is, lê moontlik daarin opgesluit dat etefon tot sori-afsnoering gelei het. Na bespuiting is etileen waarskynlik vanuit etefon in die blaarepidermisselle of selfs in die mesofilselle vrygestel en het in die blare in die blaarknopstadium versamel. Volgens Reid (81) bind etileen aan 'n membraanbindingsposisie wat deur 'n sogenaamde sensitiwiteitsfaktor geaktiveer word. Die aard en aksie van dié faktor is nog onduidelik, maar volgens Salisbury & Ross (90) is dit 'n koperbevattende proteïen wat in die endoplasmiese retikulum of diktiosome (golgiliggaampies) teenwoordig is. Indien die etileenmolekule gebind het, word etileen geoksideer na metaboliete (CO_2, etileenoksied, etileenglikol) wat die transkripsie van gene en sintese van proteïene in poliribosome induseer. Hierdie proteïene sluit onder meer ook selwanddegraderende ensieme in (90). Die selwanddegraderende ensieme mag tot die afsnoering van sori lei.

In gevalle waar etileen nie tot laer sorivoorkoms gelei het nie, mag dit wees dat die sensitiwiteitsfaktor nie teenwoordig is nie. Onder die omstandighede kan etileen nie aan die membraanbindingsposisie bind nie. Gevolglik sal geen proteïene gesintetiseer word om tot 'n effek te lei nie. Die konsentrasie van etileen is ook belangrik in die werking daarvan. Indien etileen teen 'n lae konsentrasie voorkom, mag daar te min molekules teenwoordig wees om die bindingsposisies te vul. Onder die omstandighede mag slegs 'n gedeeltelike of oneffektiewe aksie plaasvind. Indien etileen teen 'n hoër konsentrasie toegedien word, kan dit 'n nadelige invloed op die blare uitoefen, aangesien dit bekend is vir sy verouderingseffek op plantweefsel (23,83,90).

Dit is verder ook bekend dat blaarweefsels se sensitiwiteit teenoor etileenbinding met 'n toename in ouderdom toeneem (23,83,90). Etileen het egter tot 'n betekenisvolle afname in sorivoorkoms op volwasse blare wat by die blaarknopstadium behandel is, gelei. Dit dui daarop dat etileen wel op jong weefsel gebind het.

(ii) Paklobutrasool (PP333)

Onder skaduvlak D het die PP333-behandeling teen 1 000 mg dm^{-3} op die jongblaarstadium by volwassenheid van blare betekenisvol meer sori (12,30 sori cm^{-2}) as dié van die kontrolebehandeling (7,18 sori cm^{-2}) gehad (Tabel 3.1). Daar volg egter geen duidelike tendens van 'n hoër getal sori cm^{-2} op blare wat met PP333 teen 1 000 mg dm^{-3} onder skaduvlakke A, B en C toegedien is nie (Tabel 3.1). Soortgelyke resultate is ook

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

nie met die soritoekenningsbepaling gevind nie (Tabel 3.4). Hieruit kan dus afgelei word dat die toename in sorigetalle op varingblare nie noodwendig die effek van PP333 was nie, maar aan onbekende eksterne faktore toegeskryf kan word. Genetiese variasie binne die plantestand (61,84) kan ook 'n bydraende faktor wees. Indien 'n onreëlmatige verspreiding van sori op blare voorgekom het, kon dit waarskynlik die akkuraatheid van die sorigetal cm^{-2} tegniek beïnvloed het.

PP333-behandelings teen 500, 1 000 en 1 500 mg dm^{-3} op jongblaarstadium het dus nie die sorigetal op blare by volwassenheid verminder nie. 'n Moontlike verklaring hiervoor is dat blare in die jongblaarstadium reeds seldeling en selvergroting ondergaan het en die sori het reeds gedifferensieer en moontlik selfs volledig ontwikkel. PP333 vertraag seldeling (11,23,57,60) en selvergroting (23,38,57,58,60) maar in dié geval is sori-ontwikkeling nie onderdruk nie.

PP333-behandelings op die oopgevoudeblaarstadium het vir beide soribepalingstegnieke hoogs betekenisvolle, betekenisvolle en nie-betekenisvolle afnames in sori op blare by volwassenheid onder skaduvlak B getoon (Tabelle 3.2 en 3.5). Tendense van afnemende sorigetalle is ook onder ander skaduvlakke gevind (Tabelle 3.2 en 3.5), wat selfs tot betekenisvolle en hoogs betekenisvolle hoofeffekte gelei het, soos gesien kan word in Figuur 3.3. In Figuur 3.5 kan gesien word dat die basale pinna van 'n volwasse blaar wat in die oopgevoudeblaarstadium met PP333 teen 1 000 mg dm^{-3} onder skaduvlak B behandel is, steeds sori daarop teenwoordig gehad het.

Resultate van blare wat in die blaarknopstadium met PP333 teen al drie peile behandel is, toon by volwassenheid hoogs betekenisvolle, betekenisvolle en nie-betekenisvolle afnames in sorigetalle vir beide soribepalingstegnieke (Figure 3.2 en 3.4, Tabelle 3.3 en 3.6). Die hoofeffekte kan hoofsaaklik toegeskryf word aan die lae sorigetalle op blare wat veral onder skaduvlakke B, C en D gegroei het. Uit die hoofeffekte kan ook afgelei word dat die PP333-behandeling met 'n toename in konsentrasie tot 'n afname in sorigetalle op die blare gelei het.

PP333 lei hoofsaaklik tot 'n afname in selvergroting (23,38,57,58,60) en tot 'n mindere mate 'n afname in seldeling (11,23,57,60) in differensiërende weefsel. Wat waarskynlik gebeur het nadat PP333 op blare in die blaarknopstadium gespuit is, is dat PP333 deur die jong blaarweefsel opgeneem is en in die meristematiese weefsel (apikale meristeem), waar selvermeerdering plaasvind, die gibberelliensuurbiosintese geïnhibeer het. PP333 het waarskynlik die vergroting of selfs verdeling van 'n enkele oppervlakkiggeleë sel abaksiaal teenoor die are op die blaaroppervlakte, waaruit die sori sou differensieer, vertraag. Die selle het waarskynlik na PP333-werking nie inisiasie ondergaan nie en daaropvolgende differensiasieprosesse het nie plaasgevind nie, met die gevolg dat blaarepidermisselle nooit

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

verdeel en vergroot het om die plasenta te vorm waaruit die sporangia en indusium sou ontwikkel nie. Figuur 3.6 toon 'n voorbeeld van 'n sorivrye volwasse blaar wat in die blaarknopstadium met PP333 teen 1 500 mg dm^{-3} onder skaduvlak C behandel is.

Die feit dat die PP333-behandeling die beste resultate op die jongste aktiefgroeiende blaarstadium (horlosieveervormigopgerolde blare) gegee het, is in ooreenstemming met Rostron (86) se bevindinge op bome. Dié outeur se suksesvolle resultate is op bome wat jonk en groeikragtig was, verkry.

(iii) Gibberelliensuur (GA_3)

Die hoofeffek van die GA_3-behandeling op die jongblaarstadium is nie betekenisvol vir beide soribepalingstegnieke nie (Tabelle 3.1 en 3.4). Slegs in een geval, naamlik onder skaduvlak D het die GA_3-behandeling teen die laagste peil (28,8 mg dm^{-3}) die sorigetal cm^{-2} op blare by volwassenheid betekenisvol verlaag. Onder die ander skaduvlakke is soortgelyke tendense nie gevind nie. Aangesien slegs die laagste peil onder een skaduvlak 'n afname getoon het, wil dit voorkom asof die resultate nie as gevolg van die GA_3-behandeling is nie, maar aan genetiese variasie binne die persele toegeskryf kan word (61,84).

Behandelings van GA_3 wat op die oopgevoudeblaarstadium toegedien is, het geen invloed op sorivoorkoms by volwassenheid van blare gehad nie (Tabelle 3.2 en 3.5). 'n Moontlike rede waarom GA_3 nie op blare in die jong- en oopgevoudeblaarstadium gereageer het nie, is dat GA_3-konsentrasies te laag is om op die differensiërende blaarweefsel waarop soriontwikkeling reeds voorkom, in te werk nie. GA_3 toegedien teen 57,6 mg dm^{-3} op blare in die blaarknopstadium het egter vir beide soribepalingstegnieke tot 'n hoogs betekenisvolle toename in sori by volwassenheid gelei (Figure 3.2 en 3.4, Tabelle 3.3 en 3.6). Alhoewel die effek nie onder al die individuele skaduvlakke betekenisvol was nie, is daar 'n tendens dat sorivoorkoms deur GA_3-toedienings teen die middelste peil verhoog is.

Die feit dat GA_3 sori op blare in die blaarknopstadium by volwassenheid nie verlaag het nie, kan moontlik toegeskryf word daaraan dat GA_3 sekere plantweefsel se sensitiwiteit teenoor etileen verminder (12,32,83,90). Ben-arie, Roisman, Zuthi & Blumenfeld (12), Goldthwaite (32), Roberts & Hooley (83) en Salisbury & Ross (90) het aangetoon dat GA_3-behandelings die kaliumiooninhoud van die selle verhoog. Dit is reeds lank bekend dat kaliumione (K^+) 'n funksie by huidmondjie-opening en CO_2-opname verrig (90,91). Die opname van K^+ lei tot verlaagde osmotiese potensiaal van sluitselle en gevolglike wateropname deur die sluitselle. Turgordruk word verhoog en huidmondjies maak oop met gevolglike CO_2 opname. Die hoër CO_2-konsentrasie opname werk die verouderingseffek van etileen teë. In die studie is gevind dat etileen die sorivoorkoms op seweweeksvaringblare verlaag. GA_3 werk dus moontlik die etileeneffek van verlaagde sorivoorkoms teë.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die moontlike werking is nog onbekend, maar dit mag wees dat CO_2 by die sogenaamde sensitiwiteitsfaktor, wat noodsaaklik is om etileen (C_2H_4) te bind, betrokke is. In die geval tree CO_2 waarskynlik as kompeterende inhibeerder op, deurdat CO_2 in die membraan-bindingsposisie bind.

GA_3 werk ook op die fitochroomsisteem in (23,83,90). Verskeie outeurs wys daarop dat GA_3 die rooiligbehoefte van die fitochroomsisteem vervang, met ander woorde rooilig (660 nm) is nie nodig om die P_r-vorm van die fitochroompigment na die P_{fr}-vorm om te skakel wat verskeie reaksies soos byvoorbeeld saad- en spoorkieming tot gevolg het nie (28,90). Studies wat in die woud gedoen is, toon aan dat 'n blaredak hoofsaaklik alle rooilig absorbeer of weerkaats en dat verrooilig (730 nm) deurgelaat word en die woud-vloer dus bereik (90). Onder die omstandighede word die P_{fr}-vorm teruggeskakel en die moontlike reaksies wat sou plaasvind word uitgeskakel. Onder natuurlike omgewingstoe-stande groei seweweeksvarings hoofsaaklik onder 'n digte blaredak en kan verwag word dat hoofsaaklik verrooilig die varings bereik. Die verrooilig lei tot die omskakeling van P_{fr}- na P_r-vorm van fitochroompigmente (28,90). Die algemene tendens is dat seweweeks-varings onder natuurlike omstandighede nie sori vorm nie. Dit is dus moontlik dat die P_{fr}-vorm van die pigmente betrokke by sori-inisiasie en -vorming is. GA_3 se bevrediging van die rooiligbehoefte van die fitochroomsisteem kan dus by sorivorming betrokke wees.

Mangaan- (Mn) toksisiteit in inheemse woude kan ook 'n bydraende faktor wees tot sori-vrye seweweeksvaringblare. In Tabel 2.2, hoofstuk 2, kan volgens die blaarontledings-resultate afgelei word dat die blare in die woud bogemiddelde hoeveelhede Mn (181 mg kg^{-1}) opneem wat normale vlakke van Mn oorskry. Volgens Wilkinson & Ohki (105) is daar gevind dat Mn-tekort of toksisiteit die sintese van kaurene vanaf mevalonoësuur in die GA_3-biosintese weg beïnvloed. GA_3-vlakke in seweweeksvaringblare is waarskynlik laag in die woud. Hieruit kan aanvaar word dat GA_3 betrokke by sorivorming is, as gevolg van die toename in 'n sorivoorkoms met GA_3-toedienings.

GA_3 lei ook tot seldeling, selvergroting en verhoog selwandplastisiteit met 'n gevolglike toename in groei (23,83,90). Hierdie reaksies mag alles voordelig vir sori-ontwikkeling wees.

