

DIE INVLOED VAN KRUISBESTUIWING OP DIE ONTWIKKELING  
EN KWALITEIT VAN VRUGTE VAN WASHINGTON NAWEL,  
MINNEOLA TANGELO EN ORTANIQUE TANGOR

deur

JOHANNES HENDRIK DE LANGE



Voorgelê ter vervulling van 'n deel  
van die vereistes vir die graad  
D.Sc. (Agric.).

X in die Fakulteit Landbou  
(Departement Tuinbou)  
Universiteit van Pretoria,  
Pretoria.

Mei 1972

# I N H O U D S O P G A W E

|                                                                      | <u>Bladsy</u> |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 <u>INLEIDING</u>                                                   | 1             |
| 2 <u>DIE INVLOED VAN KRUISBESTUIWING OP VRUGSET EN VRUGKWALITEIT</u> | 4             |
| 2.1 Inleiding                                                        | 4             |
| 2.2 Algemene prosedure                                               | 10            |
| 2.3 Nawel soetlemoen                                                 | 13            |
| 2.3.1 Inleiding                                                      | 13            |
| 2.3.2 Prosedure                                                      | 16            |
| 2.3.3 Bespreking van resultate                                       | 22            |
| 2.4 Minneola tangelo                                                 | 43            |
| 2.4.1 Inleiding                                                      | 43            |
| 2.4.2 Prosedure                                                      | 45            |
| 2.4.3 Bespreking van resultate                                       | 47            |
| 2.5 Ortanique tangor                                                 | 52            |
| 2.5.1 Inleiding                                                      | 52            |
| 2.5.2 Prosedure                                                      | 53            |
| 2.5.3 Bespreking van resultate                                       | 54            |
| 2.6 Gevolgtrekkings                                                  | 59            |
| 3 <u>DIE INVLOED VAN KRUISBESTUIWING OP VRUGGROEI</u>                | 65            |
| 3.1 Inleiding                                                        | 65            |
| 3.2 Prosedure                                                        | 69            |
| 3.3 Bespreking van resultate                                         | 70            |
| 3.3.1 Nawel soetlemoen                                               | 70            |
| 3.3.2 Minneola tangelo                                               | 75            |
| 3.3.3 Ortanique tangor                                               | 78            |
| 3.4 Gevolgtrekkings                                                  | 79            |

|                                | <u>Bladsy</u> |
|--------------------------------|---------------|
| 4 <u>ANATOMIESE ASPEKTE</u>    | 89            |
| 4.1   Inleiding                | 89            |
| 4.2   Prosedure                | 89            |
| 4.3   Bespreking van resultate | 92            |
| 4.3.1   Stuifmeelbuisgroei     | 92            |
| 4.3.1.1   Nawel soetlemoen     | 92            |
| 4.3.1.2   Minneola tangelo     | 99            |
| 4.3.1.3   Ortanique tangor     | 103           |
| 4.3.2   Saadontwikkeling       | 106           |
| 4.3.2.1   Nawel soetlemoen     | 106           |
| 4.3.2.2   Minneola tangelo     | 111           |
| 4.3.2.3   Ortanique tangor     | 112           |
| 4.4   Gevolgtrekkings          |               |
| 5 <u>OPSOMMING</u>             | 118           |
| <u>SUMMARY</u>                 | 122           |
| <u>DANKBETUIGINGS</u>          | 126           |
| <u>LITERATUURVERWYSINGS</u>    | 127           |

## HOOFSTUK 1

### INLEIDING

Sitrusvrugte is een van die belangrikste uitvoerprodukte in die Suid-Afrikaanse landbou. Die jaarlikse bruto inkomste wat hierdeur verkry word, bedra ongeveer R60-miljoen, terwyl plaaslike verkope 'n verdere ongeveer R6-miljoen tot die bruto inkomste van die Suid-Afrikaanse sitrusbedryf bydra.

Daar bestaan tans egter 'n ongunstige kostestruktuur in die sitrusbedryf. In die lig hiervan moet pogings waardeur kostes moontlik verlaag, en produksie verhoog kan word, van dringende belang beskou word. Verhoogde vrugset en produksie per boom hoef nie noodwendig tot oorproduksie te lei nie. Die verbouing van kleiner getalle maar beter produserende bome is 'n meer ekonomiese proposisie as die versorging van bome met 'n lae winsgrens.

Navorsingsaktiwiteite in sitrusverbouing is hoofsaaklik toegespits op verhoging van die oes en verbetering van die vrugkwaliteit. In dié opsig word veral aandag geskenk aan aspekte soos voeding en bemesting, besproeiing, plaagbeheer en waardebepaling van voortplantingsmateriaal. Nieteenstaande fenomenale vooruitgang in die sitrusbedryf as gevolg van die toepassing van navorsingsresultate op hierdie terreine, bestaan daar nogtans baie gevalle van swak produksie.

Sitrusbome produseer gewoonlik 'n groot oormaat van blomme, en die set van slegs 'n geringe persentasie hiervan kan aanleiding gee tot



winsgewende produksie. Dit word egter dikwels gevind dat oormatige afspening in die vroeë stadia van vrugontwikkeling in boorde aangetref word onder optimale voedings- en bewerkingstoestande.

Die verbouing van Washington Nawel soetlemoen - een van die belangrikste soetlemoen cultivars - word in meeste sitrusproduserende dele van die wêreld gekenmerk deur swak oeste. In Suid-Afrika presteer Nawel bome beter in gebiede waar 'n aansienlike mate van winterkoue ondervind word soos bv. in die Wes-Transvaalse en Oos-Kaapse sitrustreke in vergelyking met meer tropiese gebiede soos bv. die Oos-Transvaalse Laeveld. In die meer geskikte streke is vrugsetting van dié betrokke cultivar egter ook sensitief teenoor ongunstige klimaatsomstandighede.

Aangesien die Washington Nawel steriele stuifmeel produseer, is die huidige ondersoek geloods met die doel om onder andere te bepaal of hierdie eienskap nie moontlik aanleiding kan gee tot swak produksie van Nawel bome nie.

Die huidige groot aanvraag na vrugte van die sogenaamde „losskil” cultivars („easy peelers”) op oorsese markte, het 'n ernstige leemte blootgelê aan inligting omtrent die verbouing van hierdie cultivars. Genoemde groep van sitrusvrugte sluit in die nartjiegroep (bekend as „tangerines” en „mandarins” in Engels), en kruisings hiervan met verskeie ander sitrus spesies. Verskeie van hierdie kruisings behels van die mees belowende losskil cultivars, dog hulle word slegs op 'n baie beperkte skaal in Suid-Afrika verbou. Gevolglik is die plaaslike inligting omtrent die verbouing van hierdie cultivars uiters beperk.

Volgens oorsese ondervinding, kom daar bestuiwingsprobleme by baie van die betrokke kruisings voor. Die bestuiwingsbehoefte van baie van hierdie cultivars is egter nog nie voorheen bepaal nie. Die vraag ontstaan ook tot welke mate beskikbare oorsese bevindings toepaslik sal wees onder plaaslike omstandighede.

Daar is gevolglik besluit om 'n studie te maak van die rol van kruisbestuiwing in die vrugsetting van twee van die mees belowende loskil cultivars, nl. Minneola tangelo en Ortanique tangor. Dit is aangevul deur 'n studie van stuifmeelbuisgroeï, saadontwikkeling en die invloed van sade op vruggroeï en vrugkwaliteit van laasgenoemde twee cultivars, sowel as van Washington Nawel soetlemoen.

## HOOFSTUK 2

### DIE INVLOED VAN KRUISBESTUIWING OP VRUGSET EN VRUGKWALITEIT

#### 2.1 INLEIDING

Kunsmatige bestuiwing van die dadel is al tydens die vroeë beskawings van die Assiriërs en Grieke toegepas. Die rol wat bestuiwing in saadvorming speel, is egter eers aan die einde van die sewentiende eeu deur eksperimente van die Duitse plantkundige Kolreuter, aangedui (Reed, 1942).

Bestuiwing, bevrugting en die daaropvolgende saadontwikkeling is normaalweg 'n voorvereiste vir vrugset en vrugontwikkeling by meeste plant spesies.

---

In hierdie proefskrif word die terme: vrug, partenokarpie, self- en kruisbestuiwing as volg beskou :

Vrug: Dié term word in die tuinboukundige sin gebruik en sluit dus nie noodwendig slegs die vrugbeginsel in nie.

Partenokarpie: Die ontwikkeling van vrugte sonder bevrugting.

Selfbestuiwing: Bestuiwing tussen blomme van dieselfde klone. Dit sluit m.a.w. in: bestuiwing in dieselfde blom; bestuiwing tussen blomme van dieselfde plant en tussen blomme van verskillende plante van dieselfde klone.

Kruisbestuiwing: Bestuiwing tussen blomme wat nie van dieselfde klone is nie.



Die mate waartoe vrugontwikkeling van bestuiwing en die daaropvolgende geslagtelike prosesse afhanklik is, verskil baie tussen die verskillende plant spesies. Ontwikkeling van die aarbeivrug byvoorbeeld, vereis die aanwesigheid van sade tot met volwassenheid (Nitsch, 1950). In die geval van die appel, daarenteen, is sade slegs tot met die November-val („June drop" in die Noordelike Halfrond) noodsaaklik (Abbott, 1958). Bestuiwing tesame met ringelering bied in die geval van die Swart Korent voldoende stimulerings vir vrugontwikkeling (stimulatiewe partenokarpie) - bevrugting en saadontwikkeling is hier geensins 'n vereiste vir vrugontwikkeling nie (Olmo, 1936).

In die genus Citrus is partenokarpiese vrugsetting vry algemeen (Soost, 1963). Daar heers egter aansienlike onderlinge verskille tussen die verskillende spesies en cultivars in dié genus ten opsigte van die graad van hulle partenokarpie. Die manlik steriele Washington Navel soetlemoen is bekend vir sy saadloosheid in kommersiële verbouing. Saadlose vrugte word tot 'n mindere of meerdere mate ook in die meeste ander sitrus cultivars aangetref. By meeste van hierdie cultivars kan vrugontwikkeling plaasvind sonder die stimulerings deur faktore soos bestuiwing, bevrugting, saadontwikkeling, die aanwending van groei-regulerende stowwe, ringelering, ens. - 'n verskynsel wat bekend staan as vegetatiewe of outonome partenokarpie.

Vegetatiewe partenokarpie kan selfs ook by sitrus cultivars voorkom wat normaalweg 'n hoë saadinhoud het soos bv. die Pineapple en Parson Brown soetlemoen cultivars (Wong, 1939; Krezdorn, 1969).

Dit is egter aangetoon dat die vrugset van eersgenoemde drasties verhoog kan word deur selfbestuiwing (Krezdorn, 1969).

Ondanks die algemene voorkoms van saadlose vrugte by baie citrus cultivars, dien bestuiwing as 'n stimulus vir vrugset by sodanige cultivars. Krezdorn (1969) het die vrugset by onbestuifde en selfbestuifde blomme van die Valencia en Pineapple soetlemoen cultivars, Dancy tangerien en Marsh <sup>Sekers</sup> pomelo bepaal. Hiervolgens het dit geblyk dat slegs die pomelo 'n baie sterk partenokarpie vertoon het. Dit is insiggewend dat Valencia vrugset deur selfbestuiwing verhoog is nieteenstaande die feit dat derglike vrugte meestal saadloos was of slegs 'n geringe getal sade bevat het.

Verdere vermelding van vrugsetverhogings deur hand-kruisbestuiwings is gemaak in die geval van Ellendale en Early Imperial mandaryn cultivars (Stafford, 1970). Moffett (1971 a) het berig dat aanvullende heuningby-aktiwiteit die opbrengs van Lisbon suurlemoenbome verhoog het. Deur Orlando tangelo en Fairchild tangerienbome met gaas toe te span en voorsiening te maak vir heuningby-aktiwiteit in dié hokke, is die Fairchild opbrengs verhoog (Moffett, 1971 b).

Die meer intensiewe verbouing van vrugtebome vanaf die vorige eeu het meegebring dat die verskillende cultivars enkel in groot blokke aangeplant is. Dit het geblyk dat baie van dié cultivars, nieteenstaande die produksie van kiemkrachtige stuifmeel en effektiewe selfbestuiwing, swakker oeste lewer as in gemengde aanplantings.



Die begrip van geslagtelike self- en kruisonverenigbaarheid het na aanleiding van laasgenoemde en ander waarnemings ontstaan. Tesame met baie ander sisteme in die planteryk soos bv. tweehuisigheid, tree geslagtelike selfonverenigbaarheid op as 'n struikelblok vir selfbevrugting en bevoordeel <sup>die kruisbestuiving</sup> natuurlike teling.

Na raming kom selfonverenigbaarheid van blomplante voor by meer as 3 000 spesies verspreid in 20 families (East - volgens Lewis, 1949).

Twee hoof-indelings word gemaak ten opsigte van onverenigbaarheid, naamlik heteromorfie en homomorfie (Lewis, 1949). By die eersgenoemde soort is die onverenigbaarheid geassosieer met verskille in blomstruktuur. Verskille t.o.v. die lengtes van die styl en helmrade is die mees algemene sisteem. In hierdie sisteem word daar twee soorte blomme aangetref wat afsonderlik op verskillende plante gedra word. Die „pin” plante het lang style en lae helmknoppe en die „thrum” plante kort style en hoë helmknoppe. Bestuiwing is slegs effektief tussen hierdie twee soorte plante.

Onverenigbaarheid by baie kommersiële vrugtesoorte waaronder ook sitrus, word nie deur verskille in blomstruktuur gekenmerk nie en resorteer onder homomorfiëse onverenigbaarheid.

Die twee begrippe wat kortliks bespreek is, nl. partenokarpie en geslagtelike onverenigbaarheid, is van groot praktiese belang in kommersiële vrugteverbouing. Indien 'n kultivar óf 'n geringe óf geen

vermoë tot partenokarpiese vrugsetting openbaar nie dog self voldoende hoeveelhede kiemkrachtige stuifmeel produseer en in staat is tot selfbevrugting word geen probleme ten opsigte van vrugsetting verwag nie. 'n Selfonverenigbare cultivar sal egter in die geval van onvoldoende partenokarpie en met geen voorsiening vir effektiewe kruisbestuiwing, swak oeste produseer.

Vanaf die einde van die vorige eeu is die belangrikheid van kruisbestuiwing in die produksie van steen- en pitvrugte besef en 'n groot hoeveelheid navorsing in dié verband is in die V.S.A., Engeland, Kanada, Europe en Rusland gedoen. In die twintigerjare is die bestuiwingsbehoeftes van 'n groot aantal van die bladwisselende vrugtesoorte in Suid-Afrika deur Reinecke (1930) ondersoek. Alle amandel en kersie cultivars wat hy ondersoek het, was self-onverenigbaar, asook die meeste van die appel en pruim cultivars. Selfonverenigbaarheid het ook voorgekom by sekere peer cultivars terwyl die perske, appelkoos en kweper cultivars feitlik deurgaans selfverenigbaar was.

Die voorkoms van self- en ook kruisonverenigbaarheid by kommersiële cultivars van die geslag Citrus het eers relatief onlangs onder die soeklig gekom. In 1956 het Soost<sup>(1) ?</sup> gemeld dat die Clementine mandaryn nie in staat is tot effektiewe selfbevrugting nie ondanks sy produksie van kiemkrachtige stuifmeel en vrugbare saadknoppe. Die Minneola en Orlando tangelo cultivars wat deur die Landbou Departement van die V.S.A. in 1931 vrygestel is, het as gevolg van selfonverenigbaarheid swak oeste geproduseer (Mustard, Lynch & Nelson, 1956;

Krezdorn & Robinson, 1958; Hodgson, 1968). Hierdie probleem is oorbrug deur die voorsiening van kruisbestuiwing.

Verskeie van die Clementine tangerien X <sup>waller?</sup> tangelo kruisings wat vanaf 1959 in die V.S.A. vrygestel is, is ook selfonverenigbaar (Hearn & Reece, 1967). Hierdie eienskap word ook algemeen by pompelmoes cultivars aangetref (Soost, 1964). Zacharia (1951) het beweer dat 'n mate van selfonverenigbaarheid ook by die Shamouti soetlemoen aanwesig mag wees aangesien stuifmeelbuisie nie so ver in Shamouti style gegroei het na selfbestuiwing as in die geval van kruisbestuiwing nie.

Soost (1965 a en 1969) het die genetiese grondslag van onverenigbaarheid by sitrus ondersoek en tot die gevolgtrekking gekom dat dit op 'n soortgelyke wyse as in baie ander gewasse, geneties deur 'n sisteem van S-allele bepaal word. Die afleiding is ook gemaak dat hierdie onverenigbaarheidsallele meer algemeen by sitrussoorte mag voorkom as wat besef word.

In Suid-Afrika is daar egter nog geen bestuiwingsstudies by sitrussoorte gedoen nie. 'n Behoeftte in hierdie verband het ontstaan o.a. as gevolg van die plaaslike belangstelling in die sg. loskil cultivars na aanleiding van die aanvraag na dié sitrussoorte op oorsese markte. Verskillende grade van partenokarpie tesame met self- en/of kruisonverenigbaarheid word by dié sitrusgroep aangetref. Alhoewel die bestuiwingsbehoeftes van sommige van die loskil cultivars oorsee al ondersoek is, is dit egter noodsaaklik dat waardebepalings van kruisbestuiwers onder plaaslike toestande gedoen sal word.



## 2.2 ALGEMENE PROSEDURE

Die stuifmeel wat vir kruisbestuiwing gebruik is, is deurgaans as volg versamel: Die sitrus-blomknoppe wat in 'n stadium van ontwikkeling van ongeveer een dag voor antese was, is gepluk. Die helmknoppe is van die helmdrade geskei, op 'n plat oppervlakte in die laboratorium oopgesprei en vir een dag by kamertemperatuur gelaat om oop te spring.

Vir die bepaling van die persentasie ontkieming is die stuifmeel op 0,5 persent agar bevattende 20 persent sukrose, gestrooi. Na 24 uur inkubering by  $25^{\circ}\text{C}$ , is die persentasie ontkieming van die stuifmeel bepaal. Voorlopige waarnemings van stuifmeelontkieming het getoon dat die ontkieming na opberging by  $25^{\circ}\text{C}$  baie vinnig afneem. 'n Opbergings-temperatuur van  $4^{\circ}\text{C}$  het egter nog goeie ontkieming na ses dae tot gevolg gehad. Gevolglik is die stuifmeel, na die oopspring van die helmhokke, by  $4^{\circ}\text{C}$  gehou tot direk voor gebruik.

Die stuifmeel is met behulp van klein kwassies op die stempels aangebring. In die geval van die <sup>N.</sup>Nawel soetlemoen is geen emaskulering en verwydering van blomblare gedoen nie. Die Nawel eksperimente is deurgaans in groot boorde gedoen waar die moontlikheid van natuurlike kruisbestuiwing feitlik uitgesluit was. Die verskillende behandelings is verder op afsonderlike bome gedoen ten einde moontlike herverbreiding van eksperimentele stuifmeel vanaf blomme van die een behandeling na dié van ander behandelings te voorkom.



Nawel blomme met vars uitskeiding op die stempels is ontvanklik vir bestuiwing beskou. Daar is egter deurgaans gepoog om blomme so na as moontlik aan antese te kies. Dit is aangetoon (Motial, 1962) dat sitrustempels vanaf drie dae voor antese tot soveel as vyf dae na antese nog ontvanklik kan wees vir bestuiwing dog dat die ontvanklikheid optimaal is op die dag van antese.

In die gevalle van bestuiwing van Minneola tangelo en Ortanique tangor is ongeopende blomme waarvan die helmhokke nog nie oopgespring het nie, gekies. Die blomme is ge-emaskuleer en die kroonblare is verwyder sodat heuningbye nie bestuiwing kon bewerkstellig nie. Mustard, Lynch en Nelson (1956) het behandelde Minneola blomme met aluminium foelie bedek om ongewenste bestuiwing in hul eksperimente te voorkom. Die waarnemings is egter gemaak dat heuningbye nie blomme besoek waarvan die blomblare verwyder is nie en dat windbestuiwing geen faktor by sitrus-bestuiwing is nie (Krezdorn & Robinson, 1958; Ton & Krezdorn, 1966).

In verskeie eksperimente is daar ook behandelings ingesluit waar bestuiwing van blomknoppe, ongeveer twee tot vier dae voordat hulle sou oopgaan, gedoen is.

Tensy anders vermeld, is daar geen onderskeid getref tussen blomme op verskillende soorte bloeiwyses (blaarlose en blaarryke bloeiwyses) en tussen blomme in verskillende posisies op die bloeiwyse nie. Elke behandelde blom is geïdentifiseer deur 'n kort garingdraadjie lossies

om die blomsteel te bind en die betrokke bloeiwyse met 'n plastiek kaartjie te merk.

Gereelde waarnemings is van die set en groei van die vrugte gemaak.

Die <sup>ontwerp</sup> uitleg van die eksperimente was deurgaans 'n ewekansige blok proefontwerp. Vanweë die voorkoms van nul-waardes in meeste van die herhalings van sekere behandelings was die data in sodanige behandelings nie aan homogene variansie onderworpe nie. Dit was nie moontlik om hierdie probleem deur transformasies te oorbrug nie. Gevolglik is derglike behandelings nie by variansie-analises betrek nie.



## 2.3 WASHINGTON NAWEL SOETLEMOEN

### 2.3.1 INLEIDING

Die Washington Nawel soetlemoen en ander Nawel seleksies (Citrus sinensis (L.) Osbeck) word gekenmerk deur 'n sogenaamde nawel of-te-wel 'n rudimentêre vruggie aan die distale kant van die vrug. Hierdie nawel word trouens ook by baie ander sitrus cultivars aangetref dog kom slegs in die geval van die Nawel soetlemoen konsekwent en prominent voor. 'n Tweede belangrike eienskap van die Nawel cultivars is hul saadloosheid in kommersiële verbouing vanweë algehele manlike steriliteit.

Die Washington Nawel het moontlik ontstaan as gevolg van 'n takmutasie op 'n soetlemoenboom in Brazilië en is tussen 1810 en 1820 vir die eerste keer voortgeplant. Van hier is die Washington Nawel soetlemoen na Australië en die V.S.A. uitgevoer en is later na al die sitrusproduserende lande versprei (Hodgson, 1967).

In die Republiek van Suid-Afrika verteenwoordig die getal Nawel bome in die noordelike en suidelike sitrusstreke respektiewelik ongeveer 26 en 63 persent van die totale getal soetlemoenbome in dié twee gebiede.

Die neiging van die Nawel soetlemoen tot swak produksie en sy sensitiwiteit teenoor ongunstige klimaatstoestande geniet al vir 'n lang tyd die aandag van navorsers. Coit en Hodgson (1919) in Kalifornië en Wager (1938) in Suid-Afrika het die oormatige afspening



gedurende die vroeë stadia van vrugontwikkeling - „November-val" („June drop" in die Noordelike halfrond) - toegeskryf aan ongunstige klimaatstoestande soos hoë temperatuur, lae lugvogtigheid en sterk winde.