(iv) Sitokiniene

Sitokiniene het geen invloed op die sorivoorkoms van blare in die jong- en oopgevoude-blaarstadium by volwassenheid gehad nie (Tabelle 3.1, 3.4, 3.2 en 3.5). 'n Verklaring hiervoor lê moontlik daarin opgesluit dat die blare met die sori daarop reeds ontwikkel het, met die gevolg dat sitokiniene nie daartoe in staat was om effektief op die differen-siërende weefsel van dié blaarstadia in te werk nie.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

By die blaarknopstadium het sitokinienebehandelings teen die laagste en hoogste peil (0,00062 en 0,0155 mg dm^{-3}) tot 'n betekenisvolle hoër soritoekenning aan blare by volwassenheid gelei (Figuur 3.4). Sitokinienebehandeling teen 0,0062 mg dm^{-3} het 'n soortgelyke nie-betekenisvolle tendens getoon. Die betekenisvolle hoofeffekte kan aan die hoë soritoekennings onder die individuele skaduvlakke toegeskryf word (Tabel 3.6). Sitokiniene het volgens die sorigetal cm^{-2} tegniek ook tot nie-betekenisvolle hoë sorigetalle op blare met toedienings teen al drie peile gelei (Figuur 3.2 en Tabel 3.3). Indien in gedagte gehou word dat sitokiniene hoofsaaklik in jong weefsel gesintetiseer of daarheen vervoer word (23,83,90), wil dit voorkom asof sitokiniene sorivoorkoms bevorder.

Sitokiniene is groeistimuleerders en verhoogde seldeling as gevolg van sitokinienevoorkoms is wyd gedokumenteer (23,83,90). Indien sitokiniene in jong weefsel gesintetiseer of daarheen vervoer word, lei dit tot 'n hoë sitokinien tot ouksien verhouding in die selle. Die hoë verhouding binne die selle bevorder organogenese wat tot die vorming van 'n orgaan, moontlik in dié geval sori, lei. Tydens die proses verhoog die sitokiniene die swelgaktiwiteit van die jong weefsel. Aminosure, suikers en opgeloste stowwe beweeg vanaf die floeëm in die selle van die jong weefsel in. Op die stadium word seldeling bevorder deur die omskakeling van selle van G_2 (die periode in die selsiklus na DNA-replisering, sel berei homself voor vir seldeling) na mitose deur verhoogde proteïensintesetempo (90). In die geval van proteïensintese beïnvloed sitokiniene nie transkripsie nie en werk hoofsaaklik op translasie (verwerking van die inligting wat vir proteïenbiosintese in 'n m-RNA-molekuul vervat is) in, omdat sitokiniene binne-in die tRNA inkorporeer en die tRNA-konfigurasie verander (83). Dit is dus duidelik dat sitokiniene sorivoorkoms in jong weefsel bevorder as gevolg van verhoogde seldeling en dus is die sitokiniene-aksie betrokke by die differensiasieproses van sori eerder as inisiasie daarvan. Die feit dat sitokiniene hoofsaaklik tot hoër sorivoorkoms by die blaarknopstadium gelei het, ondersteun die moontlike werkingseffek van sitokiniene.

'n Verdere verklaring vir die hoë sorivoorkoms op volwasse blare wat in die blaarknopstadium behandel is, lê moontlik daarin opgesluit dat sitokinienevoorkoms in selle CO_2-opname bevorder (23,69,83,90). Sitokiniene bevorder CO_2-opname deurdat dit kaliumopname deur blaarselle verhoog word wat tot huidmondjie-opening lei. Soos in die geval van GA_3-behandelings werk die verhoogde CO_2-konsentrasie as 'n kompeterende inhibeerder van etileen in en word moontlike effekte van etileen so uitgeskakel. Onder die omstandighede sal sorivoorkoms konstant bly en dus nie verminder nie.

Daar word verder vermeld dat die sitokinienekonsentrasie in selle onder stremmingsvolle omgewingstoestande soos watertekorte (43,44,82), hoë temperature (35,42) en lae ligvlakke (4) verlaag word. Onder natuurlike groeitoestande waar stremming meer algemeen voorkom, sal die sitokinienekonsentrasie in selle laer wees. Dit sal moontlik ook 'n lae

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

sitokinien tot ouksien verhouding lei. Onder die omstandighede sal organogenese en ook sorivorming verlaag en wortelvorming waarskynlik verhoog word (23,83,90). 'n Lae sitokiniene-inhoud sal ook huidmondjiewerking vertraag, met 'n gevolglike laer CO_2-opname. Die laer CO_2-opname bevorder weer etileeneffekte en dus ook moontlike laer sorivorming.

Stikstof- (N) (4,22,40,53,62) en fosfor- (P) (40,53) tekorte in grond lei ook tot 'n lae sitokinienekonsentrasie in selle. Normaalweg is daar 'n N- en P-tekort in onbehandelde grond (90) en volgens Geldenhuys & Van der Merwe (29) is daar 'n P-tekort in die inheemse woudgrond waar sorivrye seweweeksvarings aangetref word. Aanvullend noem Stehle (97) dat seweweeksvaringblare in die woud 'n liggroen kleur vertoon vergeleke met die donkergroen kommersieelverboude varingblare. In Tabel 2.2, hoofstuk 2, kan gesien word dat die kommersieelverboude seweweeksvaringblare genoegsame N en P opneem en bykomstig is die blare met sitokiniene behandel wat waarskynlik tot die toename in sorigetalle gelei het. Enkele van die faktore, of 'n kombinasie daarvan kan dus as moontlike verklaring vir die resultate dien.

Sitokiniene speel ook soos in die geval van GA_3 'n rol in selgroei deur seldeling en selvergroting (23,83,90). Sori-ontwikkeling vanaf die enkele oppervlakkiggeleë sel van die blaarepidermis word dus deur sitokinienebehandelings bevorder. Alhoewel die sorigetal hoër met die sitokinienebehandeling op jong weefsel is, is van die blare se sori onderontwikkeld. In Figuur 3.7 is die onderontwikkelde sori op die pinnae van 'n volwasse blaar wat in die blaarknopstadium met sitokiniene teen 0,0155 mg dm^{-3} onder skaduvlak C behandel is, duidelik sigbaar. Hierdie onderontwikkeling mag die gevolg van 'n te lae konsentrasie sitokiniene wees. Die seldeling word geïnisieer, maar die konsentrasie sitokiniene is nie hoog genoeg om voortgesette seldeling en selvergroting tot gevolg te hê nie, met gevolglike onderontwikkelde sori.

3.4.2 Blaargrootte

Die invloed van etefon, PP333, GA_3 en sitokiniene op die blaargrootte van volwasse blare wat in die jongblaar-, oopgevoudeblaar- en blaarknopstadium onder vier verskillende skaduvlakke behandel is, is in Tabelle 3.7 tot 3.9 en Figure 3.8 tot 3.13 saamgevat.

(i) Etefon

Onder skaduvlak A het etefonbehandelings teen 144 en 480 mg dm^{-3} op die jongblaarstadium by volwassenheid van blare respektiewelik tot betekenisvolle en hoogs betekenisvolle kleiner blaaroppervlaktes in vergelyking met dié van die kontrolebehandeling gelei. Onder die ander skaduvlakke is soortgelyke tendense teen dieselfde peile egter nie gevind nie (Tabel 3.7). 'n Moontlike verklaring hiervoor is dat daar genetiese variasie binne die

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

plantestand is (61,84), omdat blare wat teen die hoogste peil behandel is se oppervlaktes groter as dié van die laagste twee peile was in plaas van kleiner. Etefonbehandelings het dus geen invloed op die blaargrootte van volwasse blare wat in die jongblaarstadium behandel is, gehad nie.

Etefonbehandelings teen 144, 480 en 960 mg dm^{-3} op die oopgevoudeblaar- en blaarknopstadium het geen betekenisvolle invloed op die totale blaaroppervlakte van blare by volwassenheid gehad nie (Figuur 3.8 B en C, Tabelle 3.8 en 3.9). Etileen beïnvloed 'n wye reeks plantweefsels op verskeie maniere (23,83,90). Dit is moontlik dat etileen hoofsaaklik op die inhibering van sorivorming gewerk het en dat 'n afname in blaargrootte 'n sekondêre effek van etileenwerking is. Verskeie outeurs wys daarop dat etileen blaarverlenging inhibeer met gevolglike kleiner blare (23,83,90). Bevindinge in hierdie proef is egter in teenstelling hiermee. 'n Moontlike verklaring hiervoor is dat etefonkonsentrasies te laag is. Genoegsame etileenmolekules bind dus nie aan die membraanbindingsposisie van selle om die sintese van voldoende hidrolase ensieme te induseer nie. Die beperkte ensieme onderdruk die groei van blare slegs tydelik deur verminderde seldeling. Die teenwoordigheid van die ensieme en gevolglike verminderde seldeling, verklaar die nie-betekenisvolle afname in blaargrootte van volwasse blare wat in die blaarknopstadium behandel is.

Alhoewel etileen selverlenging verminder, wys verskeie outeurs daarop dat etileen selle in die selverlengingstreek van blare stimuleer om isodiametries te vergroot (24,80,21,90). Die isodiametriese vergroting word veroorsaak deur die vaslegging van meer oorlangs georiënteerde sellulose mikrofibrille in die selwande wat gevolglik parallelle vergroting na dié mikrofibrille verhoed (24,90). Die isodiametriese vergroting kan kompenseer vir verminderde sellengte en sodoende kan die seloppervlakte konstant bly. Die reaksie het waarskynlik ook tot 'n mate in die seweweeksvaringblare plaasgevind, omrede geen betekenisvolle verkleining van blaaroppervlaktes gevind is nie. Aanvullend tot bogenoemde resultate is daar volgens Rounkova (88) gevind dat ethrelbespuiting teen 1 000 mg dm^{-3} op blare en stingels van dahlias en krisante tot 'n toename in laterale vertakking en getal blare lei. Seweweeksvaringblaarpinnules kon waarskynlik in getal toegeneem het, maar pinnulegetalle is nie in die studie bepaal nie.

(ii) PP333

PP333-behandelings op al drie blaarstadia het nie die totale blaaroppervlakte van blare by volwassenheid betekenisvol beïnvloed nie (Figuur 3.8 A, B en C, Tabelle 3.7, 3.8 en 3.9). In die meeste gevalle was PP333-behandelde blare se oppervlaktes onder die verskillende skaduvlakke egter nie-betekenisvol kleiner as dié van die kontroleblare en onder skaduvlak B het die PP333-behandeling teen 500 mg dm^{-3} op die blaarknopstadium tot 'n betekenisvolle afname in die totale blaaroppervlakte van blare by volwassenheid gelei.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Die PP333-behandelde blare het ook oor die algemeen 'n kompakte voorkoms gehad (Figuur 3.9). Interpinnale (Figuur 3.9) en interpinnulale verkorting (Figuur 3.10) het hoofsaaklik by PP333-behandelde blare voorgekom. Indien die verskynsel in dieselfde lig as internodale verkorting beskou word, is daar verskeie bevindinge in die literatuur wat ooreenstem met die resultate. Smeirat & Qrunfleh (94) het gevind dat 500, 1 000 en 2 000 mg dm^{-3} PP333 betekenisvolle internodale verkorting by suurlemoenbome 'Lisbon' veroorsaak. Poole & Conover (74) het gevind dat internodale verkorting by loofplante soos *Ficus lyrata* Warb. en *Gardenia jasminoides* Ellis teen konsentrasies so laag as 0,5 mg PP333 per 15 cm pot voorgekom het. Soortgelyke resultate is deur verskeie outeurs met *Hibiscus rosa-sinensis* (5) en *Kalanchoe blossfeldiana* (3) potplante en *Eucalyptus globulus*-boomsaailinge (37) gevind.

Hieruit kan dus afgelei word dat die konsentrasies waarteen PP333 op die blare bespuit is, waarskynlik te laag of die duurte van die effek op die blare te kort is om tot betekenisvolle blaarverkleining te lei. Hierdie siening word ook deur die bevindinge van Shearing & Jones (92), Quinlan (76) en Hawkins (36) ondersteun. Die outeurs het gevind dat blaarbespuiting tot vinnige plantreaksies lei, omrede die verbinding direk op die blaargroeipunt geplaas is, waarvandaan dit na die teikenselle kan beweeg. Die volume van die aktiewe materiaal wat deur die weefsel opgeneem word, is normaalweg klein en daarom is die duurte van die effek kort. Aangesien seweweeksvarings stadiggroeiende plante is, het 'n eenmalige bespuiting nie die blaargrootte oor 'n lang periode effektief verklein nie. Hierdie resultate verleen ondersteuning aan die bevindinge van Hickman (38). Volgens Hickman (38) het verskeie sierplante wat met PP333 bespuit was, geen newe-effekte opgedoen nie. Die sierplante se hoogte was slegs vir 'n kort periode onderdruk en daarna het die plante normale groei getoon.

Daar moet in gedagte gehou word dat interpinnale en interpinnulale verkorting nie noodwendig die totale blaaroppervlakte betekenisvol sal verklein nie. In werklikheid verkort slegs die rachis en costas van 'n blaar as gevolg van 'n afname in seldeling en selvergroting. Dit kom voor asof pinnule-ontwikkeling van behandelde blare nie afgeneem het nie. Die pinnae en pinnules het dus respektiewelik vanaf die rachis en costas nader aan mekaar ontwikkel wat tot 'n meer kompakte voorkoms gelei het (Figure 3.9 en 3.10).

(iii) GA_3

Onder die vier skaduvlakke het GA_3 geen betekenisvolle invloed op die totale blaaroppervlakte van blare in die jongblaar-, oopgevoudeblaar- en blaarknopstadium by volwassenheid gehad nie (Tabelle 3.7, 3.8 en 3.9. By al drie blaarstadia was daar onder die verskillende skaduvlakke egter nie-betekenisvolle groter blaaroppervlaktes wat duidelik in die hoofeffekte van die drie blaarstadia tot uiting kom (Figure 3.8 A, B en C).