Die meeste lede van die genus Citrus het in tropiese gebiede in Asië ontstaan. Volgens Coit en Hodgson (1919) is huidmondjie-beweging by sitrus beperk en die kutikulêre transpirasie hoog en is sitrusbome gevolglik nie ten volle aangepas by die hoë tempo van vogverlies a.g.v. die relatiewe droë toestande waaronder sitrusverbouing gewoonlik in die subtropiese plaasvind nie.

Baie navorsing is al aan hierdie kommersieel-belangrike probleem van swak oes te geskenk. Verskeie metodes om hierdie probleem reg te stel, is ondersoek. Die metodes het ringelering (Shamel & Pomeroy, 1936; Krezdorn, 1960; Rackham, 1966), aanwending van plant groeiregulerende stowwe (Stewart, Klotz & Hield, 1951; Hield, Coggins & Garber, 1965), uitdunning (Holtzhausen, 1968), selektering en kruisbestuiwing (El-Tomi, 1954 en 1957; Pomeroy en Aldrich, 1943; Iiya, 1968), ingesluit.

Stamringelering het Nawel opbrengs verhoog dog die herhaaldelike toepassing van hierdie praktyk sowel as die be-eindiging daarvan het gelei tot verminderde groeikrag en opbrengs (Shamel & Pomeroy, 1936).

Plant groeiregulerende stowwe word effektief in die V.S.A. aangewend om voor-oes afval van Nawel vrugte te bekamp

(Hield & Erickson, 1962). Die aanwending van hierdie stowwe vir die vermindering van vrugval in die vroeë stadia van vrugontwikkeling kon egter nog nooit konsekwent goeie resultate lewer nie.

Die voordelige invloed van blomuitdunning op die vrugset is bewys (Holtzhausen, 1968), dog 'n ekonomiese metode om hierdie bevinding toe te pas, is nog nie gevind nie.

Dit is gevind dat 'n nusellêre seleksie van Washington Nawel, naamlik Palmer Nawel, beter produseer as meeste van die ouklone Nawel seleksies. Die Palmer is reeds op groot skaal in Suid-Afrika aangeplant (Oberholzer & Hofmeyr, 1955; Eshuys, Oberholzer, Holtzhausen & von Staden, 1971).

Nieteenstaande die algemene voorkoms van vegetatiewe partenokarpie by die Nawel, kan kruisbestuiwing vrugset stimuleer. Pomeroy en Aldrich (1943) het geen stimulerings van vrugset by die Nawel verkry met hand-kruisbestuiwing met stuifmeel van verskeie cultivars nie. In 'n daaropvolgende eksperiment het pomelo stuifmeel egter sowel die saadinhoud as vrugset verhoog. El-Tomi (1954 en 1957) het die Nawel vrugset in sommige jare deur hand-kruisbestuiwing verhoog. Vrugset verhoging deur Natsudaïdai stuifmeel is vanuit Japan vermeld (Iiya, 1968). Sover bekend, was daar egter nog geen pogings om hierdie resultate in die praktyk toe te pas nie.

### 2.3.2 PROSEDURE

#### 2.3.2.1 INVLOED VAN KRUISBESTUIWING, RINGELERING EN BLOMPOSISIE OP VRUGSET

Hierdie ondersoek is in die 1969/70 seisoen uitgevoer in 'n 16 jaar-oue Washington Nawel boord naby Malelane. Die drie faktore, nl. kruisbestuiwing, ringelering en blomposisie is ondersoek in 'n  $2 \times 2 \times 2$  faktoriale proef met drie herhalings. 'n Totaal van 96 blomme versprei oor ses bome is in elk van die 24 persele behandel.

Stuifmeel van die pompelmoes (Citrus grandis (L.) Osbeck) is in hierdie eksperiment gebruik. Die keuse het op hierdie stuifmeelbron geval na aanleiding van El-Tomi (1957) se bevinding dat stuifmeel van dié spesies in sommige van sy eksperimente Nawel vrugset verhoog het.

Die ringelering is gedoen met die oog daarop om moontlike interaksies tussen kruisbestuiwing en ringelering te ondersoek. Die bome is vier dae voor bestuiwing geringeleer. 'n Enkel snit deur die bas is 30 cm bo die entverbinding rondom die boomstam gemaak.

Die posisie van blomme op 'n bloeiwyse is 'n verdere faktor wat vrugset beïnvloed (Reece, 1945; Zacharia, 1951; Lenz, 1966). Twee blomposisies is in die eksperiment betrek nl. eerstens die terminale en tweedens enige blom in enige laterale behalwe die sub-apikale posisie. Laasgenoemde is nie as 'n derde blomposisie ingesluit soos aanvanklik beplan nie vanweë praktiese probleme daaraan verbonde



om voldoende getalle sub-apikale blomme tydens toepassing van die behandelings te vind.

Daar is waarnemings van die vrugset en vruggroei op ongeveer twee-weeklikse intervalle gedoen. Die vrugte is 30 weke na antese ge-oes en die saadinhoud van elke vrug is bepaal.

#### 2.3.2.2 WAARDEBEPALING VAN VERSKILLEND E CULTIVARS AS KRUIBESTUIWERS VIR DIE NAWEL SOETLEMOEN

In die lente van 1970 is stuifmeel versamel van 18 verskillende sitrus cultivars, van die verwante Poncirus trifoliata (L.) Raf. en van 'n <sup>Sinensis</sup> Citrus/Poncirus kruising, naamlik Morton citrange.

Dieselfde Nawel boord soos vermeld onder 2.3.2.1 is vir hierdie eksperiment gebruik. In hierdie ondersoek is daar geen onderskeid tussen verskillende blomposisies soos in die 1969/70 eksperiment, gemaak nie.

Die 21 behandelings (20 stuifmeelbronne en 'n kontrole) is vyf keer herhaal. Elk van die 105 persele het bestaan uit 20 blomme op 'n enkele boom. 'n Totaal van 100 blomme is dus in elke van die 21 behandelings gebruik. Die volgende stuifmeelbronne is ge-evalueer :

|                     |   |                                    |
|---------------------|---|------------------------------------|
| Bath soetlemoen     | } | <u>Citrus sinensis</u> (L.) Osbeck |
| Hamlin soetlemoen   |   |                                    |
| Tomango soetlemoen  |   |                                    |
| Shamouti soetlemoen |   |                                    |
| Siletta soetlemoen  |   |                                    |
| Valencia soetlemoen |   |                                    |

|                                    |   |                                                                    |
|------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------|
| Triumph pomelo                     | } | <u>C. paradisi</u> Macf.                                           |
| ✓ X Marsh <sup>ledees</sup> pomelo |   |                                                                    |
| Djeroek pompelmoes                 | } | <u>C. grandis</u> (L.) Osbeck                                      |
| Canton pompelmoes                  |   |                                                                    |
| Meyer suurlemoen                   | } | <u>C. limon</u> (L.) Burm. f.                                      |
| MacDonald suurlemoen               |   |                                                                    |
| Minneola tangelo                   |   | ( <u>C. paradisi</u> Macf. X <u>C. reticulata</u> Blanco)          |
| Wanurco tangerien                  |   | <u>C. reticulata</u> Blanco                                        |
| Florida growweskil-<br>suurlemoen  |   | <u>C. jambhiri</u> Lush.                                           |
| Growweskil-suurlemoen              |   | (X <u>C. jambhiri</u> Lush. X <u>C. medica</u> L.)                 |
| X Sitroen                          |   |                                                                    |
| Sitroen                            |   | <u>C. medica</u> L.                                                |
| Temple tangor                      |   | ( <u>C. reticulata</u> Blanco X <u>C. sinensis</u> (L.) Osbeck)    |
| Trifoliata                         |   | <u>Poncirus trifoliata</u> (L.) Raf.                               |
| Morton citrange                    |   | ( <u>C. sinensis</u> (L.) Osbeck X <u>P. trifoliata</u> (L.) Raf.) |

Gereelde waarnemings is gemaak ten opsigte van vrugset en vruggroei, en die vrugte is 30 weke na antese ge-oës, waarna die saadinhoud van elke vrug bepaal is.

Sekere van laasgenoemde behandelings is in die daaropvolgende seisoen (1971/72) in 'n tweede eksperiment in 'n tien jaar-oue Nawel boord op die plaas Mataffin naby Nelspruit herhaal. Die vyf behandelings in hierdie proef is nege keer herhaal. Twintig blomme op twee bome was in elke perseel betrek.

Die behandelings was :

Kontrole  
 Pompelmoes kruisbestuiwing  
 Hamlin kruisbestuiwing  
 Tomango kruisbestuiwing  
 Valencia kruisbestuiwing

Die vrugte in hierdie eksperiment is vier maande na antese ge-oes en die getal sade is in elke vrug bepaal.

#### 2.3.2.3 DIE INVLOED VAN VERSKILLEND E HOEVEELHEDE STUIFMEEL PER STEMPEL OP VRUGSET EN SAADINHOUD

Soos die ondersoek waarin kruisbestuiwing van die Nawel as 'n moontlike kommersiële praktyk geëvalueer is, gevorder het, het dit geblyk dat die hoeveelheid stuifmeel wat nodig is om die vrugset te verhoog, 'n kardinale faktor kan wees.

'n Groot hoeveelheid pompelmoes - en Hamlin blomme is versamel en op die gewone metode soos beskrywe onder „Algemene Procedure“, behandel. Daarna is die stuifmeelkorrels van die helmknoppe geskei deur die helmknoppe op 'n sif met 0,5 mm openinge met 'n borsel te druk. Ongeveer een gram stuifmeel is van pompelmoes en Hamlin elk versamel.

Verdunnings van die stuifmeel is met behulp van aluminium-oksied poeier gemaak. Dié poeier is in die handel verkrygbaar en word o.a. as 'n skuurpoeier vir slypdoeleindes gebruik. Die partikels



van die relatiewe growwe produk, graad 2F, is ongeveer dieselfde grootte as sitrus-stuifmeelkorrels en is vir die verdunnings gebruik.

Verskillende verdunnings op 'n gewigsbasis is van die pompelmoes- en Hamlin stuifmeel gemaak. Die mengsels is met behulp van baie klein kwassies op die Nawel stempels aangebring. Min of meer dieselfde hoeveelheid van die mengsel is aangebring deur die kwassie een keer in die poeiernengsel te doop en dié dan slegs een keer liggies aan die stempel te laat raak.

Die volgende behandelings is toegepas :

|                          |                                          |         |                             |
|--------------------------|------------------------------------------|---------|-----------------------------|
| 1                        | Kontrole - slegs aluminium-oksied poeier |         |                             |
| Pompelmoes-<br>stuifmeel | 2                                        | 0,1     | } % stuifmeel<br>in mengsel |
|                          | 3                                        | 0,5     |                             |
|                          | 4                                        | 2,5     |                             |
|                          | 5                                        | 12,5    |                             |
|                          | 6                                        | 100     |                             |
|                          | 7                                        | Oormaat |                             |
| Hamlin<br>stuifmeel      | 8                                        | 0,1     | } % stuifmeel<br>in mengsel |
|                          | 9                                        | 0,5     |                             |
|                          | 10                                       | 2,5     |                             |
|                          | 11                                       | 12,5    |                             |
|                          | 12                                       | 100     |                             |
|                          | 13                                       | Oormaat |                             |

Die 13 behandelings is nege keer herhaal. Twintig blomme versprei oor twee bome was in elk van die 117 persele gebruik.

Bykomstige blomme is met die stuifmeelmengsels behandel en na twee dae is die stempels van dié blomme afgesny. Die stempels is in formalien:asynsuur:50 persent etanol (1:1:8 v/v/v) gefikseer, in etanol gedehidreer, in xileen verhelder, in paraffienwas ingebed, met 'n mikrotroom in  $12\mu$  seksies gesny en met Safranien/Vaste Groen gekleur (Brooks, Bradley & Anderson, 1950). Die stuifmeelkorrels in elke serie van snitte is op die plaatjies getel. Vanweë praktiese oorwegings kon die stuifmeeltellings slegs op die stempels waarop die meer verdunde mengsels geplaas was, gedoen word.

Die vrugte in hierdie eksperiment is vier maande na antese ge-oes en die saadinhoud van elke vrug is bepaal.

#### 2.3.2.4 INVLOED VAN SAADINHOUD OP VRUGKWALITEIT

Kwaliteitsfaktore waaraan daar aandag geskenk is, was:

Saadinhoud

Vruggrootte

Totale titreerbare suur

Totale oplosbare vaste stowwe

Die persentasie totale oplosbare vaste stowwe in die vrugsap is met behulp van 'n Brix hidrometer bepaal. Die suurinhoud van die vrugsap is vasgestel deur 'n 10 ml monster van die sap te titreer met 0,1562N natriumhidroksied met fenolftalien as indikator. Hierdie bepaling is gedoen volgens die uitvoerregulasies van die Suid-Afrikaanse Situsraad. (Ref?)

Kwaliteitsbepalings van die vrugsap is slegs in die twee Malelane Nawel eksperimente uitgevoer. Die bepaling is op elke vrug afsonderlik gedoen.

### 2.3.3 BESPREKING VAN RESULTATE

#### 2.3.3.1 INVLOED VAN KRUISBESTUIWING, RINGELERING, EN BLOMPOSISIE OP VRUGSET EN SAADINHOUD

Kruisbestuiwing met pompelmoesstuifmeel het aanleiding gegee tot 'n drastiese verhoging in vrugset (Tabel 1 en Figuur 1). Die persentasie vrugset met volwassenheid (30 weke na antese) vir onbestuifde en kruisbestuifde blomme was respektiewelik 5,2 en 45,3. Ringelering en die blomposisie het geen waarneembare invloed op vrugset uitgeoefen nie. Geen interaksie tussen enige van die behandelings kon ook aangetoon word nie.

Die resultate t.o.v. die ringelering was onverwags. Ongunstige toestande vir die induksie van die ringeleringseffek kon moontlik in die betrokke boord geheers het of die ringelering is moontlik nie op die korrekte tydstip uitgevoer nie. Volgens eksperimentele resultate van Marloth (1932) kon ringelering moontlik te vroeg uitgevoer gewees het. Die variasie in die eksperiment was egter sodanig dat 'n geringe reaksie nie aangetoon sou kon word nie.

Die getal volwasse Nawel vrugte aan 'n boom is gewoonlik ongeveer een persent van die totale getal blomme aan die boom gedurende die voorafgaande lente (Erickson & Brannaman, 1960; Holtzhausen, 1968). Die relatiewe hoë vrugset van onbestuifde blomme in hierdie eksperiment (5,2 persent) kan moontlik toegeskryf word aan die feit dat die behandelings aan die einde van die blomseisoen toegepas is. Die vrugsetvermoë van blomme op hierdie stadium is volgens Haas (1949) veel beter as dié wat vroeër in die blomseisoen oopgaan.



TABEL 1

Die invloed van die behandelings op  
vrugset van Nawel soetlemoen

|                                 | Boomstam           | Blomposisie | % Vrugset |
|---------------------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Blomme<br>nie<br>bestuif<br>nie | Ongering-<br>eleer | Terminaal   | 8,8       |
|                                 |                    | Lateraal    | 1,4       |
|                                 | Gering-<br>eleer   | Terminaal   | 4,9       |
|                                 |                    | Lateraal    | 5,9       |
| Blomme<br>kruis -<br>bestuif    | Ongering-<br>eleer | Terminaal   | 43,8      |
|                                 |                    | Lateraal    | 42,6      |
|                                 | Gering-<br>eleer   | Terminaal   | 45,8      |
|                                 |                    | Lateraal    | 49,3      |

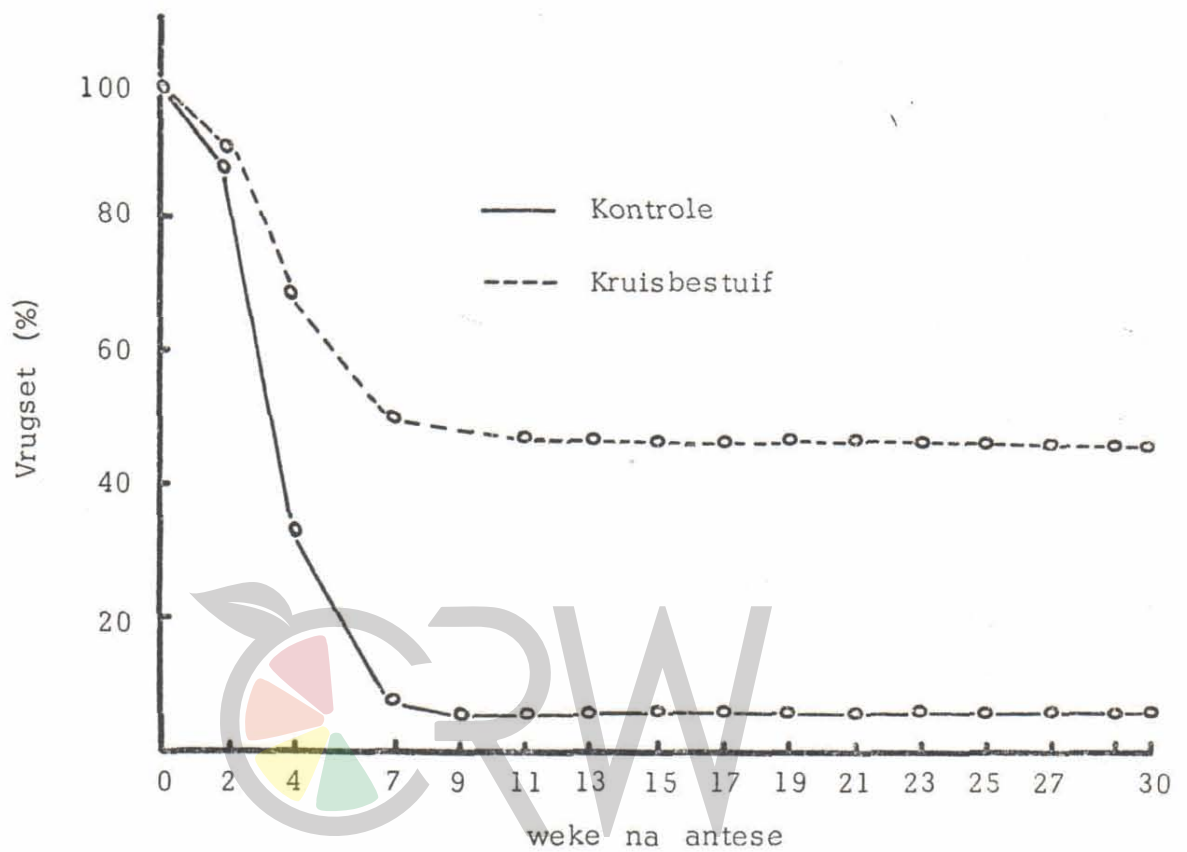


Fig. 1 Die invloed van kruisbestuiwing met pompelmoesstuifmeel op vrugset van Nawel soetlemoen op verskillende tye na antese

Daar is geen sade in die vrugte vanaf onbestuifde blomme gevind nie terwyl die gemiddelde getal sade in vrugte vanaf kruisbestuifde blomme 8,1 was. In twee gevalle is daar soveel as 24 en 34 sade per vrug gevind. Die frekwensieverspreiding van saadinhoud van die bestuiwingsbehandelings word in Fig. 2 getoon.

Die drastiese invloed van kruisbestuiwing op saadvorming dui daarop dat saadloosheid moontlik 'n basiese oorsaak is vir die neiging tot oormatige vrugafspening van die Nawel soetlemoen.

Een van die oogmerke van die huidige ondersoek is die direkte toepassing van die resultate in kommersiële sitrusverbouing. Die bevinding dat pompelmoes-kruisbestuiwing gemiddeld 8,1 sade in die Nawel vrugte geïnduseer het, was gevolglik teleurstellend. Saadloosheid is een van die kenmerkende interne kwaliteitseienskappe van die Nawel en Nawel vrugte met agt sade per vrug sal onaanvaarbaar vir die verbruikersmaak wees. Dit moet egter in gedagte gehou word dat maksimale hoeveelhede stuifmeel op die stempels geplaas is in die eksperiment. Natuurlike kruisbestuiwing deur heuningbye behoort 'n laer saadinhoud tot gevolg te hê. Kruisbestuiwing met ander cultivars as pompelmoes mag ook moontlik minder saad induseer en tog nog vrugset verhoog.

Die verhoging van vrugset deur pompelmoes-kruisbestuiwing is in ooreenstemming met resultate van El-Tomi (1957). In 'n vroeëre publikasie het dieselfde skrywer (1954) berig dat die pompelmoes die enigste van verskeie stuifmeelbronne in sy eksperiment was wat die vrugset verhoog het. In 'n daaropvolgende jaar het geeneen van die stuif-



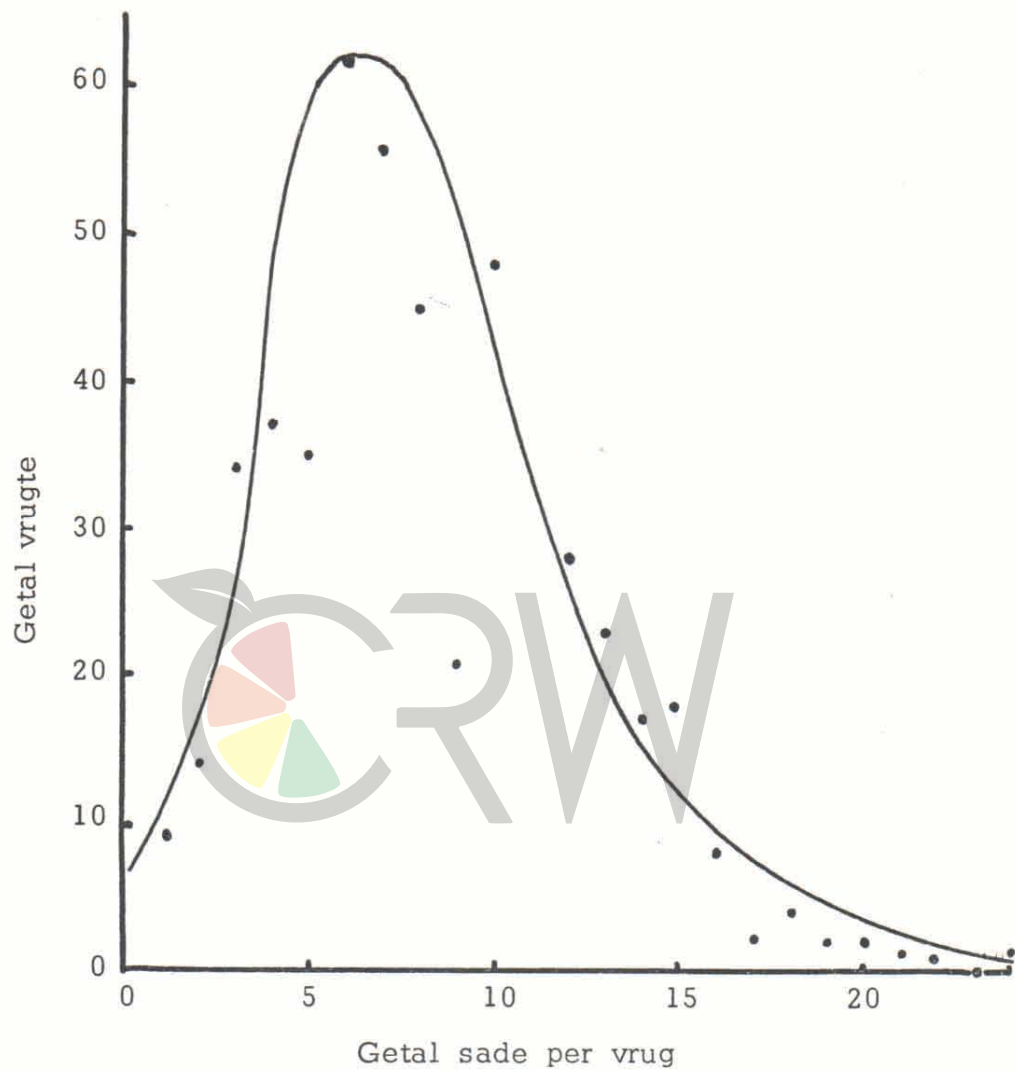


Fig.2 Frekwensieverspreiding van getal sade per Nawel vrug soos deur kruisbestuiwing met pompelmoesstuifmeel beïnvloed.

meelbronne egter die Nawel vrugset verhoog nie. El-Tomi (1957) het die gevolgtrekking gemaak dat praktiese aanbevelings egter nie gemaak kan word voordat verdere proewe onderneem is nie. Dit is nie bekend of daar enige verdere aandag aan hierdie gedagterigting in Egipte geskenk is nie.