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Adams, Montague, Tepfer, Rayle, Ikuma & Kaufman (2), Glasziou (31), Jones (48), Jones & MacMillan (49), Liu & Loy (59), Metraux (65), Roberts & Hooley (83), Sachs (89), Salisbury & Ross (90) en Stuart & Jones (98) wys daarop dat GA_3 seldeling, selvergroting en selwandplastisiteit bevorder. GA_3 stimuleer seldeling deur die selle in die G_1-fase (periode van selgroei voor DNA gerepliseer word) te stimuleer om die S-fase (DNA repliseringsperiode) binne te gaan en GA_3 verkort ook die S-fase (59,90). Die toename in getal selle lei gevolglik tot 'n toename in groei. GA_3 bevorder ook selvergroting deur die hidrolise van stysel, fruktone en sukrose na fruktose en glukose te bevorder. Gevolglik verlaag die reduserende suikers die osmotiese potensiaal in die selle, wateropname vind plaas en vergroot die selle (31,48,65,83,90). In die geval van selwandplastisiteit verhoog GA_3 die aktiwiteit van hidrolase ensieme wat verantwoordelik is vir die opbreek van polisakkariedes in die selwand (2, 49,83,90,98). Die verhoogde seldeling en selvergroting deur GA_3-werking het waarskynlik op dieselfde wyse in die seweweeksvaringblare plaasgevind wat tot nie-beteklenisvolle groter blaaroppervlaktes gelei het. Die konsentrasies waarteen GA_3 toegedien is, was waarskynlik te laag om tot betekenisvolle effekte te lei.

'n Verdere verskynsel wat slegs by die GA_3-behandelde blare voorgekom het, is die voorkoms van oormatige rooibruin strooiskubbe (ramentum) op die rachis en costas van blare (Figuur 3.11). Die strooiskubbe word hoofsaaklik by jong stipes en risome gevind (45). Strooiskubbe speel 'n belangrike rol in die beskerming van jongweefsel. GA_3 het waarskynlik die blare gestimuleer om die vormingsperiode van strooiskubbe te verleng, met die gevolg dat reeds ontwikkelde blare oormatige rooibruin strooiskubbe vertoon het.

(iv) Sitokiniene

Sitokinienebehandelings teen 0,00062, 0,0062 en 0,0155 mg dm^{-3} het geen betekenisvolle invloed op die totale blaaroppervlakte van blare van al drie blaarstadia by volwassenheid gehad nie (Tabelle 3.7, 3.8 en 3.9). 'n Tendens van groter blaaroppervlaktes is egter by die blare in jong- en oopgevoudeblaarstadium en veral in die blaarknopstadium onder die verskillende skaduvlakke by volwassenheid gevind en kan duidelik in hoofeffekte (Figure 3.8 A, B en C) waargeneem word. Dit is duidelik dat die sitokiniene-aksie oor die algemeen nie op die blaargrootte ingewerk het nie. Sitokiniene-aksie is waarskynlik meer gekonsentreerd tot sori en risoomontwikkeling. Risoomlengte en -dikte is egter nie in die studie bepaal nie. Verskeie outeurs toon ook aan dat die sitokiniene-aksie veelvoudig is en dit afhanklik is van die plantsoort en weefseltipe waarin dit voorkom (23,83,87,90).

In sommige sitokinienebehandelde blare in die blaarknopstadium is waargeneem dat 'n hoër getal pinnules voorgekom het (Figure 3.12 en 3.13). Hierdie bevinding is in ooreenstemming met die bevindinge van Rounkova (87). Dié outeur toon aan dat sitokiniene (kinetien en kartolien) die getal blare van 'n pot-marigold (*Calendula* sp.), soos in die

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

geval van seweweeksvaringpinnules, verhoog het. Sitokiniene se bevordering van die organogenese proses (23, 83,90) lei waarskynlik tot die hoër getal pinnules. Sitokiniene word na die selle vervoer wat tot 'n hoër sitokinien tot ouksien verhouding lei. Die hoë verhouding binne die selle bevorder organogenese met die gevolglike potensiële verhoging in die getal pinnules. Die hoër getal pinnules op seweweeksvaringblare vertoon smaller in voorkoms. In teenstelling hiermee toon Rounkova (87) aan dat bensielaminopurien, 'n sintetiese sitokinien, die blaaroppervlakte van 'n pot-marigold vergroot. In die geval van seweweeksvarings was die sitokinienekonsentrasie waarskynlik te laag om tot verdere selvergroting deur osmotiese werking te lei. Gevolglik het die pinnules slegs gering in oppervlakte vergroot en het die pinnules smaller vertoon. In die studie is pinnulegetal en blaarsito-inhoud nie bepaal nie en is dit moeilik om die spesifieke werking van sitokiniene te verklaar.

3.4.3 Seisoenale invloed

Uit Tabelle 3.1 tot 3.9 kan afgelei word dat beide die sorigetal cm^{-2} en soritoekenning asook die totale blaaroppervlakte van kontroleblare in die jongblaar-, oopgevoudeblaar- en blaarknopstadium onderskeidelik 'n groter afname by volwassenheid getoon het met blootstelling aan kouer wintermaande. Die rede vir die afnames is waarskynlik as gevolg van die afname in blaargroeitempo soos deur Geldenhuys & Van der Merwe (30) en Milton & Moll (68) tydens die herfsmaande onder natuurlike woudtoestande gevind het.

3.5 GEVOLGTREKKING

Uit die resultate en bespreking kan die volgende ten opsigte van die plantgroeireguleerders afgelei word:

– PP333-behandeling teen 1 500 mg dm^{-3} op blare in die blaarknopstadium verminder sori op seweweeksvaringblare effektief. Behandelings teen 500 en 1 000 mg dm^{-3} het ook tot sorivermindering gelei, maar die getal sori op die behandelde blare is egter meer as dié wat teen 1 500 mg dm^{-3} behandel is. Hoër konsentrasietoedienings op blare in die oopgevoudeblaarstadium behoort effektief sorivorming te vertraag, maar blare in die jongblaarstadium sal geen effek toon nie, omdat sori op dié blare reeds goed ontwikkel het. PP333-behandelings teen al drie peile op blare in die jongblaar-, oopgevoudeblaar- en blaarknopstadium het nie die totale blaaroppervlakte beïnvloed nie. Dit skyn dat interpinnale en interpinnulale verkorting by blare in die blaarknopstadium voorgekom het.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

- Etefonbehandelings teen 144 en 480 mg dm^{-3} op blare in die blaarknopstadium het die sori op seweweeksvaringblare verminder. Konsentrasies hoër as 960 mg dm^{-3} is nodig om suksesvolle verlaging van sori op blare in die jong- en oopgevoudeblaarstadium by volwassenheid te bewerkstellig. Die hoër konsentrasies kan egter nadelig vir blare in die blaarknopstadium wees, aangesien die toediening van 960 mg dm^{-3} die sorigetal op dié blare verhoog het. Etefon het geen effek op die totale blaaroppervlakte van volwasse blare wat in die jongblaar-, oopgevoudeblaar- en blaarknopstadium behandel is, gehad nie. Herhaaldelike of hoër konsentrasietoedienings op dié blare sal waarskynlik tot kleiner blaaroppervlaktes by volwassenheid lei en blaarveroudering bevorder.

- GA_3-behandeling teen 57,6 mg dm^{-3} op blare in die blaarknopstadium verhoog sorigetalle op seweweeksvaringblare. Blare in die jong- en oopgevoudeblaarstadium se sori-ontwikkeling is egter nie deur GA_3 beïnvloed nie. GA_3 het nie die totale blaaroppervlakte van volwasse blare wat in al drie blaarstadia behandel was, betekenisvol vergroot nie. Die konsentrasies waarteen GA_3 toegedien is, was waarskynlik te laag om die blare wesenlik te vergroot.

- Dit wil voorkom asof sitokinienebehandelings teen 0,00062 en 0,0155 mg dm^{-3} op blare in die blaarknopstadium die sori op blare by volwassenheid verhoog het. Die sori op blare in die jong- en oopgevoudeblaarstadium is nie deur sitokinienebehandelings beïnvloed nie. Die totale blaaroppervlaktes van blare in al drie blaarstadia is nie deur sitokinienebehandelings beïnvloed nie. Die behandelde blare het by volwassenheid onder die verskillende skaduvlakke egter aansienlik meer vergroot as dié van die kontrolebehandeling.

PP333 kan vir suksesvolle manipulasie van sori op seweweeksvaringblare aangewend word aangesien dié middel effektief sori-ontwikkeling op blare wat in die blaarknopstadium behandel is, verlaag het en geen betekenisvolle newe-effekte is by volwasse blare gevind nie.

In die lig van beperkings by die uitleg van die proef soos gemeld onder resultate en bespreking, kan waarnemings ten opsigte van skaduvlakbehandelings as volg vermeld word:

- Plantgroeireguleerders se werking is nie deur verskillende skaduvlakke beïnvloed nie.

- In die geval van sorivoorkoms het veral skaduvlak A (80% skadunet met bykomstige 70% skadunetstroke) en skaduvlak C (70% skadunet met bykomstige 70% skadunetstroke) tot 'n laer sorivoorkoms op al drie blaarstadia vergeleke met skaduvlak B (80% skadunet) en skaduvlak D (70% skadunet) gelei.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

– Onder skaduvlakke C en D het blare van al drie blaarstadia groter blaaroppervlaktes by volwassenheid gehad as dié onder skaduvlakke A en B. Ligvlakke onder laasgenoemde skaduvlakke is waarskynlik te laag vir optimale groeitoestande.

Aangesien laer sorivoorkoms en relatief groot blare onder skaduvlak C (70% skadunet met bykomstige 70% skadunetstroke in 'n ooswesrigting gespan) gevind is, word dié skaduvlak aanbeveel vir die kommersiële kweek van seweweeksvaringblare.

3.6 LITERATUURVERWYSINGS

1. ABELES, F.B., 1973. Ethylene in plant biology. New York: Academic Press.

2. ADAMS, P.A., MONTAGUE, M.J., TEPFER, M., RAYLE, D.L., IKUMA, H. & KAUFMAN, P.B., 1975. Effect of gibberellic acid on the plasticity and elasticity of *Avena* stem segments. *Plant Physiol.* 56, 757–760.

3. ADRIANSEN, E., 1989. Growth and flowering in pot plants soaked with plant growth regulator solutions in ebb and flood benches. *Acta Hortic.* 251, 319–327.

4. AMBLER, J.R., 1988. Studies on the cytokinin physiology of senescent and nonsenescent grain sorghum cultivars. PhD dissertation. Texas A & M University College Station, Texas.

5. ANDRASEK, K., 1989. Increasing the ornamental value of *Hibiscus rosa-synensis* and *P. hortorum* CV Springtime by using gibberellin inhibitor growth regulator. *Acta Hortic.* 251, 329–333.

6. ANON., 1992. Krugersdorp reënval. Departement van Omgewingsake, Weerburo, Pretoria.

7. ANON., 1992. Waterkwaliteitontledings. Percy Stewart waterversorgingswerke, Krugersdorp Stadsraad, Posbus 94, Krugersdorp 1740.

8. ANON., 1992. Grondontledingsresultate. Outspan Laboratoriums: Ontleding en Bemestingsadvies vir die landbou. Eienaars: Suid-Afrikaanse Koöperatiewe sitrusbeurs Bpk., Cradocklaan 264, Lyttelton.

9. ANON., 1993. Tegniese data van Kelpprodukte. Kelp Products (Pty) Ltd, PO Box 465, Kaapstad 8000.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

10. ATKINSON, D. & CRISP, C.M., 1982. Prospects for manipulating tree root systems using plant growth regulators: some preliminary results. Proc. of the 1981 British Crop Protection Conference-Weeds, 593–599.

11. BAYLISS, M.W., 1984. Regulation of the cell division cycle in cultured plant cells. In: The cell division of cycle in plants. Ed. by Bryant, J.A. & Francis, D. Society of Experimental Botany Seminar Series.

12. BEN-ARIE, R., ROISMAN, Y., ZUTHI, Y., BLUMENFELD, A., 1989. Gibberellic acid reduces sensitivity of persimmon fruits to ethylene. *Adv. Agric. Biotechnol.* 26, 165–171.

13 BEN-YEHOSHUA, S. & ALONI, B., 1974. Effect of water stress on ethylene production by detached leaves of Valencia orange. *Plant Physiol.* 53, 863–865.

14. BLUNDEN, G., 1977. Cytokinin activity of seaweed extracts. In: Marine natural products chemistry. Ed. by Faulkner, D.J. & Fenical, W. New York: Plenum, 330–343.

15. BRADFORD, K.J. & YANG, S.F., 1981. Physiological responses of plants to waterlogging. *HortScience* 16(1), 25–30.

16. BURG, S.P., 1962. The Physiology of ethylene formation. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 13, 265–302.

17. CONTURE, R.M., 1982. PP333: A new experimental plant growth regulator from ICI. Proc. *Pl. Growth Regul. Soc. Am.* 9, 59.

18. COOLBAUGH, R.C., 1983. Early stages of gibberellin biosynthesis. In: The biochemistry and physiology of gibberellins. Ed. by Crozier, A. New York: Praeger Publ. 1, 53–98.