'n Groot aantal van die sade is gedissekteer en dit is gevind dat hulle deurgaans poli-embrionies was. Hierdie eienskap sal van groot waarde wees vir die verkryging van nusellêre seleksies van hierdie cultivar wat gewoonlik saadloos is.

#### 2.3.3.2 WAARDEBEPALING VAN VERSKILLENDEN CULTIVARS AS KRUISBESTUIWERS VIR DIE NAWEL SOET-LEMOEN

Daar is om drie redes besluit om verskillende stuifmeelbronne te evalueer. Eerstens, soos reeds genoem, het pompelmoesstuifmeel 'n ongewenste hoë saadinhoud tot gevolg gehad. Verder het die pompelmoes geen kommersiële waarde in Suid-Afrika nie.

Derdens is daar gespekuleer dat navorsing met die oog op die toepassing van die pompelmoes-kruisbestuiwing mag lei tot okulering van ogies op Nawel takke om „eilandjies“ van pompelmoesgroei te vestig waarvandaan natuurlike kruisbestuiwing deur heuningbye kan geskied. Gevolglik is daar 'n groot getal okulerings gedoen. Dit is egter gevind dat die ogies besonder traag was om uit te loop. Waar sulke ogies wel uitgeloop het, het die groeipunte meestal teruggesterf. Die herhaaldelike groei en terugsterf van die ogies het die voorkoms van

„multiple bud sprouting" veroorsaak. Die meeste ogies het egter na twee jaar nog nie uitgeloop nie alhoewel die okulerings as sodanig nog gesond vertoon het. 'n Geringe getal van die okulerings het wel lote gevorm. Dit is nie bekend of hierdie probleem die gevolg is van genetiese weefselonverenigbaarheid, virus reaksies of enige ander rede nie.

Die moontlikheid om 'n stuifmeelbron te vind wat die Nawel vrugset sal verhoog sonder 'n drastiese verhoging in saadinhoud, is nie uitgesluit nie. Reinecke (1930) het 'n geval van „pseudo-partekarpie" by pere gemeld. Toe blomme van die selfonverenigbare Buerre Diel cultivar selfbestuif is, was die vrugset 3,6 persent en slegs saadlose vrugte is geproduseer. Kruisbestuiwing met Bon Chretien stuifmeel het die set verhoog tot 62,5 persent terwyl die gemiddelde saadinhoud slegs 0,7 was. Die sade wat gevorm is, was rudimentêr en het hoofsaaklik uit die integumente bestaan.

Die keuse van stuifmeelbronne vir die eksperiment het in 'n groot mate afgehang van die beskikbaarheid daarvan ten tyde van die uitvoering van die eksperiment.

In Tabel 2 en Plaat 1 word die resultate van hierdie eksperiment voorgestel. Verskeie behandelings het aanleiding gegee tot 'n groot verhoging van vrugset. Die vrugset van die kontrole was 3,5 persent terwyl die Bath soetlemoen die set tot 28,7 persent verhoog het.

Kruisbestuiwing met die Canton en Djeroek pompelmoese, Triumph en Marsh pomelo's, Hamlin en Tomango soetlemoene, Meyer suurlemoen en Minneola tangelo, het ook die vrugset betekenisvol verhoog.



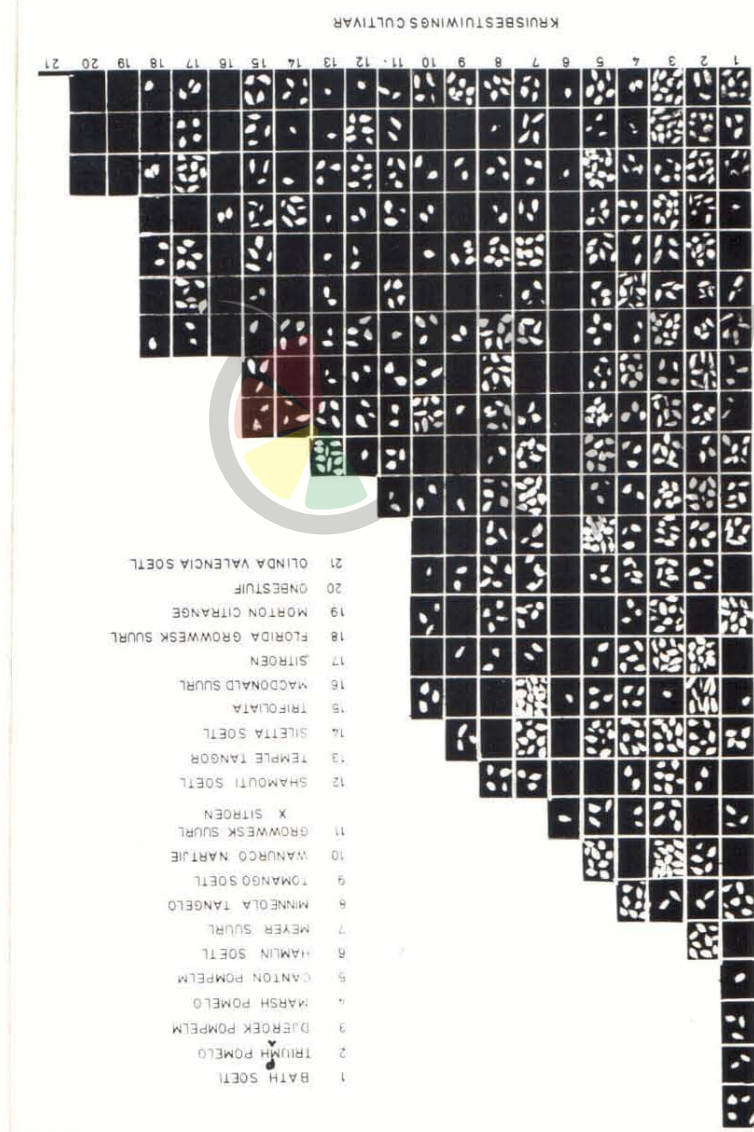
TABEL 2

Vrugset en saadinhoud van Nawel soetlemoen  
soos geïnduseer deur kruisbestuiwing met  
stuifmeel van verskillende cultivars

| Stuifmeelbron              | % Vrugset | Gemiddelde saadinhoud |        |
|----------------------------|-----------|-----------------------|--------|
|                            |           | Abortief              | Totaal |
| Bath soetlemoen            | 28,7      | 0,2                   | 3,2    |
| Canton pompelmoes          | 26,5      | 0,3                   | 5,6    |
| Djeroek pompelmoes         | 24,5      | 0,1                   | 7,0    |
| Triumph pomelo             | 23,6      | 0,2                   | 5,6    |
| Hamlin soetlemoen          | 21,7      | 0                     | 0,2    |
| Marsh pomelo               | 21,5      | 0,2                   | 4,0    |
| Meyer suurlemoen           | 19,5      | 0,1                   | 5,1    |
| Minneola tangelo           | 19,2      | 0,2                   | 3,4    |
| Tomango soetlemoen         | 19,0      | 0,1                   | 1,3    |
| Wanurco tangerien          | 16,1      | 0                     | 2,1    |
| GSS X Citroen *            | 11,5      | 0,1                   | 2,2    |
| Temple                     | 10,4      | 0,1                   | 2,7    |
| Shamouti soetlemoen        | 10,2      | 0,1                   | 2,7    |
| Siletta soetlemoen         | 9,4       | 0                     | 2,1    |
| <u>Poncirus trifoliata</u> | 9,4       | 0,6                   | 3,1    |
| Florida GSS *              | 7,4       | 0                     | 0,9    |
| Sitroen                    | 7,2       | 0,3                   | 3,9    |
| MacDonald suurlemoen       | 7,2       | 0,2                   | 0,5    |
| Geen bestuiwing            | 3,5       | 0                     | 0      |
| Morton citrange            | 3,1       | 0                     | 0      |
| Valencia soetlemoen        | 0         | -                     | -      |

\* GSS = Growweskiisuurlemoen

Die invloed van kruisbestuwing met verskillende stuifmeelbronne op die saadinhoud van Navel soetlemoen - vrugte. Elke vierkant verteenwoordig 'n enkele vrug. Die getal vrugte verteenwoordig ongeveer die persentasie vrugset in elke geval.



Groot verskille in saadinhoud was ook duidelik. Die twee pompelmoes, twee pomelo en die Meyer suurlemoen stuifmeelbronne het aanleiding gegee tot die hoogste saadinhoud. Die Djeroek pompelmoesstuifmeel het gemiddeld 7,0 sade per vrug geïnduseer.

Hamlin stuifmeel wat die vrugset van 3,5 tot 21,7 persent verhoog het, het gemiddeld slegs 0,2 sade per vrug veroorsaak. Die Tomango mag ook 'n belowende kruisbestuiwer wees aangesien kruisbestuiwing met hierdie kultivar die set verhoog het tot 19,0 persent met 'n gemiddelde saadinhoud van slegs 1,3. Die Tomango het die bykomende voordeel dat dit vrugte met 'n beter kwaliteit as dié van Hamlin produseer; 'n faktor wat van belang is wanneer 'n waardebeoordeling van verskillende kultivars as moontlike kommersiële kruisbestuiwers gedoen word.

In hierdie eksperiment is daar ook 'n betekenisvolle positiewe korrelasie ( $r = +0,64$ ) tussen saadinhoud en vrugset by die verskillende behandelings gevind (Figuur 3). Die posisie van die Hamlin behandeling op hierdie voorstelling dui op 'n moontlike geval van stimulerende partenokarpie. M.a.w. die ontkieming van Hamlin stuifmeel of stuifmeelbuisgroeï kon moontlik as stimulerende van die Navel vrugset gedien het. Die moontlikheid bestaan ook dat bevrugting plaasgevind het maar dat die saadknoppe kon aborteer het.

Moreira en Gurgel (1941) wat die verband tussen die ontkieming van stuifmeel en die saadinhoud by verskillende sitrus kultivars ondersoek het, het o.a. ook die Navel met Hamlin kruisbestuif. (In die betrokke publikasie word daar deurgaans verwys na Hamlin en dit word



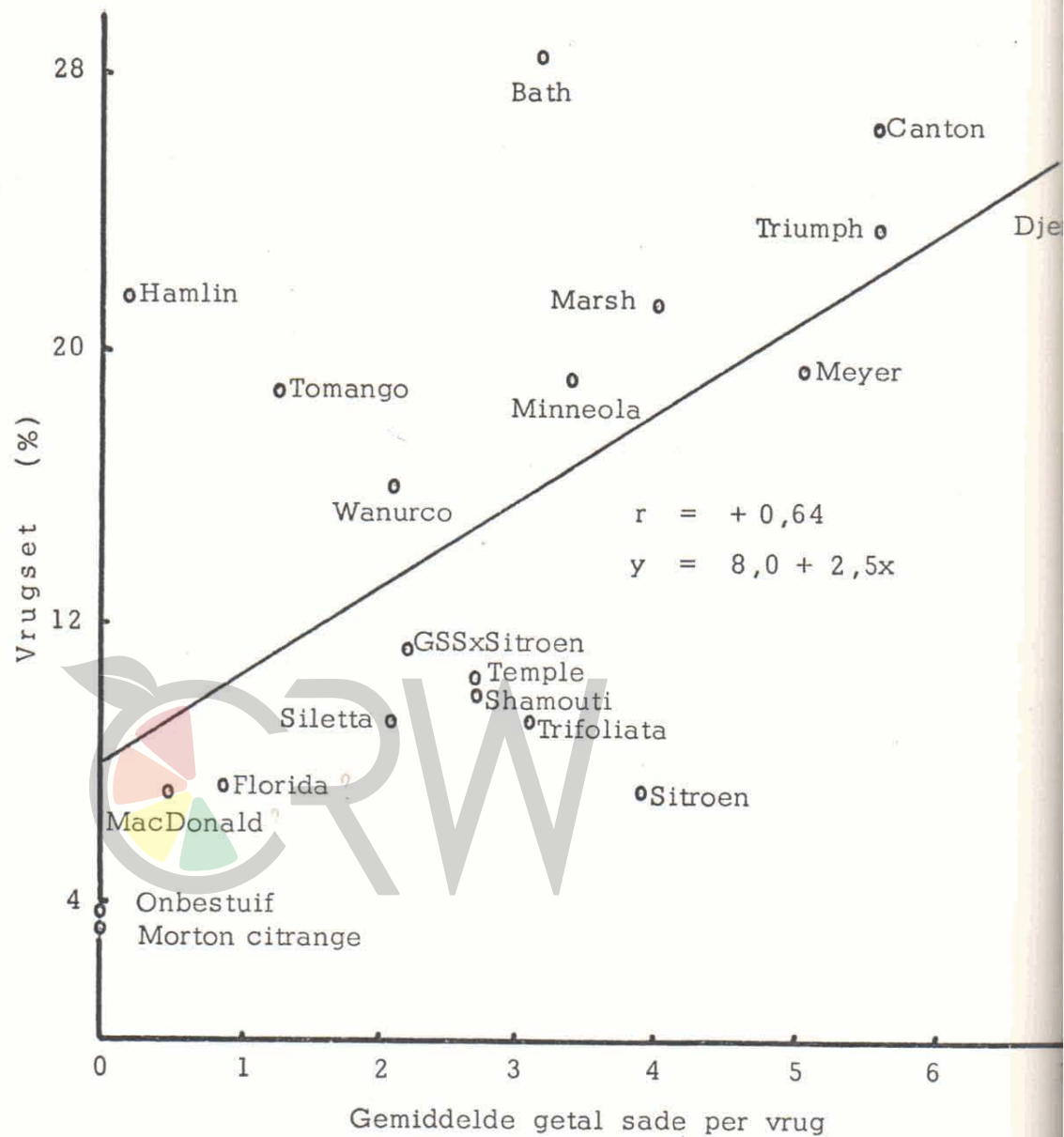


Fig. 3 Die verband tussen saadinhoud en vrugset van Nawel soetlemoen in verskillende bestuiwingsbehandelings.

aangeneem dat dit sinoniem is met Hamlin aangesien daar geen ander verwysing na 'n Hamlin cultivar gevind kon word nie.) Dit is gevind dat bestuiwing met Hamlin stuifmeel slegs 2,75 sade per Nawel vrug geïnduseer het terwyl die ooreenstemmende syfer in die geval van bestuiwing met Barao soetlemoenstuifmeel 7,0 was. Hierdie navorsers het egter nie die invloed van kruisbestuiwing op vrugset ondersoek nie.

In die huidige ondersoek het bestuiwing met sekere stuifmeelbronne nie die vrugset verhoog nie. Die rede hiervoor kon moontlik onvoldoende ontkieming van die stuifmeel of geslagtelike onverenigbaarheid gewees het. Die Morton citrange en Valencia stuifmeel word dikwels deur 'n swak ontkieming gekenmerk (Katyal, 1949; Krezdorn en Robinson, 1958) en dit was moontlik die rede vir die lae vrugset by die behandelings waarin dié twee stuifmeelbronne gebruik is.

Na aanleiding van die resultate in hierdie eksperiment, is 'n tweede proef gedoen waarin die herhaalbaarheid van die resultate t.o.v. pompelmoes, Hamlin, Tomango en Valencia kruisbestuiwing getoets is.

Volgens Tabel 3 blyk dit dat pompelmoes, Hamlin en Tomango kruisbestuiwing weereens die Nawel vrugset verhoog het. In teenstelling met die vorige eksperiment, is die vrugset ook deur kruisbestuiwing met Valencia soetlemoen verhoog.

Die saadinhoud van die Hamlin en Tomango behandelings was net soos in die vorige eksperiment, heelwat laer as dié van die pompelmoes behandeling. Die saadinhoud by al drie hierdie behandelings was egter heelwat hoër as met die vorige proef.

TABEL 3

Die invloed van vier verskillende stuifmeelbronne  
op vrugset en saadinhoud van Nawel  
soetlemoen (Mataffin, 1971/72).

| Behandeling | % Vrugset | Gemiddelde Saadinhoud |        |
|-------------|-----------|-----------------------|--------|
|             |           | Abortief              | Totaal |
| Kontrole    | 0         | -                     | -      |
| Pompelmoes  | 19,2      | 1,5                   | 12,0   |
| Valencia    | 11,8      | 2,3                   | 9,1    |
| Hamlin      | 8,4       | 1,1                   | 6,1    |
| Tomango     | 6,7       | 1,4                   | 4,5    |



Die laer vrugset van die Hamlin behandeling teenoor dié van die pompelmoes behandeling in hierdie tweede eksperiment is moontlik in ooreenstemming met die saadinhoud. Na aanleiding van hierdie resultate word die afleiding na die vorige eksperiment, nl. dat kruisbestuiwing met Hamlin stuifmeel, stimulatiewe partenokarpie induseer, bevraagteken.

#### 2.3.3.3 INVLOED VAN VERSKILLENDEN HOEEVEELHEDE STUIFMEEL PER STEMPEL OP VRUGSET

Die bestudering van die invloed van verskillende hoeveelhede stuifmeel op vrugset, is noodsaaklik ge-ag om die volgende redes:

- (a) Met die gewone hand-kruisbestuiwingsmetode vir die evaluering van verskillende stuifmeelbronne as kommersiële kruisbestuiwers, word massa hoeveelhede stuifmeel op die stempels geplaas. Aangesien relatiewe klein getalle stuifmeelkorrels moontlik behels word by natuurlike kruisbestuiwing deur heuningbye, mag eksperimentele resultate nie altyd in die praktyk toepaslik wees nie.
- (b) Waarnemings van die aksie van heuningbye op sitrusblomme het dié volgende aan die lig gebring: Wanneer 'n by 'n stuifmeelproducerende sitrusblom besoek, raak die bene en ook die liggaam van die by herhaaldelik aan die helmknoppe en stempel terwyl hy aktief besig is om stuifmeel te versamel (Plaat 2). In die geval van die manlik steriele Navel soetlemoen, word die blomme slegs vir hul nektar-inhoud besoek. In die meeste gevalle land die by op die

omgekrulde kroonblare, steek sy proboscis tussen die helmdrade deur en suig nektar op. Sodoende kan die Nawel blomme besoek word sonder dat die by naby die stempel kom. Soortgelyke waarnemings is in die geval van appels en pruime gedoen (Williams, 1971).

Dit het egter geblyk dat die bene van die heuningby en veral die agterbene en soms ook die liggaam wel aan die Nawel stempel raak (Plaat 3). Na skatting raak die heuningby een keer uit ongeveer elke vyf besoeke aan die blom aan die stempel. Dit gebeur hoofsaaklik wanneer die posisie soos aangedui op Plaat 3 ingeneem word maar ook soms in 'n laaste geskarrel bo-oor die blom voordat die by wegvlieg.

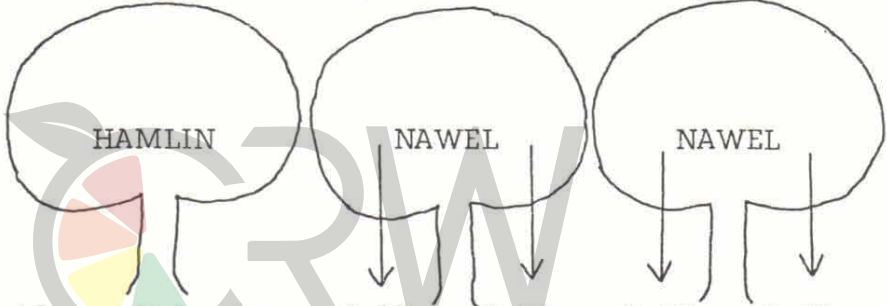
Hierdie waarnemings is belangrik indien 'n moontlike praktiese toepassing van hierdie kruisbestuifingsstudies oorweeg word aangesien dit impliseer dat die omvang van natuurlike kruisbestuifing van die Nawel beperk mag wees.

Hierdie vermoede dat natuurlike kruisbestuifing van die Nawel op 'n baie beperkte skaal plaasvind, is inderdaad bevestigig toe daar waarnemings van die saadinhoud van Nawel vrugte op die Instituut vir Sitrus en Subtropiese Vrugte te Nelspruit gedoen is. Vrugte vanaf die Nawel bome in enkel blokke was deurgaans saadloos. 'n Ry Nawel bome wat aan die een kant met pompelmoes en aan die ander kan met Poncirus trifoliata en sy kruisings begrens is, het vrugte geproduseer met 'n gemiddelde saadinhoud

van 0,81 aan die pompelmoeskant en 0,38 aan die trifoliata kant. Die persentasie vrugte met saad was respektiewelik 38 en 31 persent.

In 'n demonstrasieboord op die bg. Instituut is die saadinhoud bepaal by twee aanliggende rye Nawel bome met 'n ry Hamlin bome aanliggend teen een van die twee Nawel rye. By elk van die Nawel rye is vrugte aan die helfte van die bome wat naaste is aan die Hamlin ry en die helfte verste weg, afsonderlik gepluk.

Die volgende resultate is verkry :



|                                               |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------|------|------|------|------|
| Gemiddelde saadinhoud                         | 0,67 | 0,28 | 0,17 | 0,03 |
| % Vrugte met saad                             | 34   | 17   | 5    | 1,5  |
| Maksimum saadinhoud                           | 6    | 3    | 5    | 2    |
| Gemiddelde saadinhoud van die vrugte met saad | 2,0  | 1,6  | 3,5  | 2,0  |

Hieruit blyk dit dat daar wel 'n aansienlike mate van stuifmeeloor-draging plaasgevind het maar dat hierdie oordraging baie gelokali-séerd was.

- (c) Derdens behoort meganiese aanvullende bestuiwing as 'n moontlike kommersiële toepassing oorweeg te word. Indien dit 'n praktiese proposisie sou wees om genoegsame hoeveelhede stuifmeel te versamel en dit oor bome wat in blom is, te stuif, sal die effektiwiteit van geringe stuifmeelgetalle 'n bepalende faktor wees.