19. CORGAN, J.N. & WIDMOYER, F.B., 1971. The effects of gibberellic acid on flower differentiation, data of bloom, and flower hardiness of peach. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 96, 54–57.

20. CROUCH, J.J., SMITH, M.T., VAN STADEN, J., LEWIS, M.J. & HOAD, G.V., 1992. Identification of auxins in a commercial seaweed concentrate. *J. Plant Physiol.* 139, 590–594.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

21. DAI, J.W. & PAULL, R.E., 1991. Postharvest handling of Alstroemeria. *HortScience.* 26(3), 314.

22. DARRAL, N.M. & WAREING, P.F., 1981. The effect of nitrogen nutrition on cytokinin activity and free amino acids in *Betula pendula* Roth. and *Acer pseudoplatanus* L. *J. Exp. Bot.* 32, 369–379.

23. DAVIES, P.J., 1988. Plant hormones and their role in plant growth and development. London: Kluwer Academic Publ.

24. EISINGER, W., 1983. Regulation of pea internode expansion by ethylene. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 34, 240–255.

25. EL-BELTAGY, A.S. & HALL, M.A., 1974. Effect of water stress upon endogenous ethylene levels in *Vicia faba. New Phytol.* 73, 47–60.

26. FEATONBY-SMITH, B.C. & VAN STADEN, J., 1983. The effect of seaweed concentrate on the growth of tomato plants in nematode-infested soil. *Sci. Hortic.* 20, 137–146.

27. FIELD, R.J., 1990. Influence of chilling stress on ethylene production. In: Chilling injury of horticultural crops. Ed. by Wang, C.Y. Boca Raton, Fla.: CRC Press, Ch. 15.

28. FURUYA, M., 1983. Photomorphogenesis in ferns. In: Encyclopedia of plant physiology. Ed. by Schropshire, W.J. & Mohr, H. New Series. Vol. 16, Photomorphogenesis. New York: Springer-Verlag Publ.

29. GELDENHUYS, C.J. & VAN DER MERWE, C.J., 1986. Effects of frond harvesting on growth of the fern *Rumohra adiantiformis* in the southern Cape forests. Res. Rpt. S. 85/30. S. Afr. For. Res. Inst., Saasveld Forestry Research Centre, George. 33.

30. GELDENHUYS, C.J. & VAN DER MERWE, C.J., 1988. Population structure and growth of the fern *Rumohra adiantiformis* in relation to frond harvesting in the southern Cape forests. *S. Afr. J. Bot.* 54(4), 351–362.

31. GLASZIOU, K.T., 1969. Control of enzyme formation and inactivation in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 20, 63–88.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

32. GOLDTHWAITE, J.J., 1988. Hormones in plant senescence. In: Plant hormones and their role in plant growth and development. Ed. by Davies, P.J. London: Kluwer Academic Publ.

33. GOULSTON, G.H. & SHEARING, S.J., 1985. Review of the effects of paclobutrazol on ornamental pot plants. *Acta Hortic.* 167, 339–348.

34. GROBBELAAR, N., ROBBERTSE, P.J., VAN GREUNING, J.V. & VISSER, J.H., 1979. Plantkunde: Anatomie en fisiologie. Durban: Butterworth-uitg. Bpk.

35. GUR, A., BRAVDO, B. & MIZRAHE, Y., 1972. Physiological response of apple trees to supraoptimal root temperature. *Physiol. Plant.* 27, 130–138.

36. HAWKINS, A.F., 1986. Effect of Cultar on trees. Draft paper for PEP Tropical Crops Conference. Zeneca Agrochemicals, Building No 2, Harrowdene Office Park, Weston Service Road, Woodmead. PO Box X8, Gallomar Manor, Sandton.

37. HETHERINGTON, S. & JONES, K.M., 1990. Effectiveness of paclobutrazol in retarding height growth of *Eucalyptus globulus* seedlings. *Can. J. For. Res.* 20(11), 1811–1813.

38. HICKMAN, G.W., 1986. A new growth regulator for greenhouse plants. *Calif. Agric.* Nov–Dec, 16–17.

39. HORGAN, R., 1984. Cytokinins. In: Advanced plant physiology. Ed. by Wilkins, M.B. London: Pitman Publ. 53–75.

40. HORGAN, J.M. & WAREING, P.F., 1980. Cytokinin and growth responses of seedlings of *Betula pendula* Roth. and *Acer pseudoplatanus* L. to nitrogen and phosphorous deficiency. *J. Exp. Bot.* 31, 525–532.

41. HUSSAIN, A. & BONEY, A.D., 1969. Isolation of kinin-like substances from *Lamina digitata. Nature* 223, 504–505.

42. ITAI, C., BENZIONI, A. & ORDIN, L., 1973. Correlative changes in endogenous hormone levels and shoot growth induced by short heat treatments to the root. *Physiol. Plant.* 29, 355–360.

43. ITAI, C., & VAADIA, Y., 1965. Kinetin-like activity in root exudate of water-stressed sunflower plants, *Physiol. Plant.* 18, 941–944.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

44. ITAI, C. & VAADIA, Y., 1971. Cytokinin activity in water-stressed shoots. *Plant Physiol.* 47, 87–90.

45. JACOBSEN, W.B.G., 1983. The ferns and fern allies of southern Africa. Durban: Butterworth-uitg. Bpk.

46. JENNINGS, R.C., 1969. Cytokinins as endogenous growth regulators in the algae *Ecklonia* (Phaeophyta) and *Hypnea* (Rhodophyta). *Aust. J. Biol. Sci.* 22, 621–627.

47. JOHN, P:, 1971. Statistical design and analysis of experiments. New York: Macmillan.

48. JONES, R.L., 1973. Gibberellins: their physiological role. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 24, 571–598.

49. JONES, R.L. & MACMILLAN, J., 1984. Gibberellins. In: Advanced plant physiology. Ed. by Wilkins, M.B. London: Pitman Publ. 21–52.

50. KAGAWA, T. & SUGAI, M., 1991. Involvement of gibberellic acid in phytochrome-mediated spore germination of the fern *Lygodium japonicum*. *J. Plant Physiol.* 138(3), 299–303.

51. KAMINSKI, W., 1989. Alar and paclobutrazol use on roses. *Acta Hortic.* 251, 407–410.

52. KENTZER, T., SYNAK, R., BURKIEWICZ, K. & BANAS, A., 1980. Cytokinin-like activity of sea-water and *Fecus vesiculosus* L. *Biol. Plant.* 22, 218–225.

53. KUIPER, D., 1988. Growth responses of *Plantago major* L. pleiosperma (Pilger) to changes in the mineral supply: Evidence for regulation by cytokinins. *Plant Physiol.* 87, 555–557.

54. KWON, O.W. & LEE, J.C., 1986. Effects of paclobutrazol on the vegetable growth and flowering in 'Fugi' apple trees. *J. Korean Soc. Hortic. Sci.* 27, 49–55.

55. LAMONT, G.P., 1986. Evaluation of growth retardants for controlling height of Geraldton Wax flowers *Chamelaucium uncanatum* Schauer. *Sci. Hortic.* 29, 363–371.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

56. LECAIN, D.R., SCHEKEL, K.A. & WAMPLE, R.L., 1986. Growth-retarding effects of paclobutrazol on weeping fig. *HortScience* 21(5), 1150–1152.

57. LENTON, J.R., 1987. Mode of action of triazole growth retardants and fungicides – a progress report. News Bull. British Plant Growth Regulator Group 9, 1–12.

58. LEONARD, W.F., 1987. Cultar – a plant growth regulator for horticulture. NZ Agricultural Science. ICI New Zealand Ltd. Wellington.

59. LIU, P.B.W. & LOY, J.B., 1976. Action of gibberellic acid on cell proliferation in the subapical shoot meristem of watermelon seedlings. *Am. J. Bot.* 63, 700–704.

60. LURSSEN, K., 1987. The use of inhibitors of gibberellin and sterol biosynthesis to probe hormone action. In: Hormone action in plant development – a critical appraisal. Ed by Hoad, G.V., Lenton, J.R., Jackson, M.B. & Atkin, R.K. London: Butterworth-uitg. Bpk., 133–144.

61. MAROUSKY, F.J., 1983. Premature wilt of leatherleaf fern with different pinna maturities from various growing environments. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.* 96, 270–272.

62. MARSHER, H., 1983. General introduction to the mineral nutrition of plants. In: Inorganic plant nutrition, encyclopedia of plant physiology. Ed. by Lauchli, A., Bieleski, R.L. New York: Springer-Verlag Publ., 15, 5–60.

63. McKEON, T.A., HOFFMAN, N.E. & YANG, S.F., 1982. The effect of plant hormone pretreatments on ethylene production and synthesis of 1-aminocyclo-propane-1-carboxylic acid in water-stressed wheat leaves. *Planta* 155, 437–443.

64. McMICHAEL, B.L., JORDAN, W.R. & POWELL, R.D., 1972. An effect of water stress on ethylene production by cotton petioles. *Plant Physiol.* 49, 658–660.

65. METRAUX, J.P., 1988. Gibberellins and plant cell elongation In: Plant hormones and their role in plant growth and development. Ed. by Davies, P.J. London: Kluwer Academic Publ.

66. MILTON, S.J., 1987. Growth of seven-weeks fern *(Rumohra adiantiformis)* in the southern Cape forests: Implications for management. *S. Afr. For. J.* 143, 1–4.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

67. MILTON, S.J., 1991. Slow recovery of defoliated seven-weeks fern *Rumohra adiantiformis* in Harkerville forest. *S. Afr. For. J.* 158, 23–27.

68. MILTON, S.J. & MOLL, E.J., 1987. Utilization potential of *Rumohra adiantiformis* in the southern Cape forests. Forest Biome Project Report, Foundation for Research Development, CSIR, Pretoria.

69. MORSUCCI, R., CURVETTO, N. & DELMASTRO, S., 1991. Involvement of cytokinins and adenosine 3',5'-cyclic monophosphate in stomatal movement in *Vicia faba. Plant Physiol. and Biochem.* 29(6), 537–547.

70. MYNETT, K. & WILKONSKA, A., 1989. Growth regulators application in the shape forming of some pot plants. *Acta Hortic.* 251, 311–314.

71. NELSON, W.R. & VAN STADEN, J., 1985. 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid in seaweed concentrate. *Bot. Mar.* XXVIII, 415–417.

72. ODENDAAL, W., 1993. Persoonlike mededeling. Winston Odendaal Enterprises, Posbus 7040, Dalsig, Stellenbosch 7610.

73. OTT, L., 1977. An introduction of statistical methods and data analysis. Duxbury: Belmont, CA.

74. POOLE, R.T. & CONOVER, C.A., 1988. Influence of paclobutrazol on foliage plants. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.* 101, 319–320.

75. PRATT, H.K. & GOESCHL, J.D., 1969. Physiological roles of ethylene in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 20, 541–584.

76. QUINLAN, J.D., 1986. 5th International symposium on growth regulators in fruit production, Rimini, 1985. *Acta Hortic.* 179, 443.

77. QUINLAN, J.D. & RICHARDSON, P.J., 1984. Effects of paclobutrazol (PP333) on apple shoot growth. *Acta Hortic.* 146, 105–110.

78. RADEMACHER, W., JUNG, J., GRAEBE, J.E. & SCHWENEN, L. 1984. On the mode of action of tetcyclacys and triazole growth retardants. In: Biochemical aspects of synthetic and naturally occurring plant growth regulators. Ed. by Menhenett, R. & Lawrence, D.K. British Plant Growth Regulator Group, Monograph 11, Wantage, 1–11.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

79. RAHMAN, M.A., SCHNEIDER, B.A. & FRANK, J.R., 1977. Plant growth regulator handbook of the Plant Growth Regulator Working Group. Longmont: Agricultural Res. Center. 17–20.

80. REID, M.S., 1988. The functioning of hormones in plant growth and development – Ethylene in plant growth, development, and senescence. In: Plant hormones and their role in plant growth and development. Ed. by Davies, P.J. London: Kluwer Academic Publ.

81. REID, M.S., 1989. The role of ethylene in flower senescence. *Acta Hortic.* 261, 157–169.

82. REID, D.M. & WAMPLE, R.L., 1985. Water relations on plant hormones. In: Hormonal regulation of development: III Role of environmental factors. Ed. by Pharrs, R.P. & Reid, D.M. Encyclopedia of plant physiology. Berlin: Springer-Verlag Publ. 2, 513–578.

83. ROBERTS, J.A. & HOOLEY, R. 1988. Plant growth regulators. New York: Chapman and Hall, Inc.

84. ROODBOL, F., 1990. Die potensiaal vir samewerking tussen die Universiteit van Pretoria en die kwekers van *Rumohra adiantiformis*. Reisverslag. Departement Plant-produksie en Grondkunde, Universiteit van Pretoria.

85. ROOS, G., 1992. Persoonlike mededeling. Bergland Tuine kwekery, Posbus 1037, Krugersdorp 1740.

86. ROSTRON, H., 1987. Cultar – A promising new growth regulator for tree crops. ICI Farmers Organisation, P.O. Box 1285, Verulam 4340.