Die betrokke twee stuifmeelbronne, nl. pompelmoes en Hamlin, is gekies in hierdie proef vanweë die groot verskil in hul vermoë tot die induksie van Nawel saad.

Brown en Krezdorn (1969) het m.b.v. 'n disseksie-mikroskoop spesifieke getalle stuifmeelkorrels d.m.v. 'n disseksienaald op sitrusstempels geplaas. Dié metode is blykbaar baie effektief dog daar is besluit om nie hiervan gebruik te maak nie aangesien daar beplan is om meer as 2000 blomme te behandel en 'n vinniger metode gevolglik verkieslik sou wees.

Gevolglik is die aanwending van stuifmeelverdunnings oorweeg. Vermelding word in die literatuur gemaak van o.a. fyn gemaalde sand (Globerson, 1971), Lycopodium spore, meelblom, poeiermelk (Kremer, 1949; Vansell & Griggs, 1952) en denne-stuifmeel (Choi, Hong & Lee, 1969; Anon., 1970) as verdunningsmedia. Nadat sommige van hierdie metodes sonder sukses aangewend is, is die aluminium-oksied poeier soos reeds beskryf, in hierdie studie gebruik.

Die verdunning van sitrus-stuifmeel met aluminium-oksied poeier en die aanwending daarvan was 'n suksesvolle metode. In voorlopige toetse is kruisbestuiwings van die Nawel met 0,1 en 1,0 persent mengsels gedoen. Daar is mikrotroom snitte gemaak van die behandelde Nawel stempels wat twee dae na die aanwending versamel is en die getal stuifmeelkorrels per stempel is bepaal. Daar is gemiddeld 5 en 53 stuifmeelkorrels in die twee behandelings respektiewelik gevind wat toon dat daar wel ongeveer 'n 10-voudige verskil in die aantal stuifmeelkorrels per stempel bewerkstellig is.

Sitrusstuifmeel is baie klewerig en daar is aanvanklik vermoed dat dit moeilik sou wees om 'n egalige verspreiding van die stuifmeelkorrels deur die verdunningsmedium te hê. Van die mengsels is op agar gestrooi en ge-inkubeer. Deurgaans is die stuifmeelkorrels egalig verspreid tussen die aluminium-oksied partikels op die agar-opervlakte gevind (Plaat 4). Die verdunningsmedium het ook geen invloed op die ontkieming van die stuifmeel uitgeoefen nie.

Die in vitro ontkiemingsvermoë van die pompelmoes- en Hamlin stuifmeel wat in hierdie eksperiment gebruik is, was respektiewelik 88 en 35 persent.

Die resultate wat in die proef verkry is, word in Tabel 4 aangebied en in Figuur 4 semi-logaritmies voorgestel. Net soos in alle voorafgaande eksperimente is dit gevind dat pompelmoeskruisbestuiwing die vrugset verhoog het. Selfs by die „25 stuifmeelkorrel“ peil is die vrugset drasties gestimuleer. Kruisbestuiwing met Hamlin stuifmeel het ook die Nawel vrugset verhoog dog nie so prominent soos in die geval van kruisbestuiwing met pompelmoesstuifmeel nie.

Statistiese ontleding van die resultate word egter bemoeilik deur die gereelde voorkoms van nul-waardes in sekere behandelings. In sodanige gevalle is daar nie homogene variansie nie en is die beskikbare statistiese metodes nie betroubaar nie. Dit skyn dus aangewese om die resultate met 'n versigtige subjektiewe benadering te beskou.

Bestuiwing met ongeveer vyf pompelmoes stuifmeelkorrels het aanleiding gegee tot 'n gemiddelde saadinhoud van 2,0 sade per vrug.

TABEL 4

Die invloed van kruisbestuiwing met verskillende hoeveelhede  
van pompelmoes - en Hamlin stuifmeel op  
vrugset en saadinhoud van Nawel soetlemoen

| Behandeling                       |         | Benaderde<br>getal<br>stuifmeel-<br>korrels | %<br>Vrugset | Gemiddelde<br>saadinhoud<br>per vrug |
|-----------------------------------|---------|---------------------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| Kontrole (100% Aluminium -oksied) |         | 0                                           | 0,6          | 0                                    |
| Pompelmoes -<br>stuifmeel         | 0,1%    | 5                                           | 2,3          | 2,0                                  |
|                                   | 0,5%    | 25                                          | 12,2         | 5,7                                  |
|                                   | 2,5%    | 125                                         | 17,9         | 9,5                                  |
|                                   | 12,5%   | 625                                         | 15,1         | 11,1                                 |
|                                   | 100%    | 5000                                        | 21,7         | 8,0                                  |
|                                   | Oormaat | Oormaat                                     | 16,7         | 10,8                                 |
| Hamlin<br>stuifmeel               | 0,1%    | 5                                           | 0,6          | 0                                    |
|                                   | 0,5%    | 25                                          | 1,7          | 0                                    |
|                                   | 2,5%    | 125                                         | 2,8          | 0                                    |
|                                   | 12,5%   | 625                                         | 3,3          | 4,0                                  |
|                                   | 100%    | 5000                                        | 6,7          | 3,8                                  |
|                                   | Oormaat | Oormaat                                     | 13,6         | 6,7                                  |

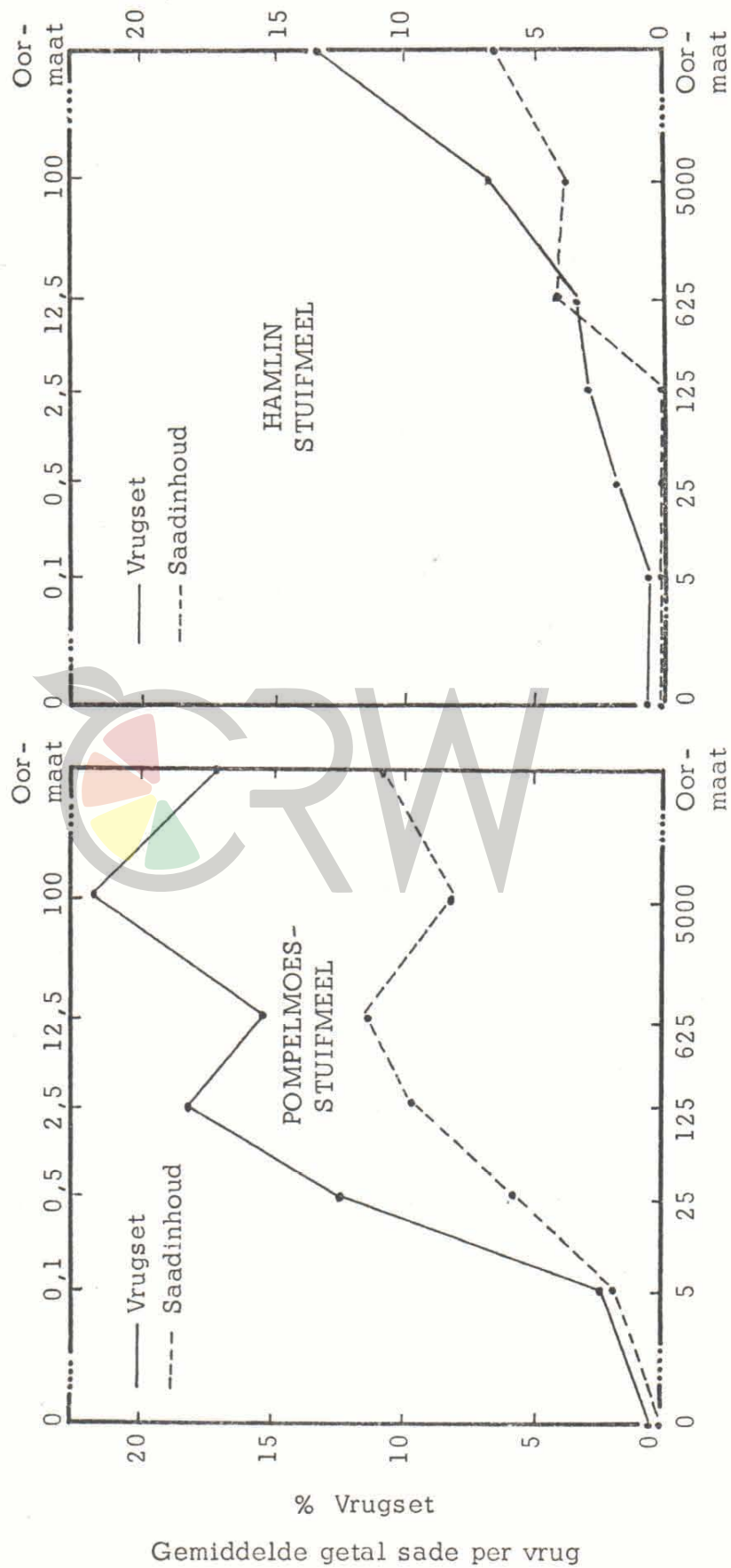




PLAAT 4.

Die ontkieming van pompelmoesstuifmeel op 'n medium van 0,5 persent agar en 20 persent sukrose. Die verspreide partikels is aluminium-oksied korrels. Hierdie poeier is as 'n verdunningsmedium vir die stuifmeel aangewend in 'n eksperiment waarin die invloed van verskillende hoeveelhede stuifmeel op Nawel vrugset bepaal is.

% Stuifmeel in poeiermengsel (w/w)



Benaderde getal stuifmeelkorrels per stempel

Fig. 4 Die invloed van kruisbestuiving met verskillende hoeveelhede van pompelmoes- en Hamlin stuifmeel op vrugsset en saadinhoud van Nawel soetlemoen.

Dit is nie bekend of die 2,3 persent vrugset by hierdie peil van pompelmoeskruisbestuiwing 'n verhoging van die vrugset vanaf die 0,6 persent van die kontrole, verteenwoordig nie. Dit wil voorkom of Nawel saadinhoud en vrugset alreeds 'n versadigingspunt iewers tussen die 25 en 125 peile van stuifmeelkorrels bereik het.

In die geval van bestuiwing met ongeveer vyf Hamlin stuifmeelkorrels was die vrugset identies aan dié van die kontrole terwyl die persentasie vrugset met toenemende hoeveelhede Hamlin stuifmeel 1,7, 2,8, 3,3, 6,7 en 13,6 was. Dit is interessant dat die saadinhoud by die 5,25 en 125 peile van Hamlin stuifmeelkorrels almal nul was. Van al die vrugte wat ge-oos is in die geval van die Hamlin behandelings was 28 persent saadloos terwyl die ooreenstemmende syfer in die geval van kruisbestuiwing met pompelmoesstuifmeel slegs 0,7 was.

In 'n reeds bespreekte proef is die afleiding gemaak dat Hamlin kruisbestuiwing moontlik stimulatiewe partenokarpie induseer. In die daaropvolgende eksperiment is daar egter 'n vraagteken oor die korrektheid van hierdie stelling geplaas. Volgens hierdie „stuifmeel hoeveelheid” eksperiment was die eersgenoemde aanname moontlik tog wel korrek. By 'n algehele gebrek aan inligting omtrent faktore wat betrokke is in die induksie van die veronderstelde stimulatiewe partenokarpie, is dit wenslik om hierdie resultate met groot omsigtigheid te benader en die saak verder te ondersoek.

Volgens Brown en Krezdorn (1969) word die vrugset van Orlando en Robinson tangelo's tot op 'n sekere maksimum peil deur toenemende getalle Temple stuifmeelkorrels verhoog. Verdere verhoging



van die stuifmeel-hoeveelheid dien nie as 'n bykomende stimulering van die vrugset nie dog verhoog wel steeds die saadinhoud en veroorsaak 'n „luxury number of seeds". Die vroeë afplatting van die kromme vir die saadinhoud in die geval van pompelmoeskruisbestuiwing in die huidige ondersoek, is moontlik te wyte aan die Nawel se relatiewe beperkte vermoë tot saadvorming vergeleke met dié van die Orlando en Robinson tangelo's.

Die maksimum vrugset in die laasgenoemde Orlando en Robinson kruisbestuiwing is met onderskeidelik 50 en 40 Temple stuifmeelkorrels verkry.

2.3.3.4

#### INVLOED VAN SAADINHOUD OP VRUGKWALITEIT

2.3.3.4.1

##### SAADINHOUD

In die voorafgaande besprekings is die invloed van kruisbestuiwing op saadinhoud van die Nawel soetlemoen reeds gedeeltelik bespreek.

Saadloosheid in kommersiële verbouing is een van die uitstaande kwaliteitseienskappe van Nawel soetlemoen. Gevolglik sal die induksie van saad 'n ernstige beswaar wees teen kruisbestuiwing as 'n moontlike praktyk om Nawel vrugset te verhoog indien 'n hoë saadinhoud ge-induseer sou word. Op oorsese markte bestaan daar 'n groot vooroordeel teen 'n hoë saadinhoud in sitrusvrugte. Hierdie feit het daartoe aanleiding gegee dat die uitvoer van die middelseisoense soetlemoen cultivars met 'n relatiewe hoë saadinhoud in Suid-Afrika verbied is.

Hierdie mark-vooroordeel bied 'n groot probleem in enige sitrusnavorsing wat vrugsetverhoging deur kruisbestuiwing ten doel het. By baie vrugtesoorte met bestuiwingsprobleme lewer die saadinhoud ná die voorsiening van kruisbestuiwing egter geen bemarkingsprobleme op nie. Die relatiewe harde endokarp is byvoorbeeld nog steeds aanwesig in die appelvrug in die geval van partenokarpiese vrugsetting en die enkele saad van byvoorbeeld kersies en pruime lewer geen probleme op nie.

Volgens resultate in die Malelane 1970/71 eksperiment het Hamlin en Tomango stuifmeel gemiddeldes van slegs respektiewelik 0,2 en 1,3 sade per vrug tot gevolg gehad terwyl die vrugset drasties verhoog is. In 'n daaropvolgende eksperiment het hierdie twee stuifmeelbronne egter 'n hoër saadinhoud tot gevolg gehad (respektiewelik 6,1 en 4,5 sade per vrug). Hierdie saadinhoud was egter nog heelwat laer as in die geval van kruisbestuiwing met pompelmoesstuifmeel in dieselfde eksperiment (12,0 sade per vrug).

#### 2.3.3.4.2 VRUGGROOTTE

In die hieropvolgende hoofstuk word die invloed van kruisbestuiwing en saadinhoud op vruggrootte bespreek.

Alhoewel daar in alle gevalle 'n positiewe verband tussen saadinhoud en vruggrootte gevind is, was die gemiddelde grootte van die Nawel vrugte vanaf kruisbestuifde blomme nie groter as die kontrole vrugte nie. Hierdie verskynsel is teweeggebring deurdat Nawel vrugte met min saad gemiddeld kleiner was as kontrole vrugte.

Vruggroei sal moontlik nie soveel deur 'n hoër saadinhoud gestimuleer word wanneer groot getalle blomme op 'n boom kruisbestuif sal word nie. Die hoër opbrengs a.g.v. sodanige kruisbestuiwing sal 'n groter onderlinge kompetisie tussen die vrugte in die hand werk en moontlik kleiner vrugte tot gevolg hê.

#### 2.3.3.4.3 TOTALE TITREERBARE SUUR

In die Malelane 1969/70 eksperiment het kruisbestuiwing 'n duidelik waarneembare invloed op die suurinhoud van Nawel vrugsap uitgeoefen. In die Malelane 1970/71 eksperiment kon daar egter geen derglike effek aangetoon word nie. Hierdie verskil tussen die twee seisoene kan moontlik daaraan toegeskryf word dat die suurinhoud van Nawel vrugte in die Malelane-gebied reeds met die aanvang van die 1971 plukseisoen al besonder laag was.

In eersgenoemde eksperiment was die suurinhoud van die vrugte vanaf kruisbestuifde blomme 23 persent hoër as dié van kontrole vrugte. 'n Positiewe korrelasie ( $r = + 0,85$ ) is tussen saadinhoud van die vrugte en suurinhoud van die vrugsap gevind (Figuur 5a). Hierdie korrelasie weerspreek oënskynlik die positiewe verband tussen saadinhoud en vruggrootte (Cameron, Cole & Nauer, 1960) in die lig van die negatiewe verwantskap wat deur Harding en Lewis (1941) tussen vruggrootte en suurinhoud gevind is. Die laasgenoemde negatiewe korrelasie is egter ook vir vrugte in hierdie ondersoek gevind toe vrugte met ongeveer dieselfde saadinhoud nl. 6 en 7 sade per vrug (Figuur 6) sowel as kontrole Nawel vrugte aan statistiese ontleding onderwerp is.



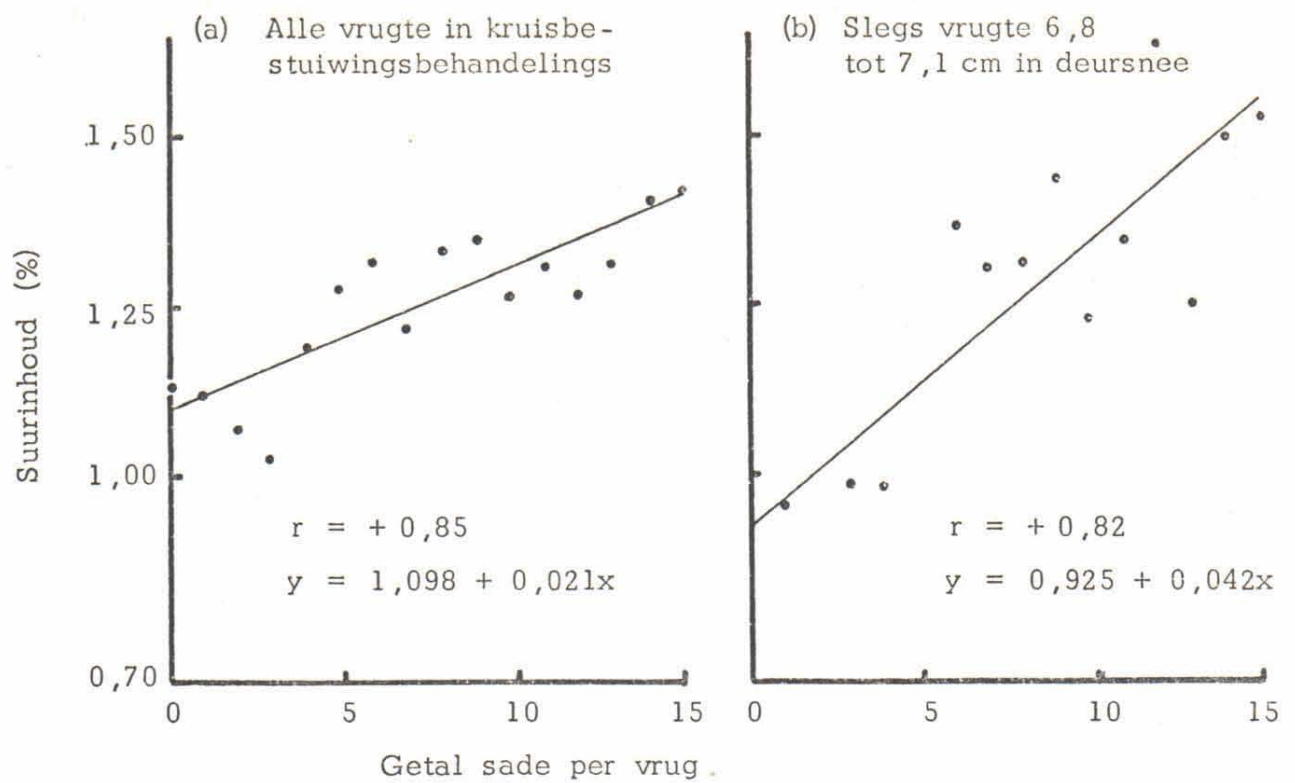


Fig. 5 Die invloed van saadinhoud op suurinhoud van Navel vrugte

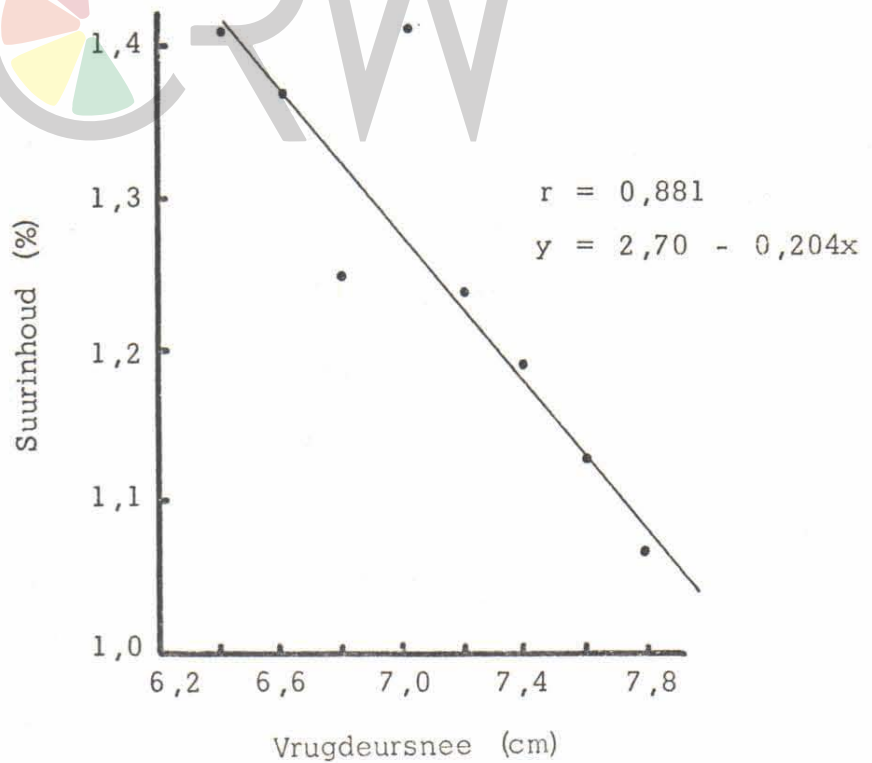


Fig. 6 Invloed van vruggroottes op suurinhoud van Navel vrugte (slegs vrugte met 6 of 7 sade)

Na aanleiding van hierdie resultate is die data vir vrugte met ongeveer dieselfde grootte (6,8 tot 7,1 cm deursnit) ontleed. Dit is gevind dat die saadinhoud selfs 'n groter invloed op suurinhoud uitgeoefen het (Figuur 5b) as toe die vruggrootte-faktor nie in aanmerking geneem is nie (Figuur 5a).

Die vraag ontstaan of die algemene lae suurinhoud van die Nawel soetlemoen en die hoër suurinhoud van die Valencia en veral van die soetlemoen saailingsoorte nie moontlik verband hou met hierdie korrelasie tussen saad- en suurinhoud nie en óf dit meer 'n genetiese eienskap van die cultivar as sodanig is en niks te make het met die saadinhoud nie.

Dit is nie bekend of die sade 'n direkte invloed op die suurinhoud uitgeoefen het nie en of dit moontlik 'n sekondêre invloed mag wees wat die algemene ryppwordingsproses vertraag.

Tot welke mate grootskaalse kruisbestuiwing van 'n Nawel boom die suurinhoud van die vrugte sal verhoog, is onbekend. Indien so 'n invloed uitgeoefen sou word, sal dit eerder 'n voordeel as 'n nadeel wees. Vrugsap van die Nawel het in sommige jare 'n baie lae suurinhoud. Hierdie verskynsel word veral in die noordelike sitrus-produiserende streke van Suid-Afrika gevind. Die lawwe smaak van derglike vrugte het regulasies genoodsaak waarvolgens die uitvoer van vrugte met 'n laer suurinhoud as 0,6 persent suur verbied is.

#### 2.3.3.4.4 TOTALE OPLOSBAAR VASTE STOWWE

Saadinhoud het slegs in die Malelane 1970/71 eksperiment 'n invloed op die totale oplosbare vaste stowwe uitgeoefen.

'n Negatiewe verband ( $r = -0,90$ ) is aange-  
toon tussen saadinhoud en totale oplosbare vaste stowwe (Figuur 7).  
Hierdie negatiewe korrelasie hou moontlik verband met die negatiewe  
verwantskap tussen vrugsgrootte en vaste stowwe (Harding & Lewis, 1941;  
Harding & Sunday, 1964; Kefford & Chandler, 1970) na aanleiding van  
die positiewe korrelasie tussen vrugsgrootte en saadinhoud.





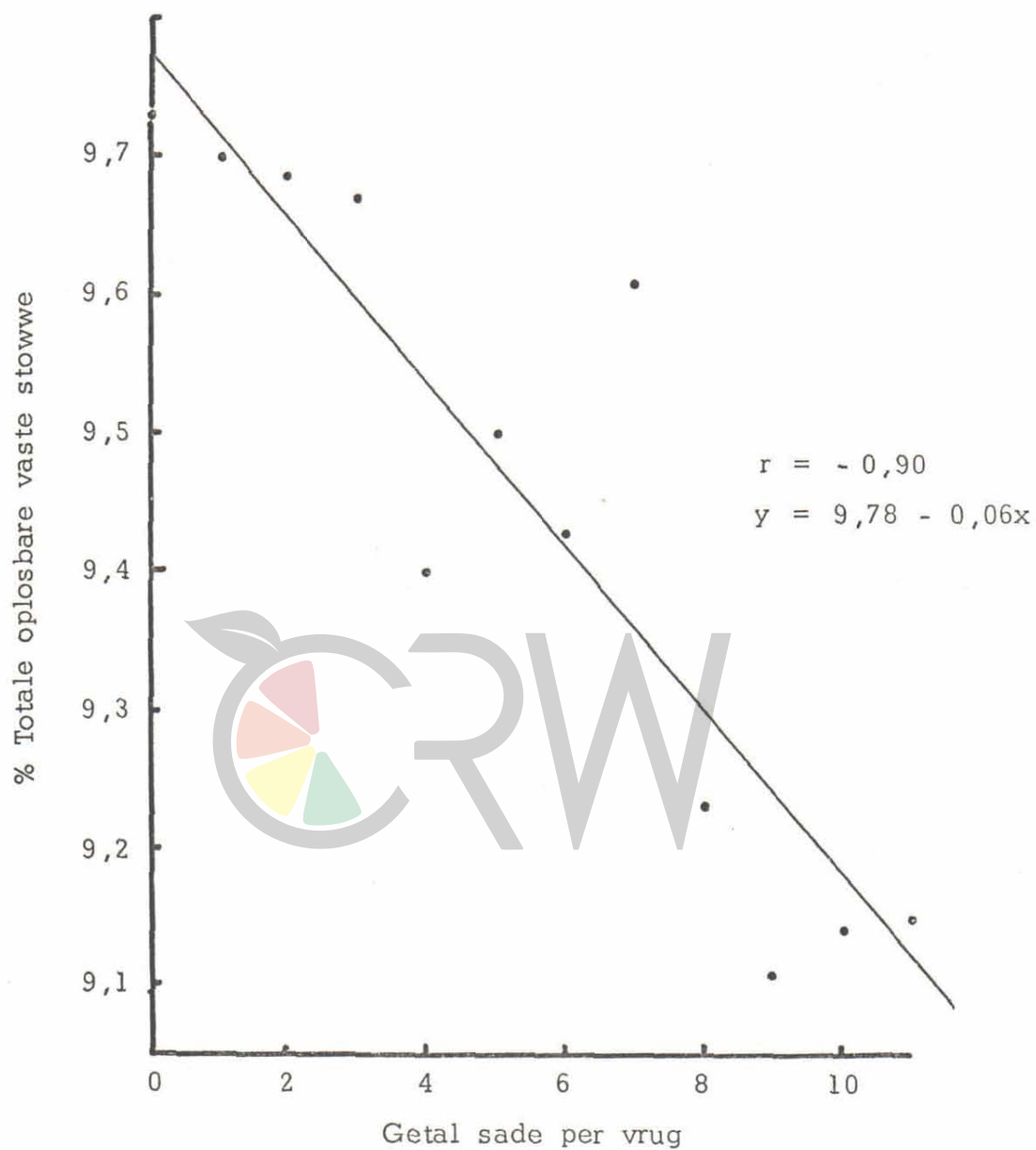


Fig. 7 Die verband tussen die saadinhoud van Navel vrugte en die persentasie totale oplosbare vaste stowwe in die vrugsap (Malelane 1970/71 seisoen).

## 2.4 MINNEOLA TANGELO

### 2.4.1 INLEIDING

Die vroegste kunsmatige sitrusteling is aan die einde van die vorige eeu in die V.S.A. deur Swingle en Webber uitgevoer (Cameron & Frost, 1967). Kommersieel-belangrike cultivars wat deur teling in hierdie vroeë stadium tot stand gekom het, was o.a. die Rusk en Morton citranges [C. sinensis (L.) Osbeck x P. trifoliata (L.) Raf.] wat van belang ge-ag word as onderstamme asook die Thornton en Sampson tangelo's [C. paradisi Macf. x C. sinensis (L.) Osbeck], wat op 'n beperkte skaal in Florida aangeplant is.

Na aanleiding van die redelik goeie vrugkwaliteit van hierdie twee tangelo cultivars is verskeie bykomende tangelo kruisings gemaak. Twee van die belangrikste van hierdie kruisings is die Minneola en Orlando cultivars. Beide dié cultivars is kruisings wat verkry is deur kruisbestuiving van Duncan pomelo met stuifmeel van Dancy tangerien.

Die Minneola is in 1931 deur die Landbou Departement van die V.S.A. vrygestel (Hodgson, 1967). Weens sy goeie vrugkwaliteit is kommersiële aanplantings in die V.S.A. en op 'n beperkte skaal ook in ander sitrus-produserende lande gemaak. Die Minneola vrug het 'n baie aantreklike diep rooi-oranje uitwendige skilkleur. Die vrugvleis het 'n kenmerkende en aangename geur, is sappig en het sagte vesel.

In kommersiële aanplantings het die Minneola 'n lae saadinhoud. Hierdie eienskap het egter aanleiding gegee tot swak oeste. In die

vyftigerjare het Lynch en Mustard (1955) aandag aan hierdie probleem geskenk. Dit was bekend dat stuifmeelbuisse in die geval van selfbestuiwing van die Minneola nie vinnig genoeg in die style groei om bevrugting en die daarmee gepaardgaande stimulerings van die vrugset te bewerkstellig nie. Na aanleiding van die waarneming dat <sup>boon</sup> boor in 'n suikermiddel die ontkieming van stuifmeel sowel as stuifmeelbuis-groei in vitro stimuleer, is verdunde boor-oplossings op die bome gespruit in 'n poging om vrugsetting te verhoog. Hierdie metode was egter nie suksesvol nie.

In 1956 is dit vermeld (Mustard, Lynch & Nelson) dat Minneola vrugset deur hand-kruisbestuiwing verhoog kan word, en is dit aanbeveel dat vrugset verhoog moet word deur die voorsiening van kruisbestuiwing in boorde.

Die Minneola tangelo word in Suid-Afrika slegs op 'n baie beperkte skaal verbou. 'n Boord van ongeveer 400 bome naby Nelspruit is onder waarneming geplaas en dit is gevind dat hierdie bome swak produseer.

Vanweë die gewildheid van hierdie kultivar is daar besluit om die bestuiwingsbehoefte van die Minneola onder Suid-Afrikaanse toestande te bepaal. Daar is bykomstiglik 'n studie van die vruggroei gemaak soos dit deur die saadinhoud beïnvloed is.



2.4.2 PROSEDURE

Daar is gebruik gemaak van 'n tien jaar-oue Minneola tangeloboord te Friedenheim naby Nelspruit. 'n Totaal van 18 behandelings is in die lente van 1971 toegepas. Die 18 behandelings is vier keer herhaal. Elk van die 72 persele het bestaan uit 40 blomme op 'n enkele boom.

Die volgende behandelings is toegepas :

1. Geen bestuiwing - blomme is ge-emaskuleer en die blomblare is verwyder.
2. Oop bestuiwing - blomme is nie ge-emaskuleer en die blomblare is nie verwyder nie. Die blomme was gevolglik onderhewig aan natuurlike bestuiwing.
3. Selfbestuiwing van blomme tydens antese.
4. Selfbestuiwing van blomknoppe ongeveer vier tot twee dae voor antese.

Kruisbestuiwings

*Is dit gedoen - soos rouwee?  
Kruisbestuiwing?*

- |                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| 5. Pompelmoes       | 12. Tomango soetlemoen        |
| 6. Olinda Valencia  | 13. Temple —                  |
| 7. Marsh pomelo     | 14. Hamlin soetlemoen         |
| 8. Ortanique tangor | 15. Clementine — <i>naaij</i> |
| 9. Murcott —        | 16. Wilking —                 |
| 10. Orlando tangelo | 17. Ellendale —               |
| 11. Novelty         | 18. Lee tangelo               |

Met die uitsondering van Behandeling 4, is daar deurgaans gebruik gemaak van blomme wat na ongeveer een dag antese sou bereik het. Blomme in hierdie stadium maar waarvan die helmknoppe alreeds oopgespring was, is nie gebruik nie.

Behalwe in die geval van Behandeling 2 is die blomblare en helmknoppe van die blomme verwyder.

Weeklikse waarnemings t.o.v. vrugset en vruggroei is gedurende die eerste agt weke na behandeling gemaak en daarna ongeveer twee-weekliks. Die waarnemings is deurgaans vir elke vrug afsonderlik aangeteken met die gevolg dat die groeikromme van elke afsonderlike vrug bekend was.

Die vrugte is 133 dae na behandeling ge-oes en die saadinhoud van elke vrug is bepaal. Sewe-en-tagtig dae na behandeling het 'n haelbui ongeveer 25 persent van die eksperimentele vrugte afgeslaan. Vanweë die saadloosheid van die vrugte in die boord wat nie in die proef ingesluit was nie, was dit moontlik om meeste van die afgeslaande vrugte te vind en die saadinhoud daarvan te bepaal. Die vruggrootte van elke individuele vrug was bekend en dit sowel as die manier van afbreek van die takkie of vrugsteel, het as kontrolering gedien dat die regte vrugte gekies is. In die geval van behandelings 1, 2, 3 en 10 waar saadlose vrugte vermoed is, is geen vrugte herwin nie aangesien daar 'n moontlikheid van foutering sou wees.

*Has is ung-groei gewes?*

*} 7*

### 2.4.3 BESPREKING VAN RESULTATE

In Tabel 5 word die invloed van die verskillende behandelings op die vrugset en saadinhoud van Minneola tangelo weergegee.

Daar was te veel nul-waardes in die geval van die volgende behandelings en a.g.v. die afwesigheid van homogene variansie is hul data nie aan statistiese ontleding onderwerp nie:

|         |                              |
|---------|------------------------------|
| Beh. 1  | Geen bestuiwing              |
| Beh. 2  | Oop bestuiwing               |
| Beh. 3  | Selfbestuiwing tydens antese |
| Beh. 10 | Orlando kruisbestuiwing      |

Daar was in wese egter geen verskil in die behandeling wat toegepas is in die gevalle van Behandelings 1 en 2 nie. Blomvorming in die betrokke Minneola boord was heelwat later as in die aanliggende Shamouti soetlemoenboord en daar was <sup>dui</sup> geen oorvleueling tussen hulle blomperiodes nie. Nie 'n enkele saad is gevind in 'n groot getal vrugte wat nie in die eksperiment ingesluit was nie.

Saadvorming in die geval waar die blomknoppe in 'n relatiewe vroeë stadium selfbestuif was, is in ooreenstemming met resultate wat by die selfonverenigbare Orlando tangelo gevind is (Carlos, 1968). Hierdie aspek word verder behandel in die bespreking van stuifmeelbuis-groei in Hoofstuk 4.

Minneola stuifmeel wat in die proef gebruik is, het 'n ontkiemingspersentasie van ongeveer 50 persent op agar vertoon. Dít, sowel as die feit dat knopbestuiwing aanleiding gegee het tot saadvorming, dui verder



TABEL 5

Die invloed van verskillende bestuiwingsbehandelings op die  
vrugset en saadinhoud van Minneola tangelo

| Behandelings              |                  | % Vrug-<br>set | Saadinhoud per vrug |      |       |
|---------------------------|------------------|----------------|---------------------|------|-------|
|                           |                  |                | Gem.                | Min. | Maks. |
| 1 Geen bestuiwing         |                  | 1,9            | 0                   | -    | -     |
| 2 Oop bestuiwing          |                  | 0              | -                   | -    | -     |
| Selfbe-<br>stuiwing       | 3 Tydens antese  | 0              | -                   | -    | -     |
|                           | 4 In knopstadium | 15,9           | 18,1                | 5    | 40    |
| Kruis-<br>be-<br>stuiwing | 5 Orlando        | 0,6            | 0                   | -    | -     |
|                           | 6 Marsh pomelo   | 9,0            | 17,6                | 7    | 29    |
|                           | 7 Tomango        | 12,8           | 26,1                | 13   | 40    |
|                           | 8 Valencia       | 24,9           | 28,1                | 11   | 47    |
|                           | 9 Pompelmoes     | 32,5           | 32,6                | 2    | 47    |
|                           | 10 Lee           | 32,6           | 30,6                | 4    | 45    |
|                           | 11 Ortanique     | 38,4           | 27,6                | 4    | 39    |
|                           | 12 Temple        | 41,3           | 28,4                | 1    | 47    |
|                           | 13 Clementine    | 42,3           | 33,5                | 10   | 37    |
|                           | 14 Murcott       | 43,6           | 35,3                | 10   | 46    |
|                           | 15 Wilking       | 42,8           | 37,2                | 26   | 55    |
|                           | 16 Hamlin        | 45,1           | 27,9                | 5    | 43    |
|                           | 17 Novelty       | 46,5           | 32,2                | 7    | 49    |
|                           | 18 Ellendale     | 50,8           | 34,2                | 20   | 45    |

KBV (1%) = 27,8%  
(5%) = 20,7%

Behandelings 1, 2, 3 en 5 is  
nie in variansie-analise inge-  
sluit nie.

daarop dat die rede vir die lae vrugset met selfbestuiwing, onverenigbaarheid tydens antese was en dat daar geen foutiewe funksionering van Minneola stuifmeel was nie.

Kruisbestuiwing met Marsh pomelo stuifmeel het blykbaar wel die vrugset verhoog (9,0 persent) dog hierdie behandelingsgemiddelde was statisties laer as dié van verskeie ander behandelings. Hierdie bevinding is interessant aangesien die pomelo een van die ouers van die Minneola tangelo is en die Minneola dus een van sy onverenigbaarheidsallele ( $S_X$ ) van die Duncan pomelo moes ge-erf het. Dit moet egter in gedagte gehou word dat die Duncan pomelo geneties van die Marsh mag verskil t.o.v. onverenigbaarheid.

Aangesien die pomelo egter geslagtelik self-verenigbaar is, het dié cultivar waarskynlik 'n dominante selfverenigbaarheidsalleel ( $S_F$ ) en is genotipies dus  $S_F S_X$  (Soost, 1965a en 1969). Die pomelo behoort vanweë hierdie  $S_F$  alleel Minneola saadknoppe te bevrug. Die helfte van die pomelostuifmeel is egter  $S_X$  en sal nie in staat wees tot bevrugting van Minneola saadknoppe nie aangesien die Minneola ook die betrokke  $S_X$  faktor bevat en volgens die „oppositional-factor" hipotese (Crane en Lawrence, 1938) die groei van die  $S_X$ -stuifmeelbuis behoort te inhibeer.

Die relatiewe lae vrugset in die pomelo behandeling van hierdie eksperiment, kan moontlik verklaar word deur die gesamentlike effek van hierdie veronderstelde remming van die helfte van al die pomelostuifmeelbuis in die Minneola blomstyle tesame met die baie lae ontkieming van die Marsh pomelostuifmeel. Die in vitro ontkieming van die Marsh pomelostuifmeel in die betrokke eksperiment was ongeveer vier persent. Krezdorn

en Robinson (1958) het 'n ontkiemingspersentasie van nul vir die Marsh pomelo vermeld. Volgens Soost (1965 a) is die pomelo waarskynlik 'n pompelmoes-kruising. Verskeie pompelmoes seleksies is geslagtelik onverenigbaar gevind (Soost, 1964) en die pomelo kon gevolglik sy onverenigbaarheidsalleel uit hierdie bron ontvang het.

In hierdie eksperiment was die persentasie vrugset van die pompelmoes behandeling betreklik hoog, nl. 32,5 en die gemiddelde saadinhoud was 32,6. Die ontkieming van die pompelmoesstuifmeel was egter besonder hoog (ongeveer 90 persent) en die veronderstelde invloed van die  $S_x$  alleel soos in die geval van die pomelo behandeling, kon geen invloed by pompelmoes kruisbestuiwing uitgeoefen het nie.

Meeste van die kruisbestuiwingsbehandelings het die vrugset sowel as die saadinhoud van die Minneola drasties verhoog (Tabel 5). Kruisbestuiwing met Ellendale mandarynstuifmeel het die hoë vrugsettingspersentasie van 50,8 tot gevolg gehad met 'n gemiddelde saadinhoud van 34,2.

Die kruisonverenigbaarheid met Orlando tangelo is in ooreenstemming met oorsese bevindings. Die Minneola en Orlando is albei Duncan pomelo X Dancy tangerien kruisings. Hierdie twee tangelo's is albei selfonverenigbaar en moes dus van elk van die twee ouers 'n  $S_x$  alleel ontvang het. Aangesien die twee ouers selfverenigbaar is, moes elkeen van hulle dus ook 'n  $S_F$  alleel besit het. Volgens hierdie redenering (Soost, 1969) sal slegs een genotipe moontlik wees by die Minneola, Orlando en enige selfonverenigbare Duncan pomelo X Dancy tangerien kruising :





Volgens Hodgson (1967) word Dancy, Clementine en Kinnow aanbeveel as kruisbestuiwers vir die Minneola. In die huidige ondersoek het die Clementine mandaryn die Minneola vrugset drasties verhoog (42,3 persent).

Die bevinding dat kruisbestuiwing met Ortanique en Ellendale stuifmeel die Minneola vrugset drasties verhoog, kan van groot praktiese belang wees aangesien Ortanique en Ellendale albei belowende losskil cultivars is.

Volgens Tabel 5 blyk dit dat die laer vrugset by die Tomango, Marsh pomelo en Valencia behandelings gepaard gegaan het met 'n effens laer saadinhoud as by die beste behandelings. Die saadinhoud was egter deurgaans hoog. Die hoogste maksimum saadinhoud, nl. 55, is in die geval van Wilking kruisbestuiwing gevind. Hierdie behandeling het ook beide die hoogste gemiddelde en die hoogste minimum saadinhoud tot gevolg gehad.

In Figuur 8 word die frekwensie-verspreiding van die Minneola saadinhoud aangetoon soos dit geïnduseer is deur bestuiwingsbehandelings wat 'n hoër vrugset as 30 persent tot gevolg gehad het.

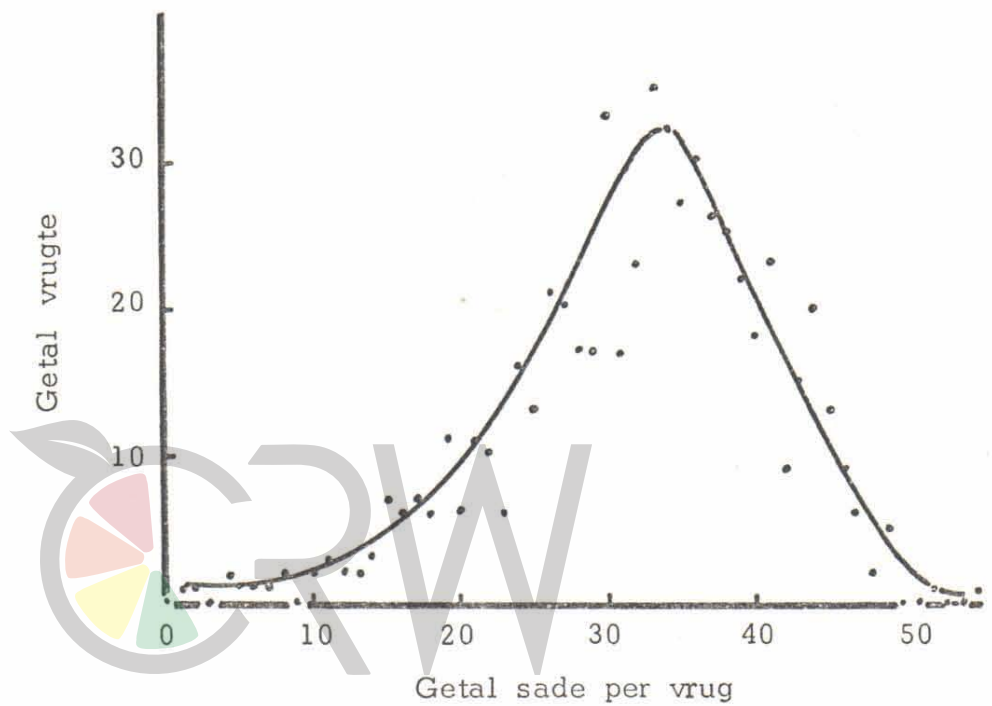


Fig. 8 Die frekwensieverspreiding van saadinhoud van Minneola vrugte in die bestuiwings-behandelings wat 'n hoër vrugset as 30 persent tot gevolg gehad het.

## 2.5 ORTANIQUE TANGOR

### 2.5.1 INLEIDING

Ortanique, afgelei van orange-tangerine-unique, is 'n natuurlike soetlemoen x tangerien kruising wat vroeg in die huidige eeu in Jamaika ontdek is (Blasquez, 1967).

Alhoewel daar reeds vroeg op Jamaikaanse markte 'n groot aanvraag na vrugte van hierdie cultivar was, is grootskaalse aanplantings eers relatief onlangs gemaak nadat besendings van Ortanique vrugte gunstig op Kanadese en Britse markte ontvang is (Hodgson, 1967).