87. ROUNKOVA, L.V. 1985. Cytokinin's effect on some ornamental plants. *Acta Hortic.* 167, 69–77.

88. ROUNKOVA, L.V., 1989. Effect of ethylene producing substances and cultar on some ornamental plants. *Acta Hortic.* 251, 281–288.

89. SACHS, R.M., 1965. Stem elongation. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 16, 73–96.

90. SALISBURY, F.B. & ROSS, C.W., 1985. Plant physiology, 3rd ed. Belmont: Wadsworth Publ.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

91 SAWHNE, B.L. & ZELITCH, I., 1969. Direct determination of potassium ion accumulation in guard cells in relation to stomatal opening in light. *Plant Physiol.* 44, 1350–1354.

92. SHEARING, S.J. & JONES, T., 1986. 5th International symposium on growth regulators in fruit production, Rimini, 1985. *Acta Hortic.* 179, 505.

93. SKELTON, B.J. & SENN, T.L., 1969. Effect of seaweed sprays on quality and shelf-life of peaches. Proc. 6th Int. Seaweed Symposium. Madrid: Secretaria de la Mercanta Marina, 723–730.

94. SMEIRAT, N. & QRUNFLEH, M., 1989. Effect of paclobutrazol on vegetative and reproductive growth of 'Lisbon' lemon. *Acta Hortic.* 239, 261–264.

95. SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G., 1980. Statistical methods. 7th ed. Iowa: The Iowa State University Press.

96. STEELE & TORRIE, J.H., 1980. Principles and procedures of statistics. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Publ.

97. STEHLE, T., 1993. Persoonlike mededeling. Die Hoof: Bosbou Hoof Direktoraat Bosbou, Privaatsak X12, Knysna 6570.

98. STUART, P.A. & JONES, R.L., 1977. The roles of extensibility and turgor in gibberellin and dark-stimulated growth. *Plant Physiol.* 59, 61–68.

99. THOMAS, T.H., 1982. Plant growth regulator potential and practice. Croydon: BCPC Publ.

100. TINGEY, D.T., 1980. Stress ethylene production – a measure of plant response to stress. *HortScience* 15(5), 630–633.

101. VERMEULEN, J.B. & GREYLING, J., 1990. A Guide to the use of plant growth regulants, defoliants and desiccants, 5th ed. Department of Agricultural Development. Private Bag X144, Pretoria 0001.

102. WAINWRIGHT, H. & IRWIN, H.L., 1987. The effects of paclobutrazol and pinching on antirshinum flowering pot plants. *J. Hortic. Sci.* 62(3), 401–404.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

103. WANG, C.Y., 1989. Relation of chilling stress to ethylene production. In: Low temperature stress physiology in crops. Ed. by Li, P.H. Boca Raton, Fla: CRC Press, 177–189.

104. WANG, S.Y., WANG, C.Y. & WELLBURN, A.R., 1990. Role of ethylene under stress conditions. In: Stress responses in plants: Adaptation and acclimation mechanisms. Ed. by Alscher, R.G. & Cumming, J.R. New York: Wiley-Liss, Inc. 147–173.

105. WILKINSON, R.E. & OHKI, K. 1988. Influence of manganese deficiency and toxicity on isoprenoid synthesis. *Plant Physiol.* 87: 841–846.

106. WRIGHT, S.T.C., 1977. The relationship between leaf water potential and the levels of abscisic and ethylene in excised wheat leaves. *Planta* 134, 183–189.

107. YANG, S.F., 1969. Ethylene evolution from 2-chloroethylphosphonic acid. *Plant Physiol.* 44, 1203–1204.

108. YANG, S.F. & PRATT, H.K., 1978. The physiology of ethylene in wounded plant tissues. In: Biochemistry of wounded plant tissues. Ed. by Kahl, G. Berlin: de Gruyter Publ., 595–622.

Tabelle

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

TABEL 3.1 Invloed van behandelings op die sorigetal per oppervlakeenheid (cm^2) van blare in die jongblaarstadium by volwassenheid onder vier verskillende skaduvlakke

Behandelings	Peile ($mg\ dm^{-3}$)	Gemiddelde sorigetal cm^{-2}				
		Skaduvlakke				Gemiddeld
		A^W	B^X	C^Y	D^Z	
Etefon	144	4,04	4,48	5,55	5,93	5,00
	480	4,79	4,11	6,14	6,43	5,37
	960	4,11	5,77	6,09	5,84	5,45
PP333	500	4,61	5,46	6,13	7,79	5,99
	1 000	5,20	3,84	5,97	12,30*	6,83
	1 500	3,54	5,44	5,65	8,65	5,82
GA_3	28,8	4,65	5,22	6,53	5,07*	5,36
	57,6	5,65	5,25	5,84	6,07	5,70
	115,2	5,91	5,92	6,06	6,68	6,14
Sitokiniene	0,00062	3,91	4,48	6,96	5,58	5,23
	0,0062	4,79	5,78	6,88	5,66	5,78
	0,0155	4,35	4,42	4,98	5,41	4,79
Kontrole	–	4,22	5,62	5,60	7,18	5,66
GEMIDDELD		4,60	5,06	6,03	6,81	5,62

TABEL 3.2 Invloed van behandelings op die sorigetal per oppervlakeenheid (cm^2) van blare in die oopgevoudeblaarstadium by volwassenheid onder vier verskillende skaduvlakke

Behandelings	Peile ($mg\ dm^{-3}$)	Gemiddelde sorigetal cm^{-2}				
		Skaduvlakke				Gemiddeld
		A	B	C	D	
Etefon	144	4,95	3,52*	4,84	5,23	4,63
	480	3,95	4,96	3,65	3,85	4,10
	960	4,70	5,21	3,67	4,52	4,53
PP333	500	3,64	4,22	5,26	4,62	4,43
	1 000	5,38	2,43**	3,85	5,30	4,24
	1 500	4,07	5,43	5,39	5,01	4,98
GA_3	28,8	5,07	4,27	3,48	3,74	4,14
	57,6	6,06	7,06	3,89	3,79	5,20
	115,2	4,32	4,92	2,66	4,12	4,00
Sitokiniene	0,00062	5,96	4,53	3,21	2,73	4,11
	0,0062	5,33	4,32	2,50	4,58	4,18
	0,0155	4,78	5,56	5,44	4,24	5,00
Kontrole	–	3,54	5,58	4,00	5,57	4,67
GEMIDDELD		4,75	4,77	3,99	4,41	4,48

TABEL 3.3 Invloed van behandelings op die sorigetal per oppervlakeenheid (cm^2) van blare in die blaarknopstadium by volwassenheid onder vier verskillende skaduvlakke

Behandelings	Peile ($mg\ dm^{-3}$)	Gemiddelde sorigetal cm^{-2}				
		Skaduvlakke				Gemiddeld
		A	B	C	D	
Etefon	144	0,47	0,59	0,42	0,75	0,56*
	480	1,09	0,33*	0,00*	0,94	0,59*
	960	1,07	0,40	0,24	0,92	0,66
PP333	500	0,71	1,09	0,02*	0,03*	0,46*
	1 000	0,52	0,04*	0,00*	0,00*	0,14**
	1 500	0,20	0,04*	0,01*	0,00*	0,06**
GA_3	28,8	1,67	1,46	1,34	0,90	1,34
	57,6	2,08	2,53	2,12	1,72	2,11**
	115,2	1,22	1,06	0,81	1,20	1,07
Sitokiniene	0,00062	1,57	1,83	1,41	1,66	1,62
	0,0062	2,07	1,39	0,88	1,05	1,35
	0,0155	1,41	1,67	2,32	0,98	1,60
Kontrole	–	0,67	1,70	1,31	1,31	1,25
GEMIDDELD		1,13	1,09	0,84	0,88	0,99

* Betekenisvol verskillend van kontrole ($P \leq 0,05$)
** Hoogs betekenisvol verskillend van kontrole ($P \leq 0,01$)
W = A – 80% *skadunet met 70% skadunetstroke*
X = B – 80% skadunet
Y = C – 70% skadunet met 70% skadunetstroke
Z = D – 70% skadunet

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

TABEL 3.4 Invloed van behandelings op die soritoekenning aan blare in die jongblaarstadium by volwassenheid onder vier verskillende skaduvlakke

Behandelings	Peile (mg dm^{-3})	Gemiddelde soritoekenning				
		Skaduvlakke				Gemiddeld
		A[W]	B[X]	C[Y]	D[Z]	
Etefon	144	4,07	4,60	4,73	4,67	4,52
	480	4,67	4,53	4,93	4,83	4,74
	960	4,53	4,60	4,80	4,80	4,68
PP333	500	4,47	4,53	4,80	4,47	4,57
	1 000	4,67	4,20	4,73	4,80	4,60
	1 500	4,07	4,60	4,73	4,87	4,57
GA_3	28,8	4,47	4,53	4,87	4,80	4,67
	57,6	4,33	4,80	4,93	4,80	4,72
	115,2	4,87	4,87	4,73	4,87	4,83
Sitokiniene	0,00062	4,27	4,40	4,67	4,73	4,52
	0,0062	4,53	4,93	4,80	4,87	4,78
	0,0155	4,27	4,53	4,40	4,80	4,50
Kontrole	–	4,73	4,60	4,87	4,93	4,78
GEMIDDELD		4,46	4,59	4,77	4,79	4,65

TABEL 3.5 Invloed van behandelings op die soritoekenning aan blare in die oopgevoudeblaarstadium by volwassenheid onder vier verskillende skaduvlakke

Behandelings	Peile (mg dm^{-3})	Gemiddelde soritoekenning				
		Skaduvlakke				Gemiddeld
		A	B	C	D	
Etefon	144	4,53	3,60**	4,13	4,10	4,09
	480	4,20	4,43	3,87	3,73	4,06
	960	3,77	4,30	3,80	3,90	3,94
PP333	500	3,27	3,60**	4,20	3,60	3,67*
	1 000	3,83	2,60**	3,60	4,00	3,51**
	1 500	3,60	3,87*	3,80	3,80	3,77
GA_3	28,8	4,50	4,87	3,60	3,67	4,16
	57,6	4,83	4,93	3,53	4,07	4,34
	115,2	4,63	4,33	3,37	4,13	4,12
Sitokiniene	0,00062	4,37	4,43	3,60	3,30	3,93
	0,0062	4,87	4,53	3,00	3,90	4,08
	0,0155	4,17	4,57	4,47	4,67	4,47
Kontrole	–	3,93	4,73	3,90	4,27	4,21
GEMIDDELD		4,19	4,21	3,76	3,93	4,03

TABEL 3.6 Invloed van behandelings op die soritoekenning aan blare in die blaarknopstadium by volwassenheid onder vier verskillende skaduvlakke

Behandelings	Peile (mg dm^{-3})	Gemiddelde soritoekenning				
		Skaduvlakke				Gemiddeld
		A	B	C	D	
Etefon	144	1,47	1,53	1,67	1,67	1,58
	480	2,07	1,40	1,07	1,67	1,55
	960	2,13	1,67	1,33	1,73	1,72
PP333	500	1,77	1,73	1,13	1,07**	1,43*
	1 000	1,47	1,13	1,00	1,00**	1,15**
	1 500	1,40	1,07	1,07	1,00**	1,13**
GA_3	28,8	2,53	2,60	2,67	1,87	2,42
	57,6	2,67	3,07**	2,93	2,60	2,82**
	115,2	2,40	2,13	1,93	2,33	2,20
Sitokiniene	0,00062	2,67	3,00**	2,47	1,93	2,52*
	0,0062	2,87	2,10	1,97	2,13	2,27
	0,0155	2,27	2,40	3,10*	2,27	2,51*
Kontrole	–	1,87	1,77	1,93	2,27	1,96
GEMIDDELD		2,12	1,97	1,87	1,81	1,94

Soritoekennings: 1 = 0% sori, 2 = 25% sori, 3 = 50% sori, 4 = 75% sori, 5 = 100% sori
* Betekenisvol verskillend van kontrole ($P \leq 0,05$)
** Hoogs betekenisvol verskillend van kontrole ($P \leq 0,01$)
W = A – 80% skadunet met 70% skadunetstroke
X = B – 80% skadunet
Y = C – 70% skadunet met 70% skadunetstroke
Z = D – 70% skadunet

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

TABEL 3.7 Invloed van behandelings op die totale blaaroppervlakte (cm^2) van blare in die jongblaarstadium by volwassenheid onder vier verskillende skaduvlakke

Behandelings	Peile ($mg\ dm^{-3}$)	Gemiddelde totale blaaroppervlakte (cm^2)				
		Skaduvlakke				Gemiddeld
		A^W	B^X	C^Y	D^Z	
Etefon	144	497,31*	710,27	892,74	735,02	708,83
	480	451,93**	600,71	939,99	857,68	712,58
	960	616,57	656,40	818,55	860,86	738,10
PP333	500	534,66	500,28	862,31	817,65	678,73
	1 000	631,14	639,04	927,47	694,66	723,08
	1 500	649,95	569,73	1020,34	634,74	718,69
GA_3	28,8	740,49	704,11	869,79	926,88	810,32
	57,6	645,75	579,55	865,23	912,29	750,71
	115,2	606,23	599,83	789,99	811,96	702,00
Sitokiniene	0,00062	637,41	599,33	806,38	774,85	704,49
	0,0062	682,52	622,58	835,57	861,41	750,52
	0,0155	609,10	689,26	694,83	832,57	706,44
Kontrole	–	685,87	458,24	870,09	741,17	688,84
GEMIDDELD		614,53	609,95	861,02	804,75	722,56