Na raming was daar in 1967 reeds 2 500 tot 2 800 acre in Jamaika onder Ortanique verbouing. Kleinskaalse aanplantings van die Ortanique is ook op ander Karibbiese eilande gemaak. Ortaniques wat op 'n eksperimentele basis in Florida aangeplant is, het egter teleurstellend geprester (Blasquez, 1967).

Ortanique produseer 'n groterige plat mandarynagtige vrug. Die volwasse vrug het 'n ferm en dun skil en is relatief maklik skilbaar. Die skil het 'n diep geel-oranje kleur. Die vrug is sappig met relatief min vesel en het 'n kenmerkende en aangename geur.

Optimale Ortanique vrugkwaliteit in Jamaika word bereik deur die bome op pompelmoes onderstam voort te plant. Die Bitter Seville as onderstam lewer ook goeie resultate dog die growweskijsuurlemoen onderstam gee aanleiding tot baie swak vrugkwaliteit (Blasquez, 1967).



*onderdon?*

'n Ortanique boord van ongeveer 400 bome met Troyer citrange as onderstam kom in Swaziland voor. Dié bome is besonder groeikragtig en produseer vrugte van goeie kwaliteit. Hierdie boord in Swaziland, wat sover bekend, die enigste kommersiële Ortanique aanplanting in Suidelike Afrika is, produseer egter baie swak. Vrugsettingsprobleme by Ortanique kom ook in Jamaika voor, dog sover bekend, bestaan daar geen inligting omtrent die bestuiwingsbehoefte van hierdie cultivar nie (Blasquez, 1971 - persoonlike mededeling).

Na aanleiding van die belangstelling van die Suid-Afrikaanse sitrusbedryf in die sogenaamde losskil cultivars en die gunstige ontvangs van proefbesendings van Ortanique op oorsese markte, is daar besluit om die bestuiwingsbehoefte van hierdie cultivar te ondersoek.

#### 2.5.2 PROSEDURE

Die eksperimentele werk is uitgevoer op die reeds genoemde sewe jaar oue Ortanique bome, geokuleer op Troyer citrange. Die boord is geleë op die Tambuti landgoed naby Big Bend in Swaziland.

Die stuifmeel vir die kruisbestuiwings-behandelings is versamel op die Navorsingsinstituut vir Sitrus en Subtropiese Vrugte te Nelspruit, terwyl Ortanique stuifmeel in die eksperimentele boord verkry is.

Die volgende 15 handelings is in die lente van 1971 toegepas :

1. Geen bestuiwing - blomme is ge-emaskuleer en die blomblare is verwyder.

*Waar is die ander?**\**

### 2.5.3 BESPREKING VAN RESULTATE

Sover bekend, is die bestuiwingsbehoefte van Ortanique nog nie voorheen bepaal nie.

Volgens die resultate (Tabel 6) is Ortanique geslagtelik selfonverenigbaar. Van die 100 blomme wat tydens antese selfbestuif is, het nie 'n enkele vrug geset nie. Die feit dat geen vrugte geset het met geen bestuiwing en met bestuiwing tydens antese nie, sowel as die swak produksie van die bome, dui op 'n onvoldoende vermoë tot partenokarpiese vrugsetting.

Die Ortanique bome in die eksperimentele boord is tussengeplant met Valencia soetlemoenbome en daar was dus 'n natuurlike kruisbestuivingsbron beskikbaar. In Figuur 9 word 'n frekwensieverspreiding van saadinhoud in 105 oopbestuifde Ortanique vrugte voorgestel. Volgens die personeel van die betrokke landgoed is daar slegs 'n geringe mate van heuningby-aktiwiteit in die betrokke omgewing en was dié verskynsel moontlik daarvoor verantwoordelik dat die gemiddelde saadinhoud van hierdie oopbestuifde vrugte slegs 5,6 was. Die feit dat slegs een van hierdie 105 vrugte saadloos was, dui daarop dat vrugsetting in hierdie kultivar tot 'n groot mate afhanklik is van die teenwoordigheid van saad. Die meeste van dié oopbestuifde vrugte het dan ook een tot vier sade gehad.

Die persentasie vrugset in die „oop bestuiwing" behandeling in die eksperiment was 5,5 met 'n gemiddelde saadinhoud van 5,7, wat baie nou ooreenstem met die gemiddelde saadinhoud van 5,6 van die reeds genoemde toevallig verkose vrugte in die boord.

TABEL 6

Die invloed van verskillende bestuiwingsbehandelings op die  
vrugset en saadinhoud van Ortanique tangor

| Behandelings              |                  | % Vrugset | Gemiddelde Saadinhoud |         |        |      |      |
|---------------------------|------------------|-----------|-----------------------|---------|--------|------|------|
|                           |                  |           | Abortief              | Normaal | Totaal | Min. | Mak. |
| 1                         | Geen bestuiwing  | 0         | -                     | -       | -      | -    | -    |
| 2                         | Oop bestuiwing   | 5,5       | 1,5                   | 4,2     | 5,7    | 1    | 16   |
| Self-<br>bestuiwing       | 3 Tydens antese  | 0         | -                     | -       | -      | -    | -    |
|                           | 4 In knopstadium | 26,8      | 5,4                   | 8,0     | 13,4   | 2    | 33   |
| Kruis-<br>be-<br>stuiwing | 5 Hamlin         | 68,6      | 3,8                   | 13,4    | 17,2   | 4    | 36   |
|                           | 6 Pompelmoes     | 71,0      | 2,1                   | 20,6    | 22,7   | 11   | 32   |
|                           | 7 Tomango        | 71,7      | 2,4                   | 9,5     | 11,9   | 4    | 22   |
|                           | 8 Valencia       | 81,6      | 4,6                   | 15,4    | 20,0   | 4    | 35   |
|                           | 9 Lomati         | 85,6      | 4,6                   | 25,4    | 30,0   | 14   | 41   |
|                           | 10 Minneola      | 85,7      | 4,4                   | 25,4    | 29,8   | 18   | 40   |
|                           | 11 Marsh         | 87,0      | 4,0                   | 21,2    | 25,2   | 13   | 39   |
|                           | 12 Murcott       | 90,8      | 8,6                   | 21,1    | 29,7   | 21   | 46   |
|                           | 13 Novelty       | 91,0      | 4,3                   | 23,9    | 28,2   | 15   | 37   |
|                           | 14 Orlando       | 92,0      | 5,8                   | 24,2    | 30,0   | 18   | 41   |
|                           | 15 Temple        | 92,7      | 8,7                   | 20,5    | 29,2   | 18   | 42   |

KBV (1%) = 18,2%

KRV (5%) = 13,7%

Behandelings 1 en 3 is nie in variansie-analise  
ingesluit nie.



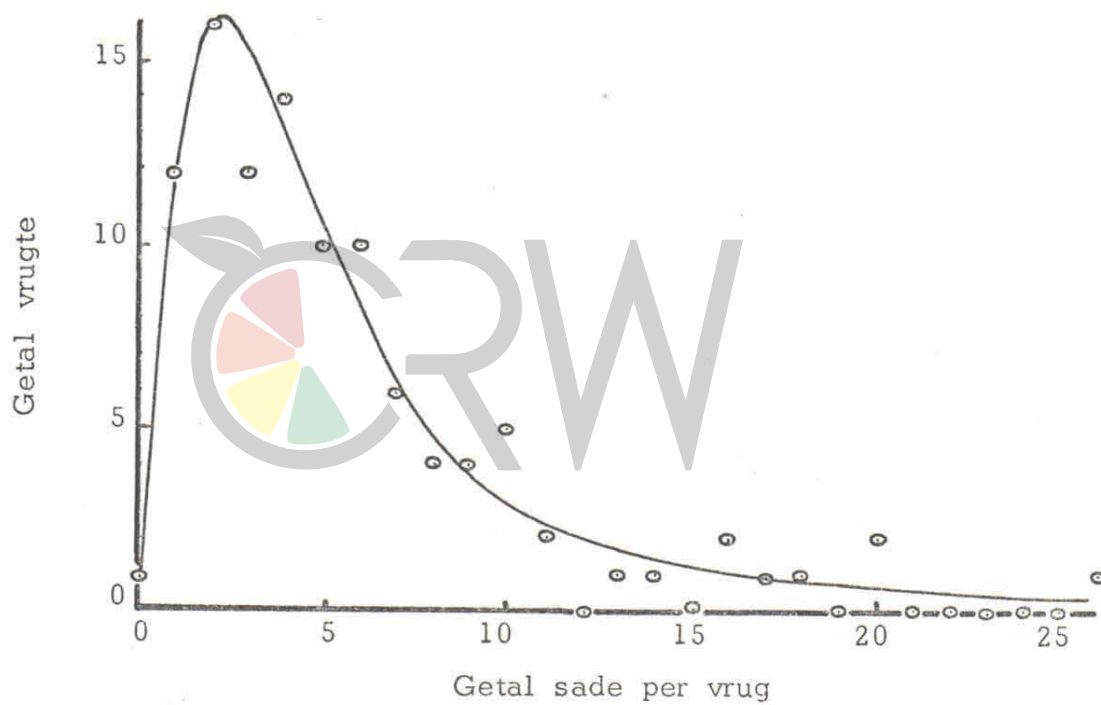


Fig. 9 Frekwensieverspreiding van saadinhoud in oop-  
bestuifde Ortanique vrugte in 'n boord wat  
tussengeplant is met Valencia soetlemoen.

Selfbestuiwing van Ortanique blomme in die knopstadium het 'n vrugset persentasie van 26,8 en 'n saadinhoud van 13,4 tot gevolg gehad. Ortanique het dus blykbaar dieselfde sisteem van geslagtelike self-onverenigbaarheid soos aangetref by Minneola tangelo.

Die vrugsetting in al die kruisbestuiwingsbehandelings was verstommend hoog. Dit moet in gedagte gehou word dat daar tydens toediening van die behandelings geen blomuitdunning gedoen is nie en dat die eksperimentele blomme die normale mededinging van die res van die blomme ondervind het. By vier van die behandelings nl. kruisbestuiwing met Murcott, Novelty, Orlando en Temple stuifmeel, was die behandelingsgemiddeldes meer as 90 persent.

Die „geen bestuiwing“ en selfbestuiwingsbehandeling is nie in die variansie-analise ingesluit nie. Die gemiddeldes vir al die kruisbestuiwings sowel as die knopbestuiwing was statisties betekenisvol hoër as die vrugset gemiddelde vir die „oop bestuiwing“.

Die vrugset gemiddeldes waar stuifmeel van Hamlin, pompelmoes en Tomango gebruik is, was verder statisties laer as dié van verskeie van die behandelings met die baie hoë vrugsetting. Die saadinhoud vir hierdie drie behandelings was oor die algemeen ook laer as dié van die ander kruisbestuiwingsbehandelings en veral só in die geval van kruisbestuiwing met Tomango stuifmeel. Tomango kruisbestuiwing het 'n totaal van gemiddeld slegs 11,9 sade tot gevolg gehad waarvan gemiddeld 2,4 sade baie klein en abortief was. Daar was dus slegs 9,5 ten volle ontwikkelde sade per vrug.

Met die beskikbare gegewens is dit tans moeilik om die implikasies van hierdie laer saadinhoud van Tomango kruisbestuiwing te evalueer. Dit mag wees dat natuurlike kruisbestuiwing met Tomango stuifmeel 'n veel laer gemiddelde saadinhoud as die genoemde 11,9 sal induseer dog wel die vrugset genoegsaam sal stimuleer vir ekonomiese produksie. Dit skyn dus raadsaam om by Ortanique 'n soortgelyke eksperiment te doen soos dié by die Nawel (2.3.3.3) waar verskillende hoeveelhede Hamlin en pompelmoesstuifmeel aangewend is.

Dit is onbekend tot watter mate partenokarpiese vrugsetting by die Ortanique in 'n kommersiële aanplanting sal plaasvind indien daar geen voorsiening vir kruisbestuiwing sou wees nie. Soos reeds genoem, is die eksperimentele Ortanique boord tussengeplant met Valencia bome. Dié Valencia bome is tans  $3\frac{1}{2}$  jaar oud en daar was gedurende die blomseisoen toe die proef uitgevoer is (1971), 'n redelike hoeveelheid blomme aan die bome. Selfs gedurende die voorafgaande seisoen was daar alreeds blomme aan die bome en 'n mate van Valencia kruisbestuiwing was dus moontlik. Met die tussenplanting van hierdie Valencia bome was die Ortanique bome slegs ongeveer drie jaar oud en het die bome nog geen vrugte geproduseer nie.

In die voorafgaande twee seisoene was 'n gedeelte van die Ortanique boord begrens met Ugli bome. Gevolglik is saadstellings wat vir elke afsonderlike Ortanique boom gedurende die 1970/71 seisoen deur die landgoedbestuur gedoen is, sodanig volgens die boordplan gerangskik dat 'n waardebeoordeling van moontlike natuurlike Ugli kruisbestuiwing



gemaak kon word (Figure 10 en 11). In Figuur 10 word die gemiddelde saadinhoud vir elke boom aangedui en in Figuur 11 die maksimum saadinhoud uit 'n monster van 10 vrugte vanaf elke boom. Die boord is in groepe bome verdeel en die gemiddelde saadinhoud en gemiddelde maksimum saadinhoud vir elk van hierdie blokke word by die horisontale pyltjies aangedui.

Volgens hierdie data het Ortanique bome in die blok naaste aan die Ugli boord sowel die hoogste gemiddelde as die hoogste gemiddelde maksimum saadinhoud gehad. Op grond van die saadinduksie wil dit dus voorkom of Ugli om een of ander rede 'n meer effektiewe stuifmeelbron vir natuurlike kruisbestuiwing vir Ortanique mag wees as Valencia soetlemoen. Dit moet egter in gedagte gehou word dat die mate van ooryleueling van die Ugli en Valencia blomseisoene met dié van Ortanique ook 'n rol kon gespeel het.

Volgens Krezdorn en Robinson (1958) en Brown en Krezdorn (1969) is die effektiwiteit van stuifmeelbronne in die praktyk nie altyd in ooreenstemming met die prestasies van die betrokke bronne in hand-kruisbestuiwing nie. Dit is byvoorbeeld gevind dat die Temple 'n baie meer effektiewe stuifmeelbron in die kommersiële produksie van Orlando tangelo is as Valencia soetlemoen, nieteenstaande die feit dat Temple en Valencia hand-kruisbestuiwing Orlando vrugset tot dieselfde mate verhoog het (Krezdorn en Robinson, 1958).

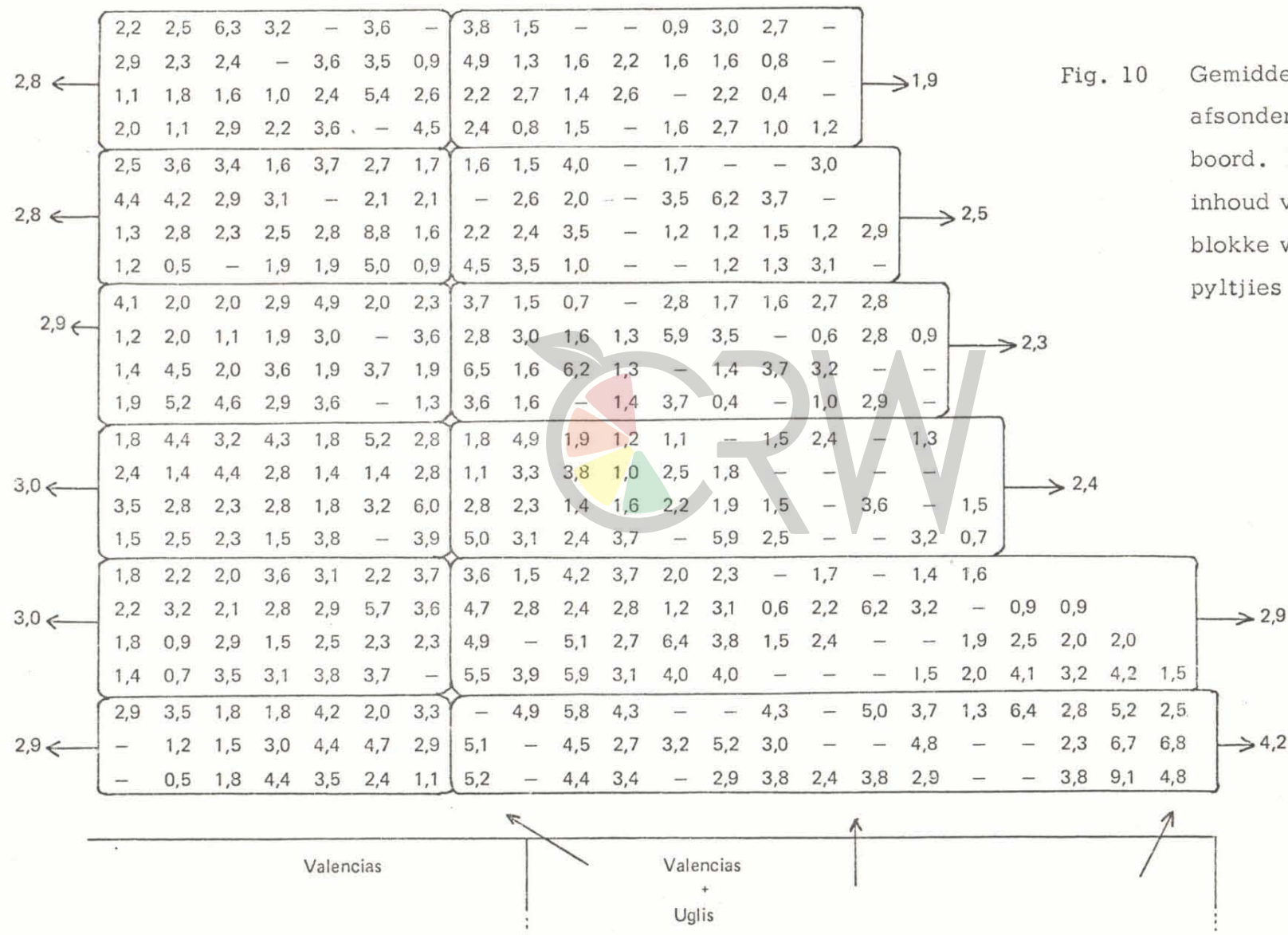


Fig. 10 Gemiddelde saadinhoud van afsonderlike bome in Ortanique boord. Die gemiddelde saadinhoud van die verskillende blokke word by die horisontale pyltjies aangedui.

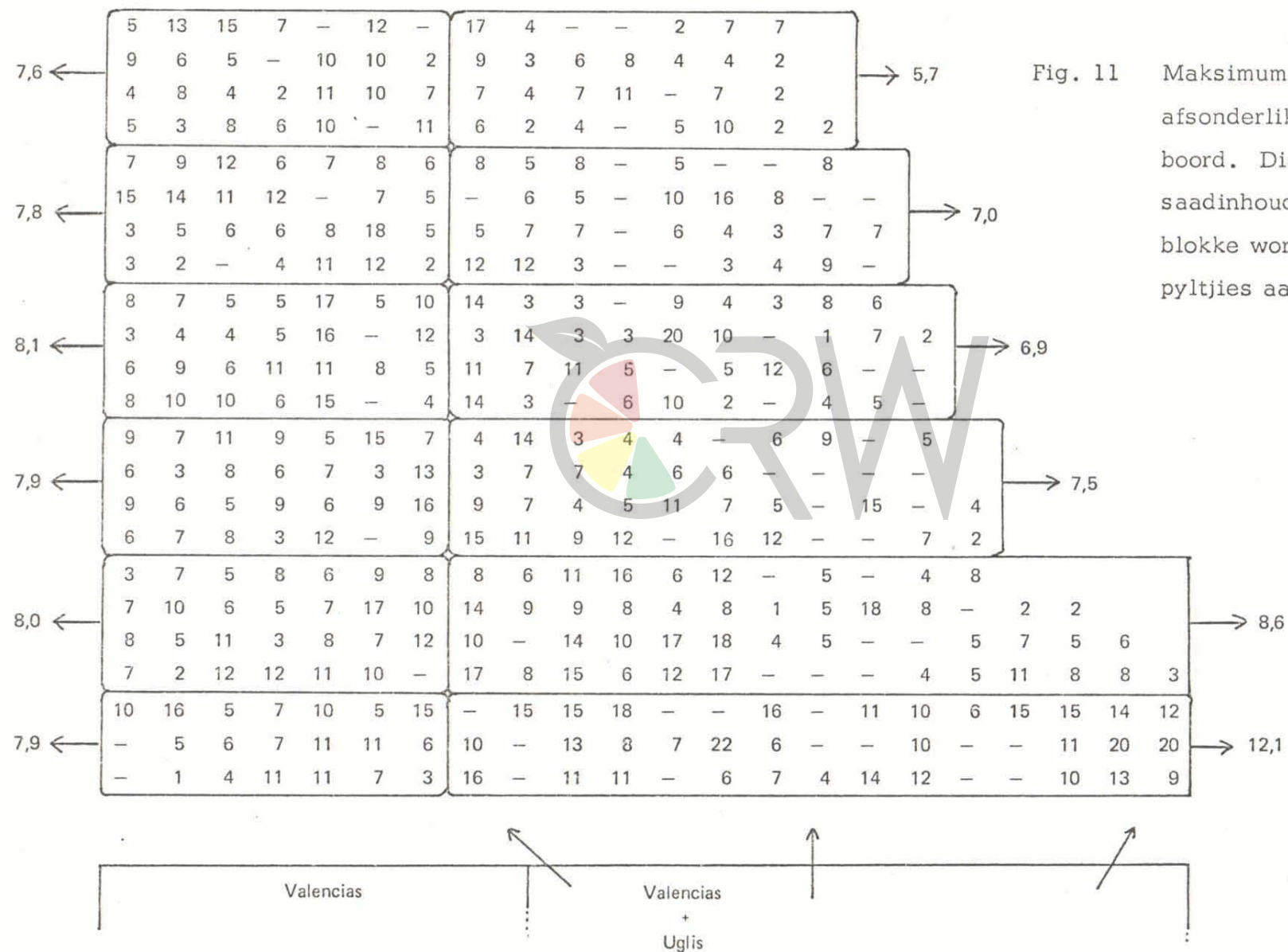


Fig. 11 Maksimum saadinhoud van afsonderlike bome in Ortanique boord. Die gemiddelde maksimum saadinhoud van die verskillende blokke word by die horisontale pyltjies aangedui.



## 2.6 GEVOLGTREKKINGS

In al die eksperimente het hand-kruisbestuiwing met verskeie stuifmeelbronne aanleiding gegee tot verhoging van die vrugset van Washington Nawel soetlemoen, Minneola tangelo en Ortanique tangor.

Die manlik steriele Nawel soetlemoen is bekend vir sy parteno-karpiese vrugsetting, dog die drastiese reaksie van hierdie cultivar op kruisbestuiwing dui daarop dat sy saadloosheid moontlik 'n basiese rede mag wees vir swak oeste.

Aangesien heuningbye die Nawel blomme uitsluitlik vir hulle nektar besoek, kom die bye nie so herhaaldelik met die stempel in aanraking soos in die geval van stuifmeel-produiserende cultivars nie. Om dié rede word vermoed dat die voorsiening van kruisbestuiwing op 'n konvensionele wyse, m.a.w. soos deur die verspreide aanplanting van kruisbestuiwerbome deur die boord, moontlik nie 'n noemenswaardige effek op Nawel produksie sal uitoefen nie. Dit is aangetoon dat die natuurlike kruisbestuiwing van die Nawel vanaf 'n spesifieke bron baie gelokaliseerd is.

Heuningbye werk op 'n baie planmatige wyse en hulle stuifmeel- of nektarversameling word gekenmerk deur 'n besondere plekgebondenheid. Singh (volgens Luckwill, Way en Duggan, 1962) het byvoorbeeld gevind dat van 'n aantal bye vir 'n sekere tyd onder waarneming, twee-derdes van hulle slegs op een boom en die res hoofsaaklik tussen twee bome gewerk het.

By ander vrugtesoorte kom daar ook verskeie manlik-steriele cultivars voor soos byvoorbeeld J.H. Hale perske, Marguerite Marillat en Bristol Cross peer, Golden Esperen pruim en Tardive de Leopold aarbeicultivars (Luckwill, Way en Duggan, 1972). Indien daar geskikte stuifmeelbronne in die omgewing is, kan nektar-versamelende insekte egter wel kruisbestuiwing van hierdie cultivars veroorsaak deurdat hulle toegavallig aan die stempels raak (Brown, 1971 - persoonlike mededeling; Williams, 1971).

Die frekwensie van heuningby besoëke sal moontlik baie verhoog moet word voordat natuurlike kruisbestuiwing 'n kommersieel belangrike invloed sal kan uitoefen. 'n Metode met behulp waarvan die verlangde toestand moontlik tot stand gebring sal kan word, is die vestiging van „eilandjies” van kruisbestuiwergroei op die Nawel bome, en die verhoging van heuningby-aktiwiteit deur die aanbring van korwe in die boord. Dit is onbekend tot watter mate 'n sodanige behandeling die saadinhoud van Nawel vrugte sal verhoog.

Daar behoort verder 'n waardebeoordeling gemaak te word van tussenplanting van Nawel soetlemoen met kommersiële cultivars as kruisbestuiwers op 'n 1:1 basis as 'n metode om Nawel vrugset te verhoog. Heuningbye beweeg eerder in 'n ry as tussen rye bome in gevalle waar die bome nader aan mekaar in die ry geplant is (Momers - volgens Luckwill, Way en Duggan, 1962). Gevolglik mag alternatiewe rye Nawels en kruisbestuiwers nie soveel invloed uitoefen op kruisbestuiwing van die Nawel as wanneer Nawel en kruisbestuiwerbome alternatief in die ry geplant is nie.

Soost (1965 b) het die stelling gemaak: „Although it is possible that the presence of seeds in normally parthenocarpic fruits would increase their ability to withstand adverse environmental conditions that cause fruit drop, the probability of obtaining an economic level of increased yields is low." Na aanleiding van die huidige studies word die gevolgtrekking egter gemaak dat daar 'n redelike kans vir sukses is maar dat die aangeleentheid nog nie voldoende ondersoek is nie. Verdere werk is geregverdig op grond van die ekonomiese omvang van die probleem en die eksperimentele resultate wat in hierdie ondersoek verkry is.

Webber (1930) het dit betwyfel of daar enige moontlikheid is om die vrugset van die Nawel op 'n kommersiële skaal te verhoog: „..... Washington navel and Valencia oranges in the variety orchard of the citrus experimental station are no more fruitful than are large solid blocks of these varieties, and yet the opportunity for cross-pollination is many times greater in the one case than in the other." In die huidige studie is dit egter aangetoon dat verskeie cultivars oneffektiewe kruisbestuiwers van die Nawel is. Dit mag dus wees dat Nawel bome in so 'n verskeidenheidsaanplanting deur oneffektiewe stuifmeelbronne begrens mag wees en dat die gelokaliseerdheid van die kruisbestuiwingseffek by die Nawel in 'n groot mate aanleiding gegee het tot Webber (1930) se afleiding.

Dit is gevind dat die Minneola tangelo, net soos oorsee, ook in Suid-Afrika geslagtelik self-onverenigbaar is, met 'n swak vermoë tot partenokarpiese vrugsetting. Dit is vasgestel dat vrugsetting van Orta-nique tangor ook aan hierdie probleem onderworpe is en kruisbestuiwing

gedeelte

26 7.



sal benodig vir kommersiële produksie. Sodanige praktyk sal egter ook die saadinhoud verhoog wat ongewens sal wees uit 'n bemarkingsoogpunt indien natuurlike kruisbestuiwing aanleiding sou gee tot 'n baie hoë saadinhoud.

Dit is gevolglik raadsaam dat daar ook aandag geskenk word aan navorsing wat die verhoging van die vrugset deur ander metodes ten doel het, soos bv. bespuiting met groei-regulerende stowwe.

In een van die Nawel eksperimente is dit gevind dat Hamlin kruisbestuiwing die vrugset baie verhoog het sonder 'n noemenswaardige verhoging in saadinhoud. Hierdie bevinding het die hoop laat opvlam om stuifmeelbronne te vind waardeur sitrus vrugset d.m.v. stimulatiewe partenokarpie verhoog sal kan word. In 'n opvolgings-eksperiment het die Hamlin stuifmeel wel nog 'n lae saadinhoud geïnduseer dog het hierdie keer slegs 'n geringe Nawel vrugset verhoging tot gevolg gehad.

Kruisbestuiwing van die Ortanique met Tomango stuifmeel het 'n drastiese vrugset stimulering tot gevolg gehad maar het die helfte minder sade as meeste van die ander stuifmeelbronne geïnduseer. Die praktiese implikasies van hierdie bevinding sowel as van die Hamlin bestuiwing van Nawel soetlemoen word verder ondersoek.

Op grond van hierdie saadprobleem verdien meganiese kruisbestuiwing meer aandag. Volgens vruggrootte gegewens (Hoofstuk 4) reageer Ortanique en Minneola vrugte drasties op baie lae getalle saad en mag dieselfde moontlik ook gesê word van die invloed van saad op vrugset. Hierdie aanname is in ooreenstemming met Brown en Krezdorn (1969) se

bevinding dat klein verskille in saadinhoud 'n groter invloed op vrugset uitoefen by die onderste deel van die skaal.

Indien dit prakties moontlik sou wees om genoegsame hoeveelhede stuifmeel te versamel en dié oor blommende sitrusbome te stuif, mag daar moontlik winsgewende resultate verkry word. Sitrusblomme word egter uitsluitlik deur insekte bestuif en is nie aangepas vir windbestuiwing nie. Die stempels is relatief klein en sal baie min van die stuifmeel opvang wat oor die bome gestuif word.

Daar bestaan in die literatuur talle verwysings na die praktyk van meganiese bestuiwing van vrugtesoorte ten einde produksie te verhoog. Hand-kruisbestuiwing van die dadel is alreeds in antieke tye toegepas (Reed, 1942), en word op die huidige nog aangewend (Williams & Rajaratnam, 1971). Daar is ook al gepoog om die produksie van duiwe (Karadzi & Razumihina, 1963), appels (Snyder, 1942; Ferguson & Christ, 1970; Williams, 1971) en bloubessie (Brewer, Dobson & Nelson, 1967) m.b.v. meganiese bestuiwing te verhoog.

In Brittanje word daar tans in 'n uitgebreide projek aandag gegee aan die wenslikheid van meganiese kruisbestuiwing van appels (Anon., 1970; Williams, 1969 en 1971; Williams, 1971 - persoonlike mededeling). In hierdie projek word daar aandag geskenk aan hand-kruisbestuiwing sowel as die stuif van stuifmeel oor bome. Dit word egter nie voorsien dat die praktyk van handkruisbestuiwing enigsins ekonomies geregverdig sal kan wees in sitrusverbouing nie. Hand-kruisbestuiwing van die appel het egter die bykomende voordeel dat uitdunning tot 'n groot mate deur dié bestuiwing uitgeskakel sal word.

Die versameling van sitrusstuifmeel is 'n uiters tydrowende proses. Indien dit egter moontlik sou wees om sitrusstuifmeel te versamel vanaf inkomende bye vanaf die boord deur versamelings-apparate aan die korwe soos reeds vir ander gewasse gedoen (Vansell en Griggs, 1952), verdien die evaluering van meganiese bestuiwing van sitrusbome aandag. Dit is gevind dat appelstuifmeel wat op hierdie wyse versamel is, nog kiemkragtig is en hul kiemkragtigheid lank kan behou onder die regte opbergingsstoestande (Kremer, 1949; Griggs, Vansell en Iwakiri, 1953).





## HOOFSTUK 3

### DIE INVLOED VAN KRUISBESTUIWING OP VRUGGROEI

#### 3.1 INLEIDING

Op 'n sekere stadium in 'n plant se ontwikkeling vind daar 'n oorgang van die vegetatiewe na die reprodutiewe fase plaas. Hierdie oorgang word teweeggebring deur fisiologiese veranderinge in die plant. Faktore wat tot hierdie veranderinge kan lei, afhangende van die betrokke spesies, is ontwikkelingsgraad van die plant en omgewingsfaktore soos daglengte en temperatuur.

Na bereiking van rypheid tot geslagtelike voortplanting word daar gewoonlik jaarliks tydens die groeiperiode in die lente, blomme gevorm in die geval van die meeste meerjarige vrugtesoorte. In die geval van bv. sitrus kan daar ook in 'n geringe mate blomme tydens die groeisyklusse in die somer of vroeë herfs gevorm word.

Na aanleg van die blomknop, vind groei van die vrugbeginsel plaas tot ongeveer antese. In die afwesigheid van bevrugting of induksie van partenokarpie, vind geen verdere groei van die vrugbeginsel plaas nie. 'n Afspeningslagie vorm in die blomsteel en afspening vind plaas.

Bestuiwing, bevrugting en saadontwikkeling lei tot hernieude groei-aktiwiteit in die vrugbeginsel wat vereenselwig word met die produksie van plantgroeistowwe wat afspening verhoed. Volgens die „ouksien-

gradient" teorie (Addicott, Lynch en Carns, 1955), sal 'n hoër oksien-konsentrasie in die gedeelte distaal van die afspeningslaag as dié in die proksimale gedeelte, afspening verhoed. Ander groepe van plantgroei-stowwe kan egter ook afspening voorkom. Verhogings in vrugset kan bv. in sekere gevalle deur toedienings van gibberelliene en sitokiniene teweeggebring word (Crane, 1969).

In die geval van sommige spesies is bestuiwing voldoende om vrug-ontwikkeling te stimuleer (Olmo, 1936). Stuifmeel is ryk aan plantgroei-stowwe en hierdie groeistowwe kan tydens stuifmeelbuisgroeï in die styl in diffundeer. Verskeie navorsers het al in die blomstyle en vrugbeginsels biochemiese reaksies wat gepaard gaan met stuifmeelbuisgroeï, ondersoek. Hall en Forsyth (1967) het o.a. by aarbeiblonne gevind dat bestuiwing aanleiding gegee het tot 'n drastiese verhoging in hul etileen-produksie.

Lund (1956) het die afleiding gemaak dat tabakstuifmeel na bestuiwing 'n bykomende hoeveelheid ensieme aan die styl en vrugbeginsel voorsien wat triptofaan na indool-asynsuur oksideer en dat die dan vrug-ontwikkeling stimuleer.

Sastry en Muir (1963) het die verbasende hoeveelheid van 11 mikrogram ekwivalent van gibberelliensuur in een gram tamatiehelmknoppe gevind. Op grond van hierdie en ander resultate het hulle die gevolgtrekking gemaak dat vruggroeï deur bestuiwing gestimuleer word a.g.v. 'n gibberelliene in die stuifmeel wat aanleiding gee tot 'n verhoogde oksien-produksie in die vrugbeginsel.

In sy ondersoek van die selfonverenigbaarheid van Orlando tangelo, het Hensz (1964) 'n groeistof uit Orlando style en vrugbeginsels geïsoleer. Volgens hom was die produksie van hierdie groeistof deur die teenwoordigheid van stuifmeelbuisse gestimuleer.

Kretdorn (1969) het gevind dat vrugset van Valencia soetlemoen in die geval van geen bestuiwing, slegs een persent was. Selfbestuiwing met die hand het tot 'n drastiese verhoging in vrugset gelei nieëstaande die feit dat meeste van hierdie vrugte saadloos was of slegs 'n geringe getal sade gehad het.

Die stimulering van vrugset en die uiteindelijke grootte van vrugte deur die aanwesigheid van ontwikkelende sade is 'n bekende verskynsel. Die sade word as 'n plek van groeistof-produksie beskou wat vrugafspanning teenwerk en vruggroei stimuleer. Dit is aangetoon dat veral die gibberelliene in relatiewe hoë konsentrasies in sade voorkom (MacMillan, Seaton en Suter, 1961). Die alternatief is dat sade as mobilisasie sentra optree tot voordeel van die omliggende vrugweefsels (Crane, 1964 en 1969).

Vrugte vertoon gewoonlik enkel sigmoidale (bv. appel, tamatie, aarbeï en sitrus) of dubbel sigmoidale groeikrommes (bv. appelkoos, olyf en druif). In die laasgenoemde soort groeikromme word twee periodes van snelle vruggroei geskei deur 'n tydperk waartydens relatief min vruggroei plaasvind. Gedurende die eerste periode van snelle groei, neem sowel die vrugbeginsel as die nusellus en integumente van die saadknoppe grootliks in volume toe. In die daaropvolgende fase groei veral die endosperm en embrio maar daar vind relatief min groei van die vrugweefsel self plaas.



Aan die begin van die finale fase is die embrio volgroeid en snelle vrug-groei neem weer 'n aanvang (Nitsch, 1965).

'n Moontlike verklaring vir die verminderde groeitempo van die vrug-weefsel gedurende Fase 2, is dat daar 'n kompetisie tussen die groei van die embrio en vrugweefsel is (Salisbury en Ross, 1969).

Verskeie tegnieke is al toegepas om die invloed van saad op vrug-groei gedurende verskillende stadia van vrugontwikkeling te bepaal.

Nitsch (1950) het die dopvruggies van aarbeie verwyder in 'n poging om hul invloed op die groei van die vlesige blombodem te ondersoek. Dit is gevind dat die aanwesigheid van die dopvruggies noodsaaklik was vir vrugontwikkeling gedurende die volle periode tot rypwording. In 'n soortgelyke eksperiment het Abbott (1959) aangetoon dat die ontwikkeling van die appelvrug afhanklik is van saad slegs tot met die November-val („June drop" in die Noordelike Halfronde). In sy eksperiment is klein hoeveelhede alkohol met behulp van 'n hipodermiese naald in vrughokke gespuit om die sade te dood. Hierdie maatreël was slegs effektief in die baie vroeë stadium van vrugontwikkeling. 'n Meer drastiese metode, naamlik die chirurgiese verwydering van die saad, was meer effektief op latere stadia.

Schwarz en van Vuuren (1970) het saadaborsie d.m.v. 'n hittebehandeling voorgestel in studies om die uitwerking van sade op vruggroei te ondersoek. Indien dié metode effektief sou wees as dit gedurende enige stadium van vrugontwikkeling toegepas word, sal dit van groot waarde wees. Die betreklik hoë temperature waaraan die vruggies onderwerp sal moet word, sal egter heel moontlik ook die tempo van vruggroei beïnvloed.

Allan (1969) het gebruik gemaak van die natuurlike voorkoms van abortiewe saad om aan te toon dat vruggroei selfs ook deur dié swakontwikkelde sade gestimuleer is in die geval van die papaja.

In die huidige studie is daar van die metode wat onder „Prosedure” beskryf word, gebruik gemaak.

### 3.2 PROSEDURE

In meeste van die eksperimente wat in Hoofstuk 2 beskryf is, is daar gereelde vrugmetings tydens vrugontwikkeling gedoen. Die dwarsdeursnee van die vrugte is m.b.v. 'n mikrometer bepaal.

Rekords is vir elke vrug afsonderlik gehou. Met oestyd is die saadinhoud van elke vrug bepaal. Die metings vir vrugte met dieselfde saadinhoud, is saam gegroepeer en die gemiddelde vruggrootte vir elk van die waarnemingsperiodes in elk van die saadgroepe is bepaal.

Slegs data van vrugte wat aan die boom bly hang het tot met oestyd is in hierdie berekenings in ag geneem. Die groeitempo van afspenende vrugte volg nie die normale kromme nie en sou moontlik sekere effekte kon maskeer het. In die Minneola eksperiment is die saadinhoud van ongeveer 110 vrugte egter na 'n haelstorm bepaal en die vruggroei-gegevens vir hierdie vrugte is wel in berekening gebring.

Hierdie prosedure het dit moontlik gemaak om die gemiddelde grootte van vrugte met 'n spesifieke saadinhoud uit te druk as 'n persentasie van die gemiddelde grootte van saadlose vrugte. Deur hierdie prosedure is die

uitwerking van verskillende getalle saad op vruggroei tydens die verskillende stadia van vrugontwikkeling, geïsoleer.

Daar is terselfdertyd 'n studie gemaak van stuifmeelbuisgroei en saadontwikkeling, 'n saak wat in Hoofstuk 4 bespreek word.

### 3.3 BESPREKING VAN RESULTATE

#### 3.3.1 NAWEL SOETLEMOEN

##### 3.3.1.1 MALELANE KRUISBESTUIWINGSEKSPERIMENT 1969/70

In hierdie eksperiment is dit gevind dat vruggies in die terminale posisie op die bloeiwyse op twee weke na antese groter was as die laterale vruggies (0,62 en 0,57 cm in deursnee respektiewelik), maar hierdie verskil was drie weke later nie meer waarneembaar nie. Hierdie aanvanklike verskil kan verklaar word deur apikale dominansie (Zacharia, 1951).

In Figuur 12 word die gemiddelde grootte van vrugte vanaf beide kruisbestuifde en kontrole blomme vanaf twee weke na antese tot met volwassenheid grafies uitgebeeld. Die kleiner deursnit van vrugte vanaf kruisbestuifde blomme as dié van kontrole vrugte was onverwags op grond van die saadagtigheid van die kruisbestuifde Nawel vrugte in hierdie eksperiment en die positiewe verwantskap wat tussen saadinhoud en vrug-grootte by verskillende sitrus cultivars aangetoon is (Cameron, Cole en Nauer, 1960; Krezdorn en Robinson, 1967).

*verskil baie klein!*



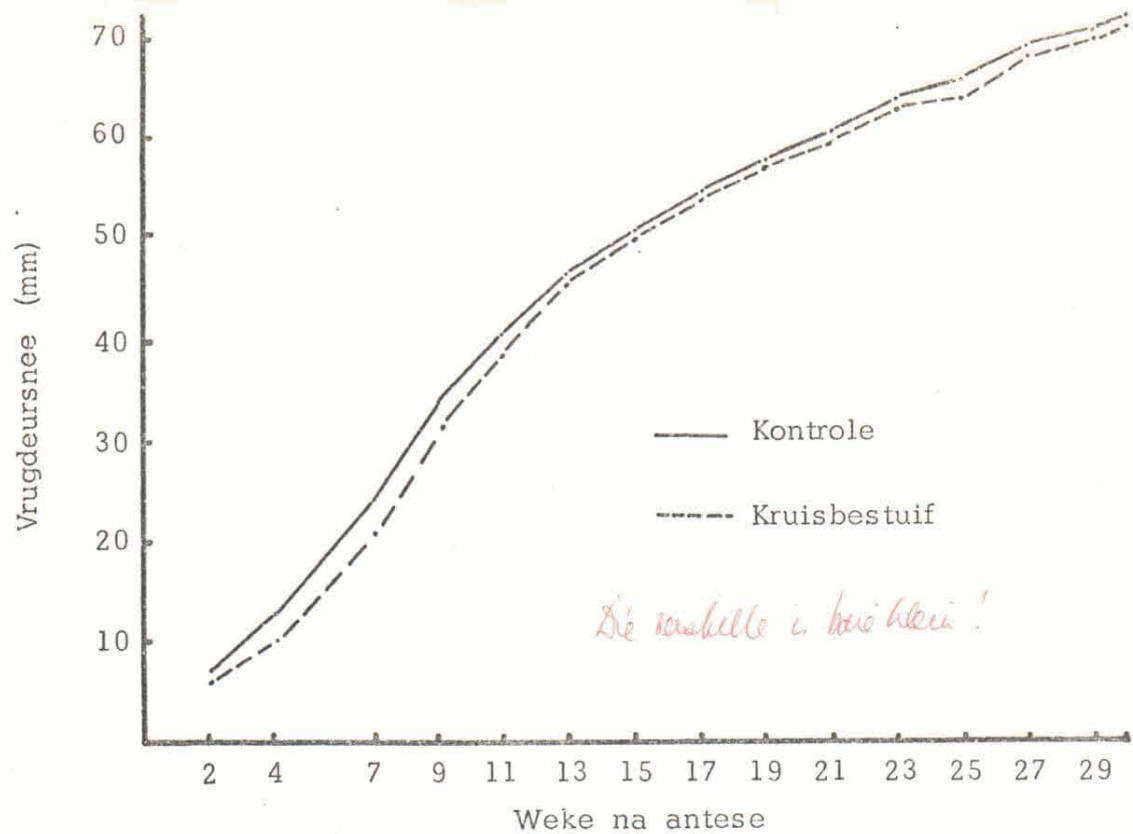


Fig. 12 Die invloed van kruisbestuiwing met pompelmoesstuifmeel op vruggroei van Nawel soetlemoen (Malelane 1969/70).

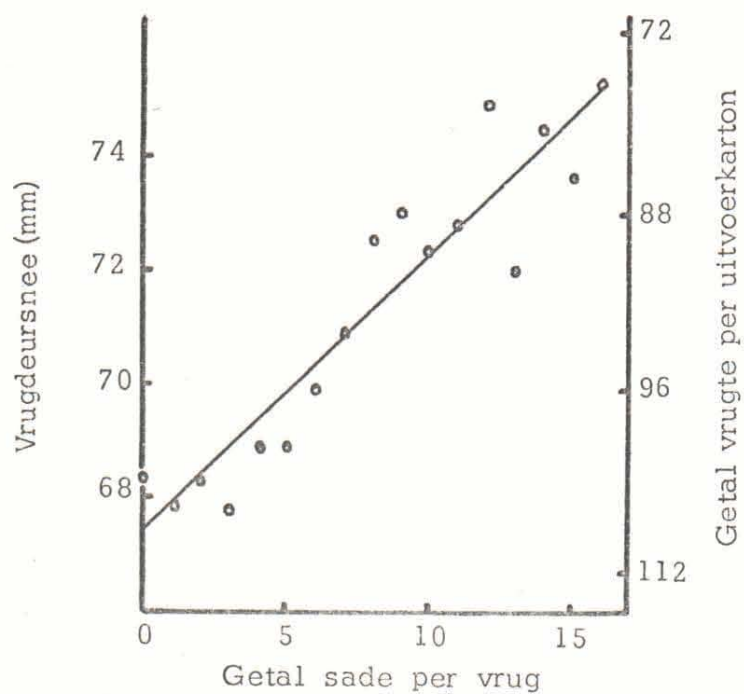


Fig. 13 Korrelasie tussen getal sade en grootte van volwasse Nawel vrugte (Malelane 1969/70).