TABEL 3.8 Invloed van behandelings op die totale blaaroppervlakte (cm^2) van blare in die oopgevoudeblaarstadium by volwassenheid onder vier verskillende skaduvlakke

Behandelings	Peile ($mg\ dm^{-3}$)	Gemiddelde totale blaaroppervlakte (cm^2)				
		Skaduvlakke				Gemiddeld
		A	B	C	D	
Etefon	144	437,66	319,75	697,18	556,57	502,79
	480	452,56	483,83	734,53	634,31	576,31
	960	375,80	423,73	705,51	692,32	549,34
PP333	500	358,98	323,15	724,46	630,17	509,19
	1 000	329,44	346,37	682,67	539,67	474,54
	1 500	389,37	384,79	625,02	575,74	493,73
GA_3	28,8	460,15	492,96	770,06	654,16	594,33
	57,6	476,21	427,31	699,44	683,03	571,50
	115,2	546,81	470,43	606,64	681,12	576,25
Sitokiniene	0,00062	519,96	514,21	600,22	569,75	551,04
	0,0062	514,92	480,51	568,65	718,69	570,69
	0,0155	441,80	525,61	680,55	678,93	581,72
Kontrole	–	468,92	398,09	617,07	718,65	550,68
GEMIDDELD		444,04	430,06	670,15	641,01	546,32

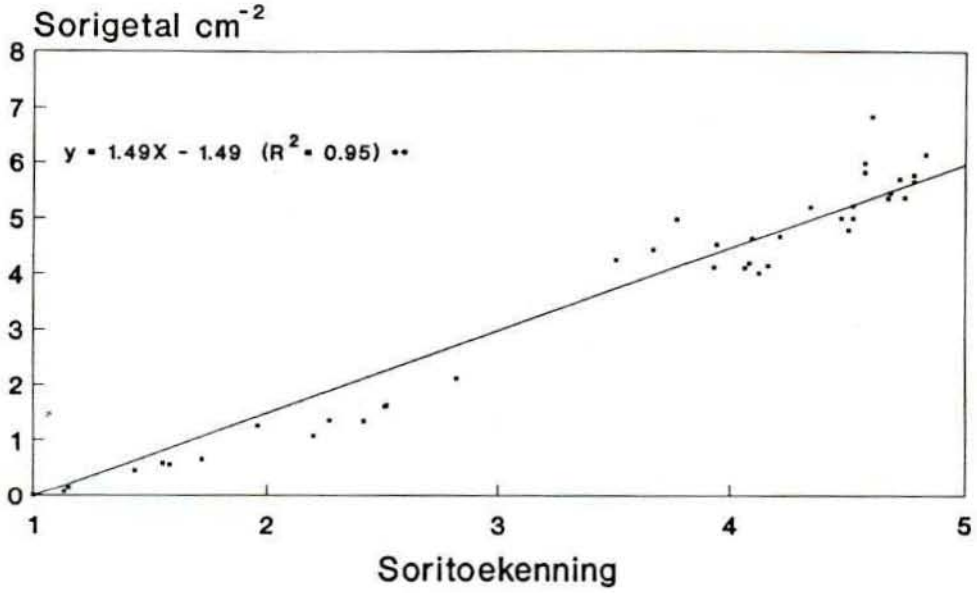
TABEL 3.9 Invloed van behandelings op die totale blaaroppervlakte (cm^2) van blare in die blaarknopstadium by volwassenheid onder vier verskillende skaduvlakke

Behandelings	Peile ($mg\ dm^{-3}$)	Gemiddelde totale blaaroppervlakte (cm^2)				
		Skaduvlakke				Gemiddeld
		A	B	C	D	
Etefon	144	388,52	383,42	576,27	465,25	453,37
	480	310,83	296,01	417,13	564,95	397,23
	960	468,38	385,81	534,33	504,52	473,26
PP333	500	289,24	222,04*	582,25	619,71	428,31
	1 000	351,34	280,73	597,81	550,39	445,07
	1 500	424,38	322,14	548,87	479,08	443,62
GA_3	28,8	463,01	476,58	658,21	538,19	534,00
	57,6	324,92	432,87	642,96	582,50	495,81
	115,2	430,36	459,56	615,20	641,31	536,61
Sitokiniene	0,00062	435,07	451,44	578,93	483,15	487,15
	0,0062	415,62	432,03	620,00	615,91	520,89
	0,0155	425,18	417,56	667,72	625,97	534,11
Kontrole	–	373,45	393,23	560,51	503,02	457,55
GEMIDDELD		392,33	381,03	584,63	551,84	477,46

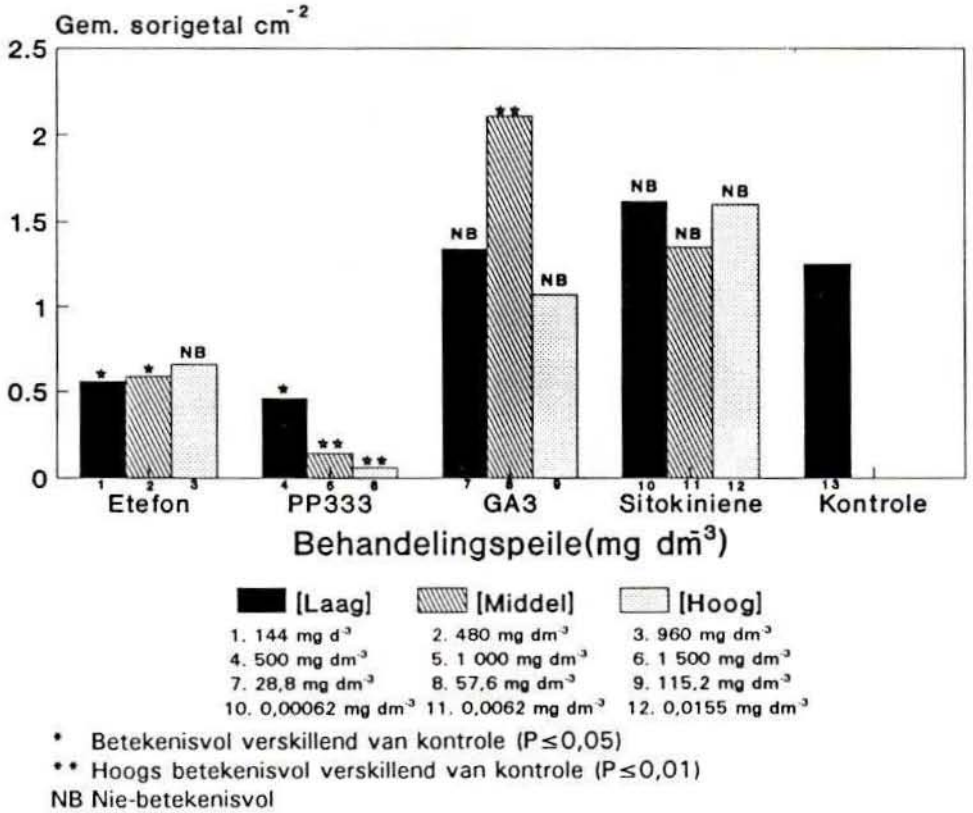
* Betekenisvol verskillend van kontrole ($P \leq 0,05$)
** Hoogs betekenisvol verskillend van kontrole ($P \leq 0,01$)
W = A – 80% skadunet met 70% skadunetstroke
X = B – 80% skadunet
Y = C – 70% skadunet met 70% skadunetstroke
Z = D – 70% skadunet

Figure

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

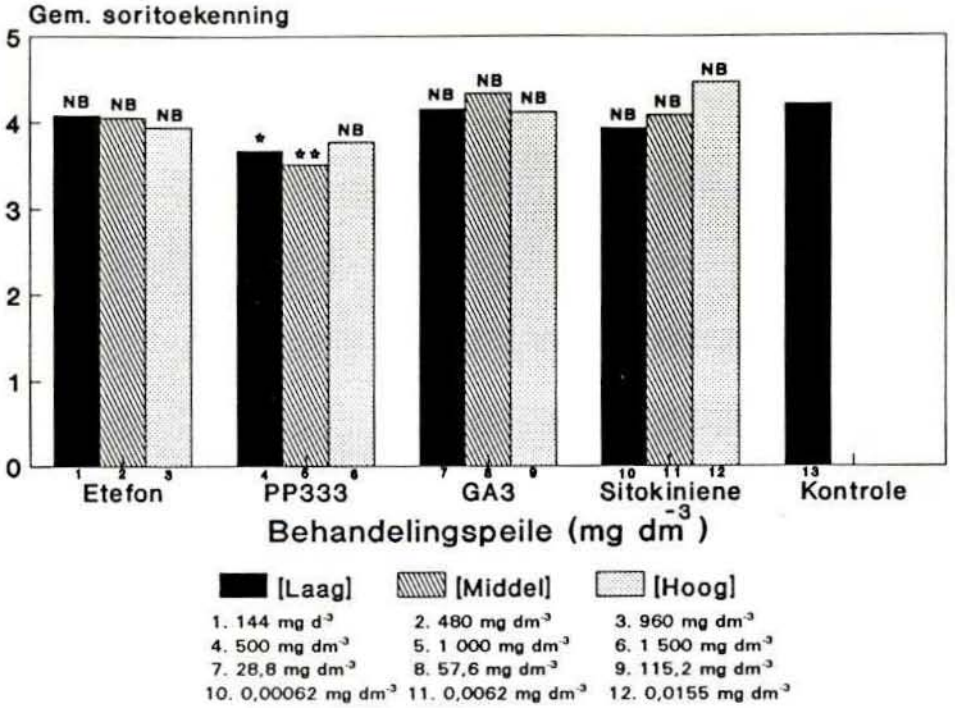


FIGUUR 3.1 Grafiese voorstelling van die positiewe verband (R^2 = 0,95) tussen die sorigetal cm^{-2} en soritoekenningsbepaling van volwasse blare wat in al drie blaarstadia in dié proef met plantgroeireguleerders en kontrole behandel is.

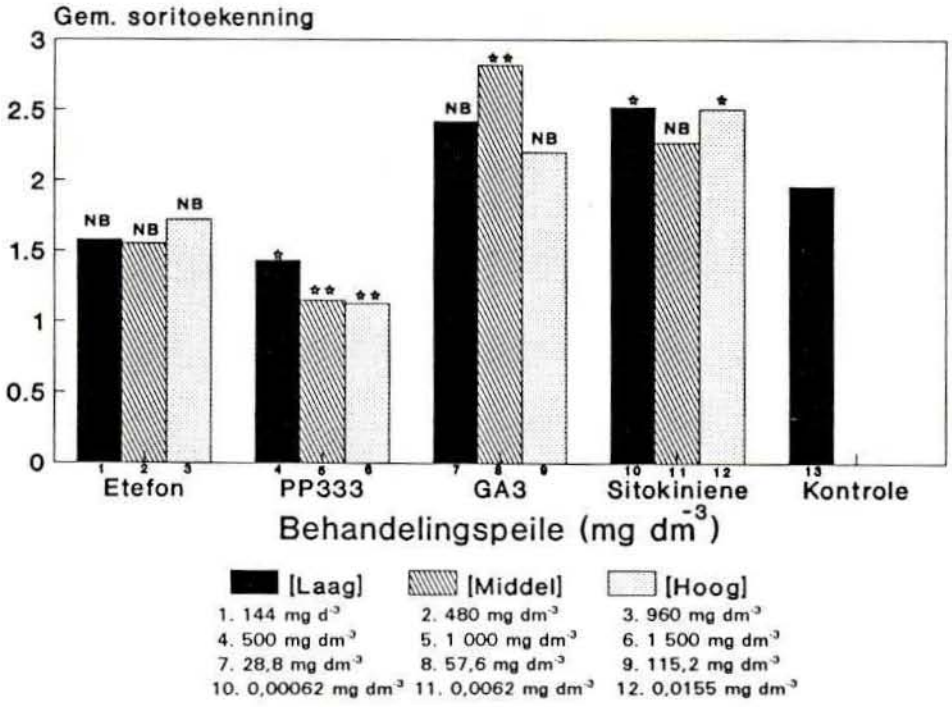


FIGUUR 3.2 Grafiese voorstelling van die invloed van toedieningspeile van plantgroeireguleerders op die sorigetal per oppervlakeenheid (cm^2) van volwasse blare wat in die blaarknopstadium behandel is.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



FIGUUR 3.3 Grafiese voorstelling van die invloed van toedieningspeile van plantgroeireguleerders op die soritoekenning aan volwasse blare wat in die oopgevoudeblaarstadium behandel is.



FIGUUR 3.4 Grafiese voorstelling van die invloed van toedieningspeile van plantgroeireguleerders op die soritoekenning aan volwasse blare wat in die blaarknopstadium behandel is.

* Betekenisvol verskillend van kontrole ($P \leq 0,05$)
** Hoogs betekenisvol verskillend van kontrole ($P \leq 0,01$)
NB Nie-betekenisvol
Soritoekenning: 1 = 0% sori, 2 = 25% sori, 3 = 50% sori, 4 = 75% sori, 5 = 100% sori

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

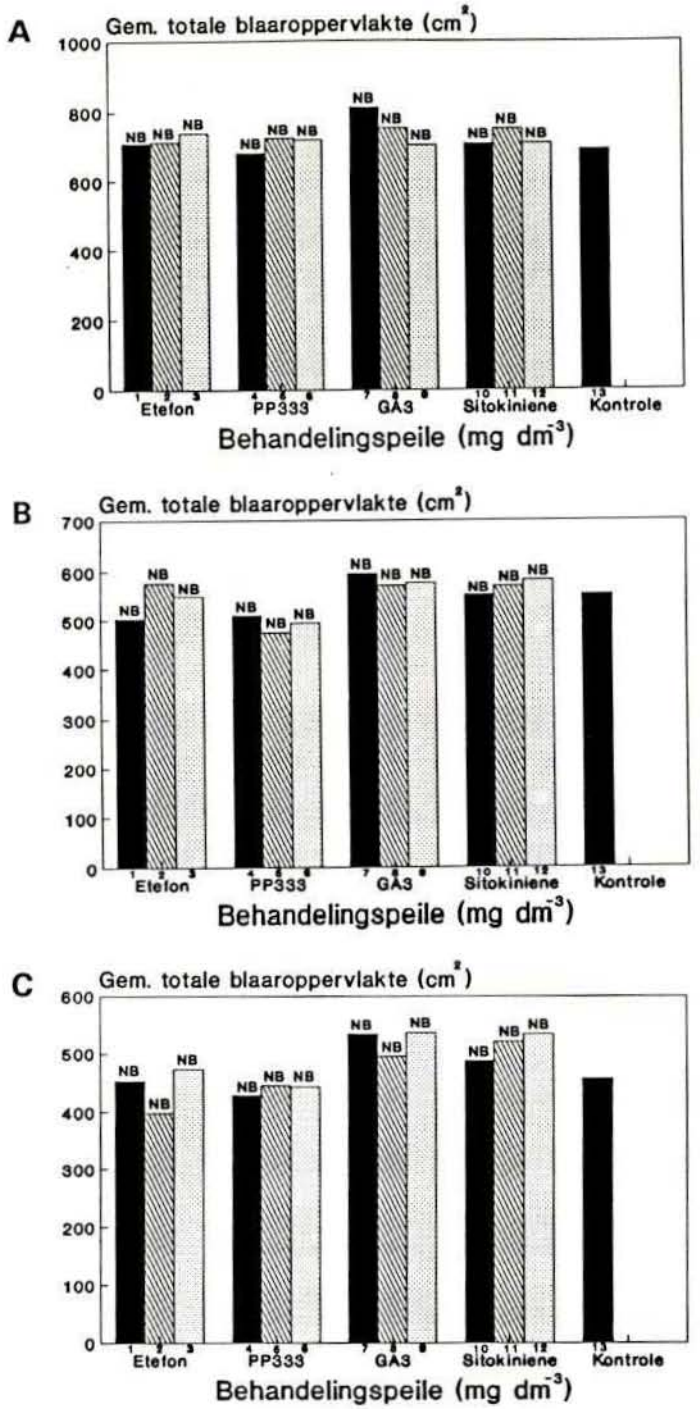
FIGUUR 3.5 *Illustrasie van die lae persentasie sori teenwoordig op 'n basale pinna van 'n volwasse blaar wat in die oopgevoudeblaarstadium met PP333 teen 1 000 mg dm^{-3} onder 80% skadunet (skaduvlak B) behandel is.*

FIGUUR 3.6 *Illustrasie van 'n sorivrye volwasse blaar wat in die blaarknopstadium met PP333 teen 1 500 mg dm^{-3} onder 70% skadunet met bykomstige 70% skadunetstroke (skaduvlak C) behandel is.*

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

FIGUUR 3.7 *Illustrasie van die onderontwikkelde sori op pinnae van 'n volwasse blaar wat in die blaarknopstadium met sitokiniene teen 0,0155 mg dm^{-3} onder 70% skadunet met bykomstige 70% skadunetstroke (skaduvlak C) behandel is.*

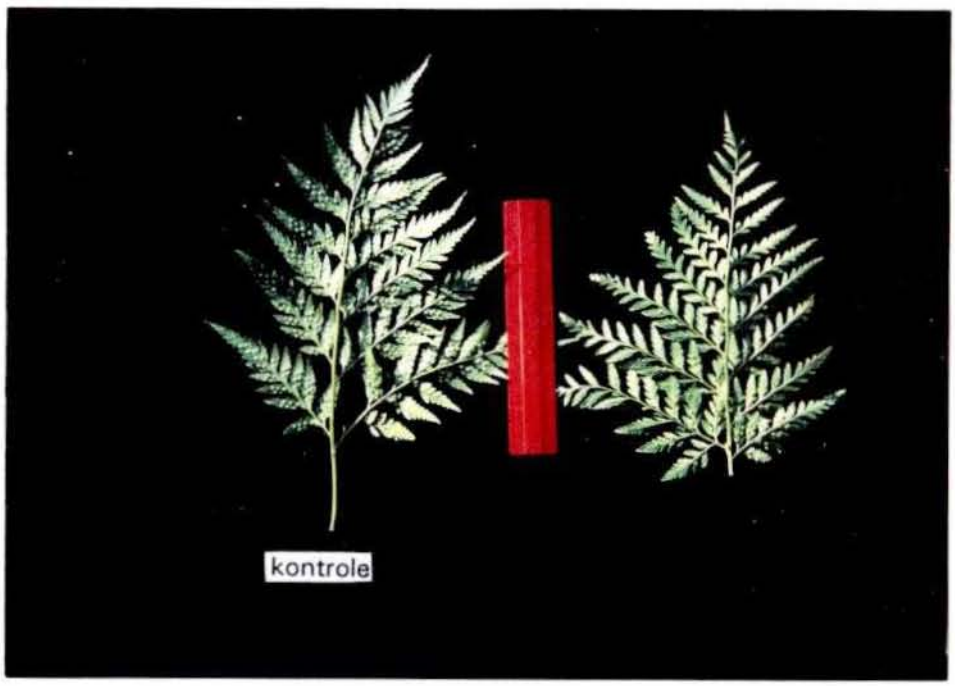
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



FIGUUR 3.8 Grafiese voorstelling van die invloed van toedieningspeile van plantgroei-reguleerders op die totale blaaroppervlakte van volwasse blare wat in die jongblaarstadium (A), oopgevoudeblaarstadium (B) en blaarknopstadium (C) behandel is.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

FIGUUR 3.9 Illustrasie van 'n interpinnale verkorting van 'n volwasse blaar (regs) wat in die blaarknopstadium met PP333 teen 1 500 mg dm^{-3} onder 80% skadunet (skaduvlak B) behandel is.



FIGUUR 3.10 Illustrasie van 'n interpinnulale verkorting van 'n basale pinna (regs) van 'n volwasse blaar wat in die blaarknopstadium met PP333 teen 1 500 mg dm^{-3} onder 80% skadunet (skaduvlak B) behandel is.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

FIGUUR 3.11 *Illustrasie van die voorkoms van rooibruin strooiskubbe op die rachis en costas van 'n volwasse blaar wat in die blaarknopstadium met GA_3 teen 115,2 mg dm^{-3} onder 70% skadunet met bykomstige 70% skadunetstroke (skaduvlak C) behandel is.*

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

FIGUUR 3.12 *Illustrasie van die voorkoms van dun pinnules van 'n volwasse blaar wat in die blaarknopstadium met sitokiniene teen 0,0155 mg dm^{-3} onder 70% skadunet met bykomstige 70% skadunetstroke (skaduvlak C) behandel is.*

FIGUUR 3.13 *Illustrasie van die dun pinnulevoorkoms van 'n basale pinna van 'n volwasse blaar wat in die blaarknopstadium met sitokiniene teen 0,0155 mg dm^{-3} onder 70% skadunet met bykomstige 70% skadunetstroke (skaduvlak C) behandel is.*

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

Bylae

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

TABEL B3.1 Uiteensetting van 'n *Ecklonia maxima*-monsterontleding (per kg varsmassa) (9)

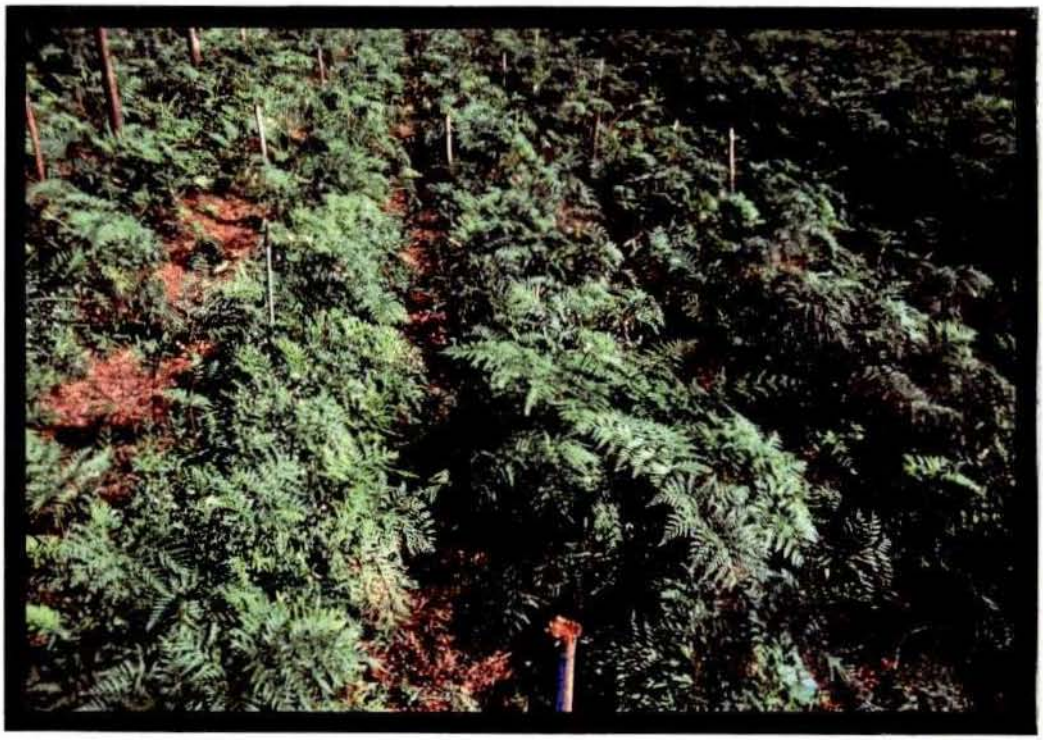
Hoofbestanddele	Hoeveelheid (/gram)
As	78,00
Proteïene	41,50
Koolhidrate	431,50
Vesel	102,00
Vet	141,00
Vog	243,00
	1 000,00

Subbestanddele

As	Hoeveelheid	Aminosure vanaf proteïene	Hoeveelheid	Vitamiene	Hoeveelheid
Barium	47,0 mg	Alanien	7,00 g	A (karotene)	540 eenhede
Boor	6,0 mg	Valien	3,75 g	B_1	164,00 mg
Kalsium	27,1 g	Glisien	3,50 g	B_2	2,80 mg
Kobalt	8,0 mg	Isoleusien	2,30 g	C	193,00 mg
Koper	16,0 mg	Leusien	4,50 g	Kalsium-pantotenaat	2,65 mg
Fluoor	10,0 mg	Prolien	4,60 g	Niasien	17,20 mg
Jodium	700,0 mg	Treonien	3,80 g	Foliensuur	0,10 mg
Yster	1,1 g	Serien	5,20 g		
Magnesium	7,4 g	Metionien	1,80 g		
Mangaan	210,0 mg	Hidroksprolien	900,00 mg		
Molibdineum	9,0 mg	Fenielalanien	200,00 mg		
Nikkel	8,0 mg	Aspartielsuur	7,90 g		
Fosfor	3,0 g	Glutamielsuur	500,00 mg		
Kalium	130,0 g	Tirosien	8,30 g		
Selenium	0,4 mg	Ornitien	500,00 mg		
Natrium	40,0 g	Lisien	6,80 g		
Strontium	10,0 mg	Arginien	400,00 mg		
Swael	12,0 mg				
Sink	60,0 mg				

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

FIGUUR B3.2 Illustrasie van die wyse waarop die 70% skadunetstroke onder die bestaande skadunet gespan is.



FIGUUR B3.3 Illustrasie van die persele wat in beddings opgedeel is.

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

TABEL B3.4 Plantgroeireguleerders en peile toegedien

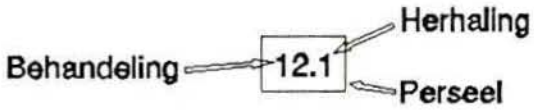
HANDELSNAME	BEHANDELINGS	BEH. NO.	PEILE (mg dm^{-3})
Ethrel	Etefon	1	144
		2	480
		3	960
Cultar	Paklobutrasool	4	500
	(PP333)	5	1 000
		6	1 500
ProGibb	Gibberelliensuur	7	28,8
	(GA_3)	8	57,6
		9	115,2
Kelp	Sitokiniene	10	0,00062
		11	0,0062
		12	0,0155
–	Kontrole	13	–

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

	12.1	6.1	11.1	4.1	2.1	13.1	10.1	7.1	8.1	3.1	9.1	1.1	5.1	3.2	10.2	7.2	-
	8.2	13.2	5.2	4.2	12.2	1.2	2.2	6.2	11.2	9.2	6.3	13.3	8.3	12.3	7.3	11.3	2.3
A	10.3	9.3	3.3	1.3	4.3	5.3	11.4	2.4	7.4	10.4	5.4	9.4	13.4	4.4	8.4	1.4	-
	3.4	12.4	6.4	2.5	5.5	10.5	7.5	4.5	8.5	11.5	13.5	6.5	1.5	3.5	9.5	12.5	-
	7.1	4.1	2.1	11.1	5.1	1.1	10.1	6.1	8.1	3.1	9.1	12.1	13.1	1.2	2.2	4.2	-
	3.2	7.2	8.2	6.2	9.2	5.2	12.2	10.2	11.2	13.2	3.3	6.3	5.3	12.3	7.3	2.3	1.3
B	8.3	4.3	13.3	11.3	10.3	9.3	6.4	8.4	2.4	7.4	4.4	1.4	10.4	9.4	12.4	3.4	-
	11.4	13.4	5.4	3.5	7.5	5.5	10.5	11.5	13.5	4.5	1.5	6.5	8.5	9.5	12.5	2.5	-

	12.1	5.1	6.1	10.1	7.1	4.1	2.1	11.1	8.1	3.1	1.1	9.1	13.1
	9.2	10.2	3.2	11.2	4.2	2.2	6.2	5.2	1.2	12.2	7.2	13.2	8.2
	13.3	11.3	7.3	3.3	8.3	10.3	4.3	2.3	6.3	5.3	9.3	12.3	1.3
C	10.4	4.4	1.4	6.4	5.4	7.4	2.4	13.4	9.4	8.4	11.4	12.4	3.4
	4.5	3.5	12.5	13.5	7.5	9.5	6.5	1.5	5.5	10.5	8.5	11.5	2.5
	11.1	7.1	10.1	1.1	4.1	8.1	13.1	6.1	2.1	9.1	5.1	3.1	12.1
	1.2	4.2	13.2	7.2	5.2	12.2	2.2	9.2	8.2	6.2	11.2	10.2	3.2
	5.3	9.3	7.3	6.3	3.3	4.3	1.3	10.3	12.3	11.3	8.3	13.3	2.3
D	10.4	8.4	12.4	7.4	13.4	2.4	11.4	5.4	3.4	1.4	9.4	4.4	6.4
	6.5	11.5	4.5	5.5	2.5	9.5	3.5	10.5	12.5	13.5	8.5	7.5	1.5

N



FIGUUR B3.5 Proefuitleg van veldproef.

BEHANDELINGSPEILE

Nr	mg dm^{-3}
1 etefon	144
2 etefon	480
3 etefon	960
4 PP333	500
5 PP333	1 000
6 PP333	1 500
7 GA_3	28,8
8 GA_3	57,6
9 GA_3	115,2
10 Sitokiniene	0,00062
11 Sitokiniene	0,0062
12 Sitokiniene	0,0155
13 Kontrole	0

SKADUVLAKKE

A – 80% skadunet met 70% skadunetstroke
B – 80% skadunet
C – 70% skadunet met 70% skadunetstroke
D – 70% skadunet

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

TABEL B3.6 Weeklikse reënval en gemiddelde minimum en maksimum temperatuur en relatiewe humiditeit

DATUM	LIGVLAK	GEM. MIN. TEMP(°C)	GEM. MAKS. TEMP(°C)	GEM. MIN. R.H.(%)	GEM. MAKS. R.H.(%)	TOTALE[Z] REËNVAL (mm)
16 – 18/3	Volle sonlig	15,3	27,2	–	–	6,0
19 – 26/3	Volle sonlig	13,0	25,1	–	–	19,8
	A[V]	12,3	31,2	40,0	94,1	
	B[W]	12,0	30,2	50,1	96,0	
	C[X]	11,2	29,0	55,4	96,2	
	D[Y]	13,1	27,0	57,0	97,0	
27 – 31/3	Volle sonlig	12,8	24,4	–	–	4,0
	A	15,1	33,0	28,5	93,1	
	B	14,9	32,3	33,5	94,5	
	C	12,6	29,5	37,3	95,0	
	D	12,4	28,3	43,0	96,0	
1 – 7/4	Volle sonlig	12,4	25,2	–	–	22,0
	A	14,8	29,9	31,5	96,0	
	B	13,3	26,3	37,5	96,0	
	C	12,0	25,9	38,8	96,1	
	D	11,8	24,9	40,5	96,2	
8 – 14/4	Volle sonlig	14,0	25,4	–	–	4,2
	A	13,1	31,2	42,0	92,0	
	B	11,4	28,0	44,4	93,0	
	C	11,2	29,2	46,1	93,0	
	D	11,0	27,0	48,0	96,0	
15 – 21/4	Volle sonlig	12,2	25,6	–	–	8,8
	A	14,4	30,6	45,2	95,4	
	B	11,3	25,9	46,0	96,0	
	C	11,6	27,1	47,0	96,0	
	D	11,4	25,9	48,2	96,6	
22 – 24/4	Volle sonlig	19,0	26,6	–	–	0
25/4 – 1/5	Volle sonlig	8,2	21,7	–	–	0
	A	5,3	26,8	26,0	90,0	
	B	5,5	23,5	35,0	94,0	
	C	8,1	25,3	33,4	91,8	
	D	7,6	23,9	28,0	89,0	
2 – 5/5	Volle sonlig	5,0	22,5	–	–	0
6 – 14/5	Volle sonlig	7,5	23,5	–	–	0
	A	3,7	25,1	25,4	84,0	
	B	5,5	24,0	28,5	85,1	
	C	6,3	23,3	32,4	85,5	
	D	5,8	22,6	30,0	90,0	
15 – 17/5	Volle sonlig	7,4	21,4	–	–	0
18 – 25/5	Volle sonlig	6,8	22,2	–	–	0
	A	6,1	25,4	29,2	80,7	
	B	6,9	23,4	30,6	81,3	
	C	9,3	24,6	32,8	82,2	
	D	7,0	22,4	31,5	83,0	
26 – 31/5	Volle sonlig	3,9	17,7	–	–	0
	A	4,0	22,7	28,0	80,3	
	B	4,4	22,0	30,3	80,7	
	C	6,4	23,1	35,4	81,0	
	D	6,7	20,2	32,0	85,0	
1 – 7/6	Volle sonlig	5,5	19,9	–	–	0
	A	4,0	24,2	27,4	78,2	
	B	5,3	23,0	34,0	78,3	
	C	7,7	34,3	37,2	78,3	
	D	7,0	23,8	33,0	80,8	
8 – 14/6	Volle sonlig	3,3	17,6	–	–	16,0
	A	1,5	17,8	38,6	97,0	
	B	2,4	17,5	45,5	97,6	
	C	5,1	19,5	47,6	97,5	
	D	4,2	18,0	45,9	99,6	
15 – 22/6	Volle sonlig	3,7	18,3	–	–	0
	A	5,2	22,1	35,0	89,0	
	B	6,4	21,3	39,0	89,3	
	C	8,3	22,4	39,5	89,4	
	D	7,6	21,7	34,8	92,2	

– = data nie beskikbaar
V = A – 80% skadunet met 70% skadunetstroke
W = B – 80% skadunet
X = C – 70% skadunet met 70% skadunetstroke
Y = D – 70% skadunet
Z = Anon. (6)

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

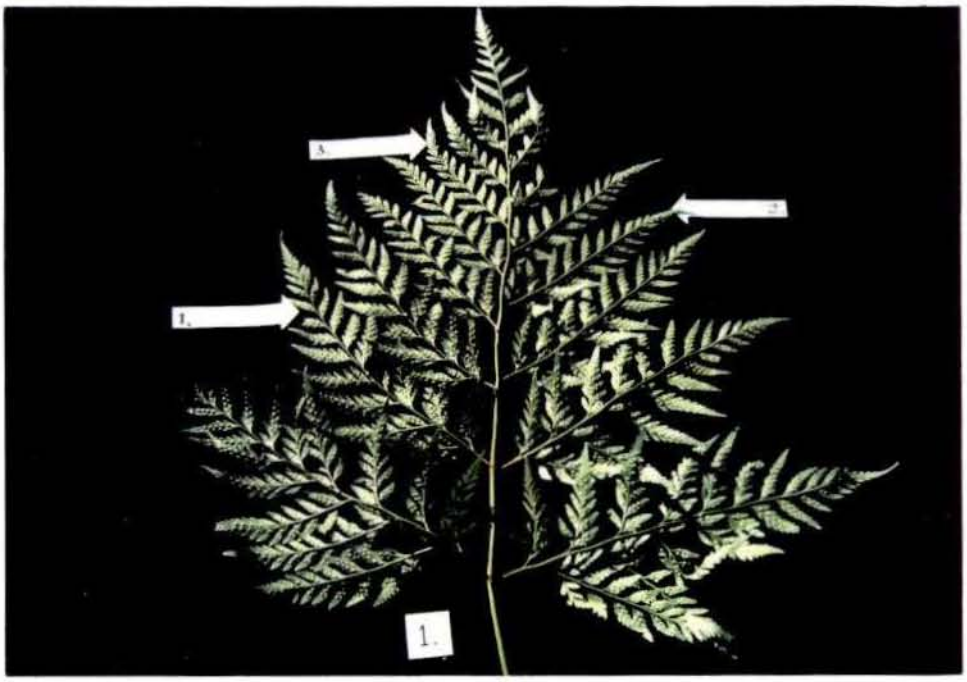
TABEL B3.7 Maandelikse waterontledingsresultate van die besproeiingswater op die proefperseel (7)

DATUM 1992	INHOUD						
	pH	Totale alkaliteit (mg ℓ^{-1})	Fosfaat (PO_4^{3-}) (mg ℓ^{-1})	Ammoniak (NH_3) (mg ℓ^{-1})	Nitraat (NO_3^-) (mg ℓ^{-1})	Gesuspen-deerde vastestowwe (mg ℓ^{-1})	Elektriese geleiding (millisiemens)
Maart	7,39	155,77	5,66	17,88	26,91	155,62	114,53
April	7,22	102,83	4,23	15,62	29,10	98,09	112,15
Mei	7.06	98,88	4,47	23,98	25,92	105,12	121,91
Junie	6,97	118,14	4,46	20,58	27,10	112,00	99,61
September	6,85	179,79	4,22	19,80	18,87	146,37	98,57
Oktober	7,30	155,22	4,42	22,31	20,63	124,65	97,48
November	6,96	132,76	4,32	12,77	22,72	98,15	100,65
Desember	7,61	151,07	5,05	16,86	18,63	88,50	102,93

TABEL B3.8 Grondontledingsresultate van die proefperseel soos bepaal op 1992-06-09 (8)

INHOUD		GRONDDIEPTE	
		0–30 cm	30–60 cm
Fosfor (P)	mg kg^{-1}	494	243
Kalium (K)	mg kg^{-1}	83	91
Kalsium (Ca)	mg kg^{-1}	1 123	775
Magnesium (Mg)	mg kg^{-1}	62	37
Natrium (Na)	mg kg^{-1}	102	84
pH (water)		6,8	6,6
Weerstand	ohms	2 700	1 000

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA



FIGUUR B3.9 *'n* Rumohra-*blaar met die posisie van drie pinnae aangedui, waarop die sorigetal bepaal is.*

UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
UNIVERSITY OF PRETORIA
YUNIBESITHI YA PRETORIA

TABEL B3.10 Korrelasie tussen die sori op die oppervlak van drie pinnae en die werklike getal sori op die totale blaaroppervlak

Waarnemings	GETAL SORI				OPPERVLAKTE (cm^2)				Berekende getal sori
	Pinna 1 V1	Pinna 2 V2	Pinna 3 V3	Blaar V4	Pinna 1 V5	Pinna 2 V6	Pinna 3 V7	Blaar V8	V9
1	246	98	51	2 195	43,41	14,07	6,63	397,50	2 449,11
2	299	138	52	2 876	55,49	23,04	9,06	587,35	3 279,07
3	315	113	43	2 616	42,49	15,96	7,25	389,95	2 795,53
4	489	124	70	3 748	69,95	19,94	7,61	570,00	3 992,92
5	442	132	79	3 934	66,02	19,55	10,75	592,66	4 017,93

KORRELASIE-ANALISE

VERANDERLIKES	N	GEM.	STD. AFW.	SOM	MIN.	MAKS.
V4	5	3 073,8	744,23	15 369	2 195,0	3 934,0
V9	5	3 306,91	702,54	16 535	2 449,11	4 017,9

Data is met behulp van die PROC. (Procedure) CORR. (Correlation)-prosedure van die rekenaarpakket S.A.S. (Statistical Analysis Systems) verwerk.
'n Korrelasie tussen V9 en V4 is bepaal.

$V9 = (V1 + V2 + V3)/(V5 + V6 + V7) \times V8$

V4 = Getal sori van totale blaaroppervlak

V9 het hoogs betekenisvol ($p \leq 0,0015$, $r = 0,9886$) met V4 gekorreleer.