Hierdie oënskynlike ongerymdheid is egter uit die weg geruim toe die vrugte vanaf kruisbestuifde blomme gegroepeer is t.o.v. saadinhoud en die gemiddelde vrugdeursnee in elk van dié groepe bereken is.

Dit is aangetoon dat die positiewe korrelasie tussen saadinhoud en vruggrootte ook in die geval van die Nawel geldig is (Figuur 13). Die vrugte met baie saad het vinniger as die kontrole vrugte gegroei en dié met min saad stadiger as die kontrole (Figuur 14) wat daartoe aanleiding gegee het dat die gemiddelde grootte van kruisbestuifde vrugte selfs kleiner was as dié van die kontrole.

Vervolgens is al die vrugte vanaf die kruisbestuifingsbehandelings as volg volgens saadinhoud gegroepeer :

- |     |         |                   |
|-----|---------|-------------------|
| (a) | 0       | sade (10 vrugte)  |
| (b) | 1 - 5   | sade (129 vrugte) |
| (c) | 6 - 10  | sade (232 vrugte) |
| (d) | 11 - 15 | sade (117 vrugte) |
| (e) | > 15    | sade (22 vrugte)  |

Die gemiddelde vruggrootte van dié verskillende groepe is vir elke waarneming tydens die vrugontwikkeling, uitgedruk as 'n persentasie van die grootte van die onbestuifde saadlose vrugte (Figuur 15).

14 en 28 dae na antese: Op hierdie twee tydstippe was die vrugte vanaf kruisbestuifde blomme veel kleiner as dié vanaf die onbestuifde blomme. Sover dit die kruisbestuifde vrugte betref, het dit gelyk of daar moontlik 'n negatiewe verwantskap tussen vruggrootte en saadinhoud bestaan, met die uitsondering van die >15 sade" groep.

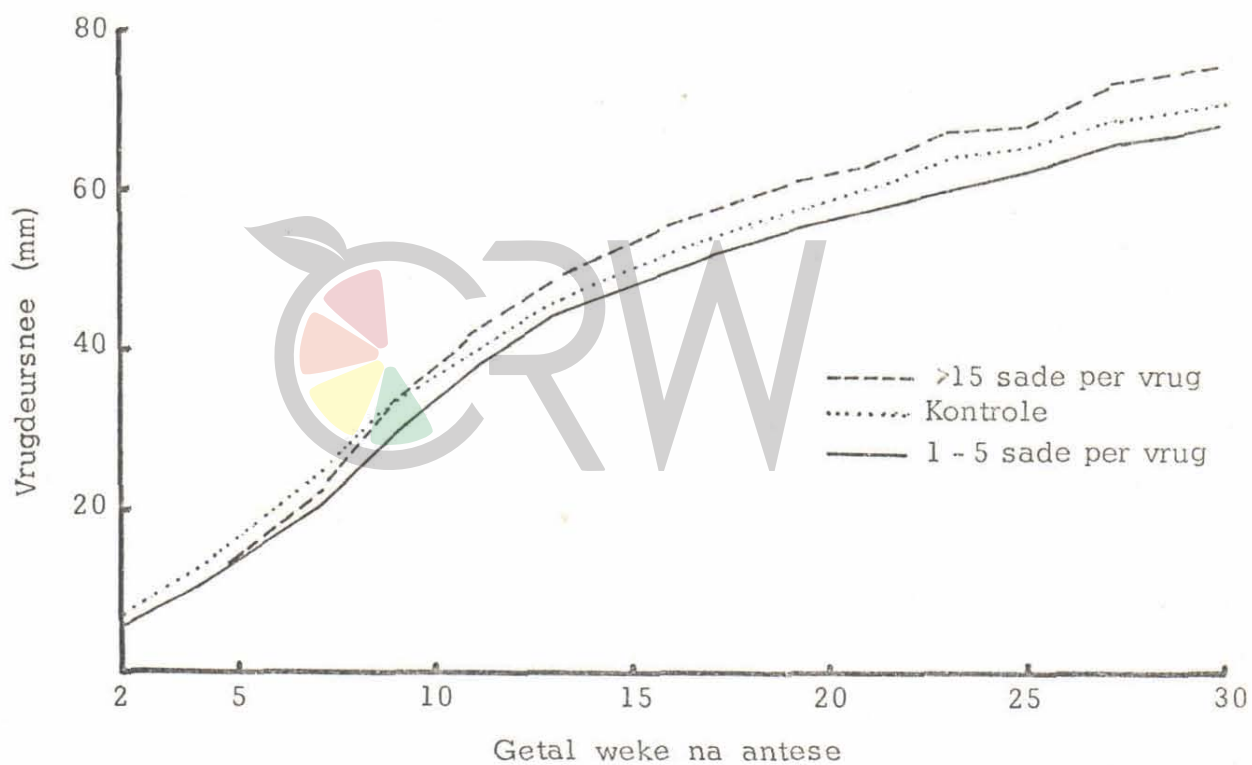


Fig. 14 Die invloed van saadinhoud op die groeitempo van Navel vrugte vanaf kruisbestuifde en kontrolle blomme



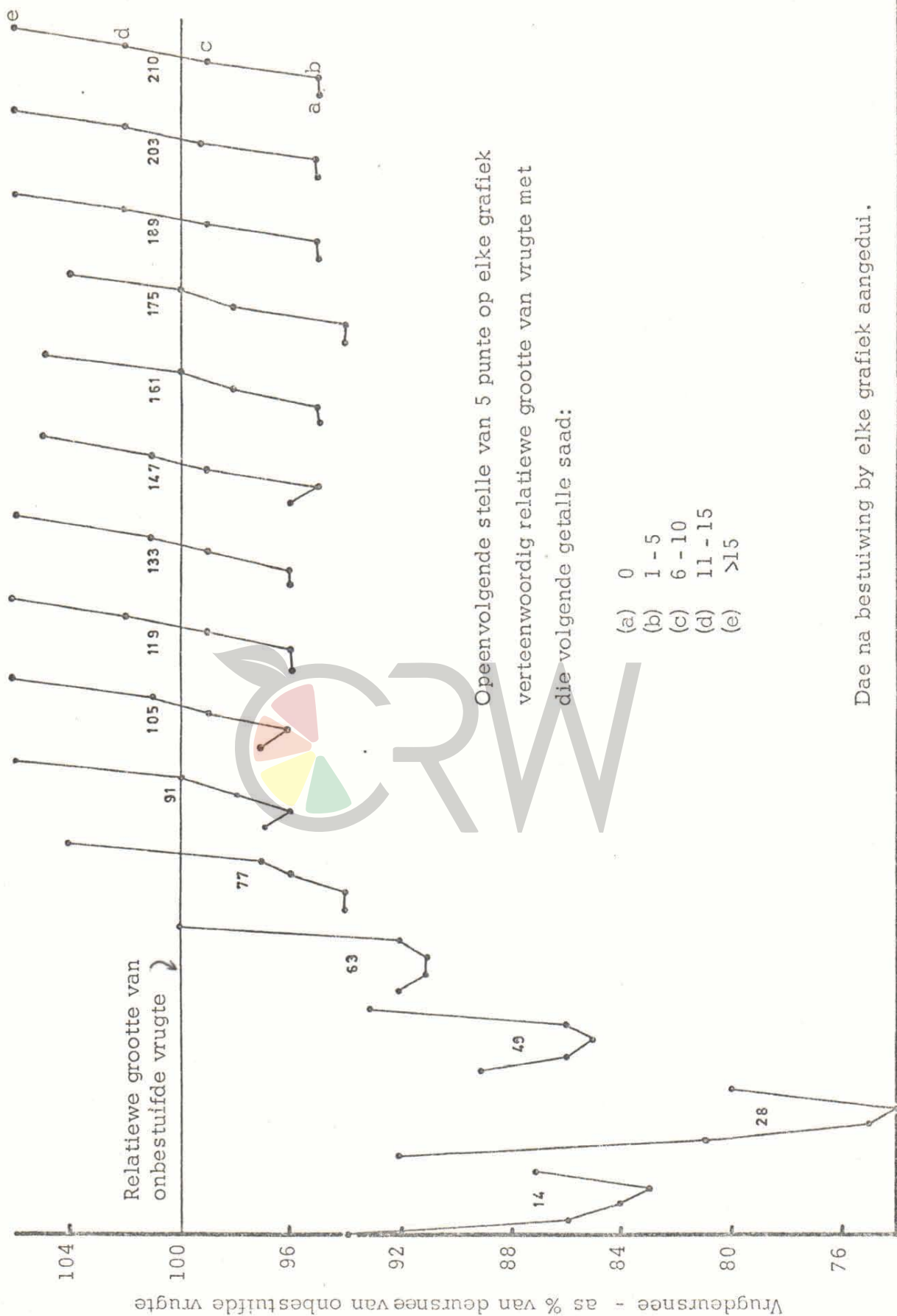


Fig. 15

Verhouding tussen groottes van onbestuifde Nawel vrugte en Nawel vrugte met verskillende hoeveelhede saad op toenemende intervale na kruisbestuiwing.

49 dae na antese: Die stimulerende uitwerking van saadinhoud op vruggroei het begin duidelik word. Die gemiddelde vrugdeursnit van die groep met die meeste saad was op dié stadium groter as enige van die ander groepe met die uitsondering van die vrugte vanaf onbestuifde blomme.

63 dae na antese: Op hierdie stadium het die „>15 sade" groep sy aanvanklike agterstand in vruggrootte met betrekking tot die kontrole vrugte uitgewis en die gemiddelde vruggrootte van die „11 - 15 sade" groep was groter as dié van kruisbestuivingsgroepe met minder saad.

77 tot 210 dae na antese: Tydens die waarneming op 77 dae na antese was daar alreeds 'n positiewe korrelasie tussen saadinhoud en vruggrootte ( $r = + 0,73$ ). Hierdie statisties hoogsbetekenisvolle verband was tydens alle opvolgende waarnemings aanwesig en was met volwassenheid selfs meer betekenisvol ( $r = + 0,94$ ).

Die data van Figuur 15 soos hierbo bespreek, kan ook in 'n gewysigde vorm aangebied word soos in Figuur 16 voorgestel. M.b.v. hierdie voorstelling kan die relatiewe groeikromme van 'n spesifieke saadgroep beter gevolg word. Prominente kenmerke van hierdie aanbieding is die volgende :

- (a) 'n Afname in die relatiewe groeitempo van vrugte in al die kruisbestuivingsgroepe gedurende die eerste 28 dae na antese.
- (b) Na laasgenoemde tydperk was daar 'n toename in die relatiewe groeitempo wat blykbaar proporsioneel was met die saadinhoud.

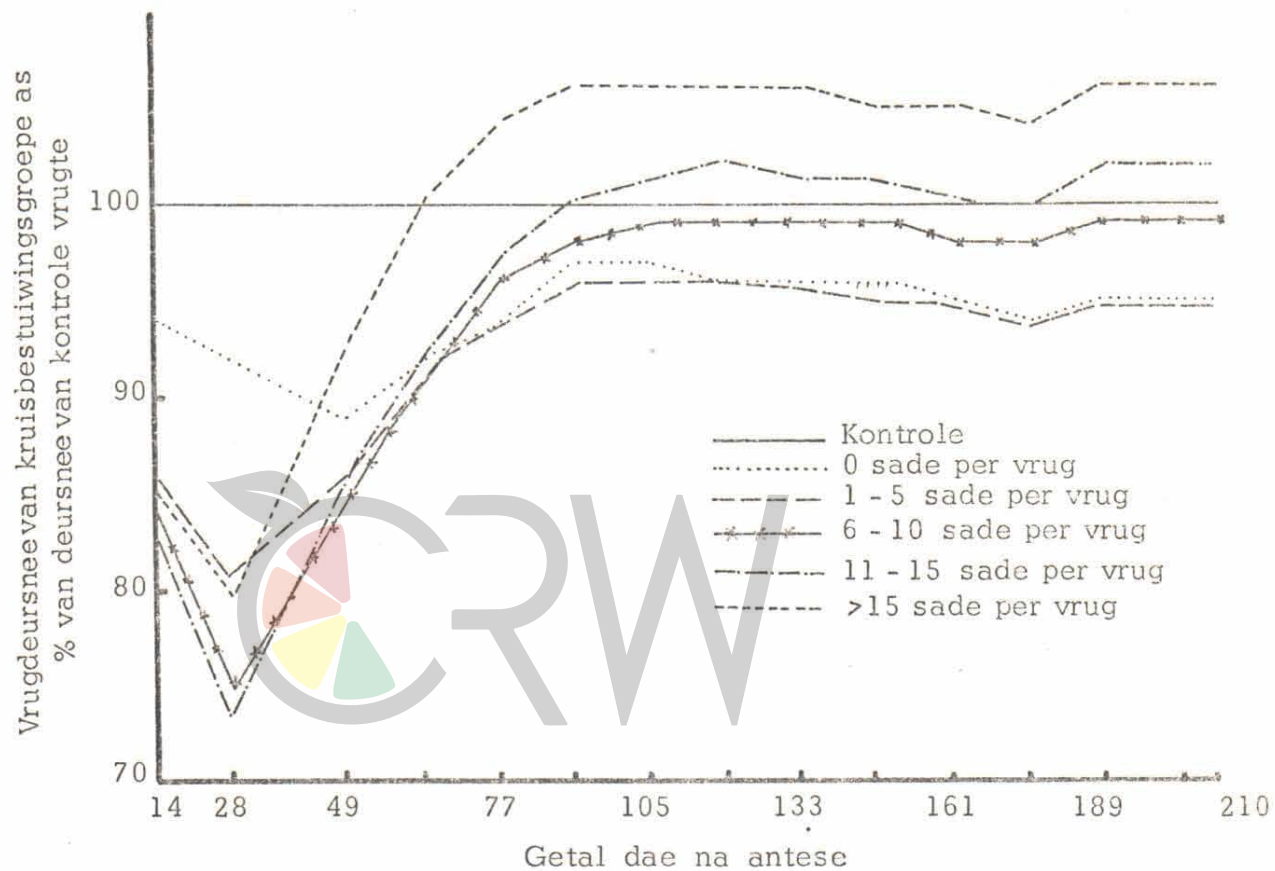


Fig. 16 Invloed van saadinhoud op relatiewe groeitempo van  
vrugte van kruisbestuifde en kontrole Nawel blomme  
(Malelane 1969/70)



In die geval van die saadlose kruisbestuiwingsgroep was die groeitempo laer as by die kontrole vrugte tot 49 dae na antese en het die relatiewe groeitempo eers ná hierdie tyd 'n toename getoon. Hierdie algemene toename in relatiewe groeitempo het tot ongeveer 91 dae na antese voortgeduur. Hierna was die groeitempo van alle vruggroepe min of meer dieselfde as dié van die kontrole.

- (c) Op 'n laat stadium in die seisoen (161 tot 175 dae na antese) toe ongunstige grondvogtoestande geheers het, het 'n geringe afname in die relatiewe groeitempo by al die kruisbestuiwingsgroepe voorgekom.

### 3.3.1.2 MALELANE KRUISBESTUIWINGSEKSPERIMENT 1970/71

Net soos in die vorige eksperiment is daar 'n positiewe korrelasie tussen saadinhoud en vruggrootte van volwasse vrugte gevind,  $r = +0,85$  (Figuur 17).

In Figure 18 en 19 word die invloed van die verskillende peile van saadinhoud op die vruggroei gedurende die volle periode van vrugontwikkeling voorgestel. In albei voorstellings word die groei van die verskillende vruggroepe op grond van die groottes van saadlose vrugte vanaf kruisbestuifde blomme uitgedruk. Dit was nie moontlik om soos in die vorige eksperiment die vergelyking t.o.v. onbestuifde vrugte te doen nie aangesien slegs drie sodanige vrugte volwassenheid bereik het.

Daar is 'n baie noue ooreenstemming tussen hierdie resultate en dié verkry in die vorige seisoen. Die volgende afleidings kan uit die

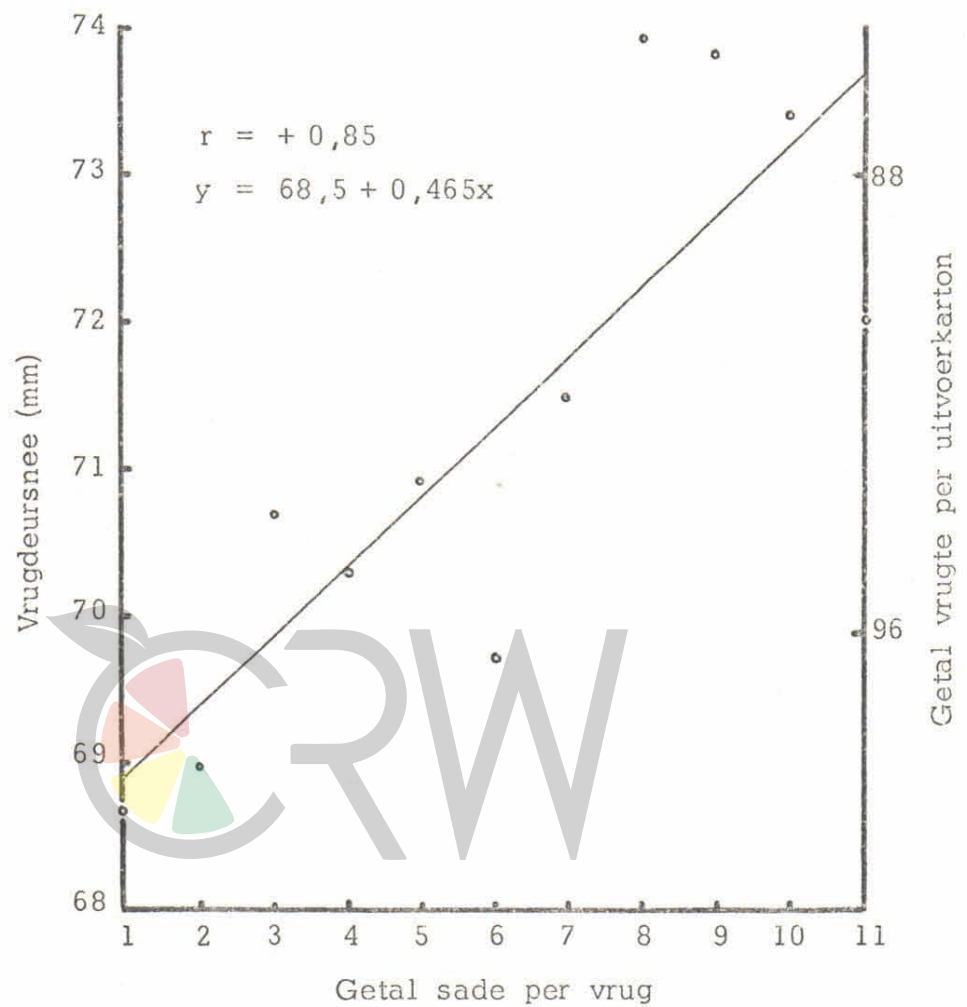


Fig. 17      Korrelasie tussen getal sade en grootte van vol-  
 wasse Nawel vrugte.    Vrugte met geen sade is  
 nie in aanmerking geneem nie (Malelane 1970/71)

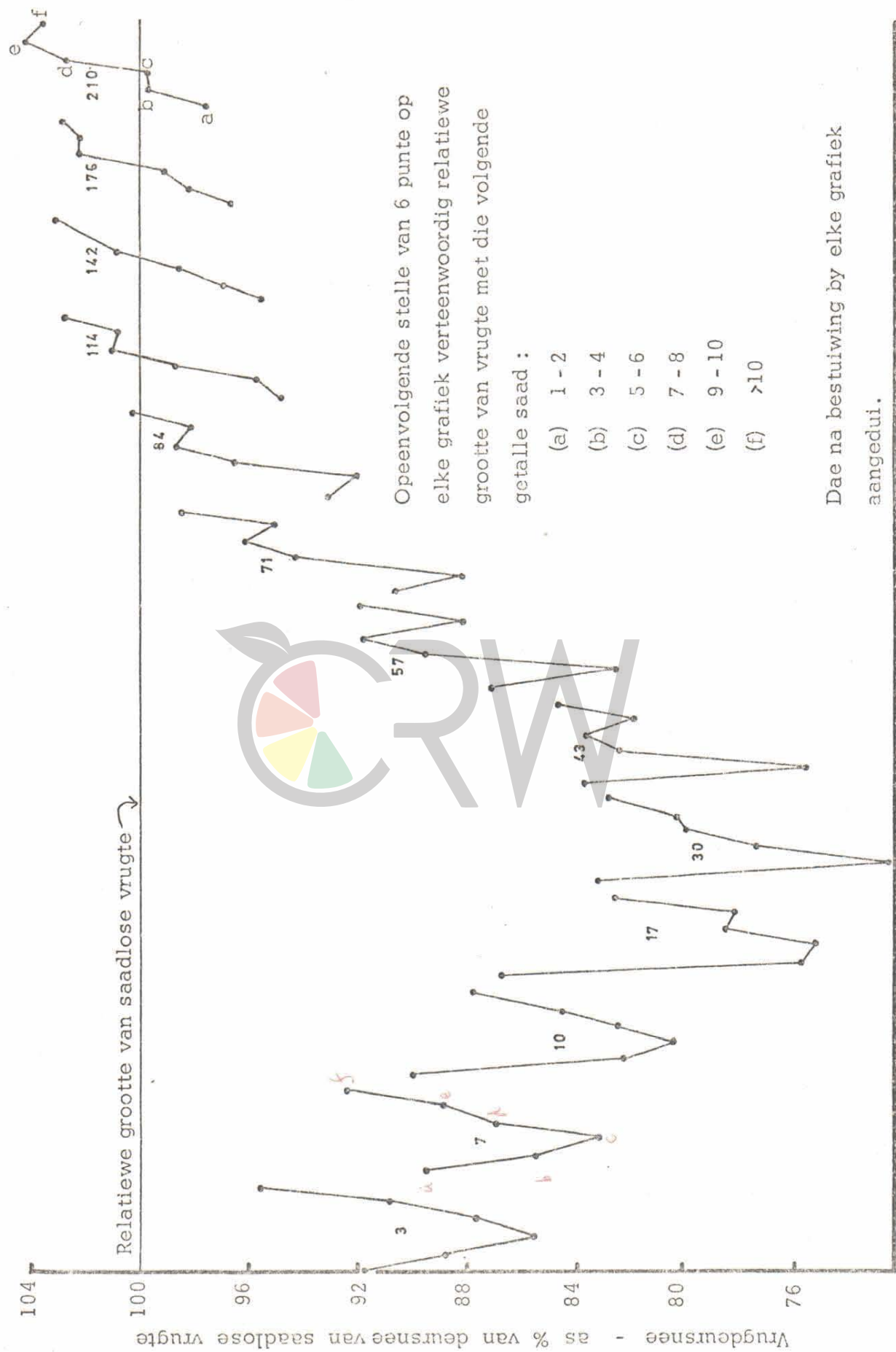


Fig. 18 Die verhouding tussen groottes van saadlose Nawel vrugte en Nawel vrugte met verskillende hoeveelhede saad op toenemende intervale na kruisbestuiwing.



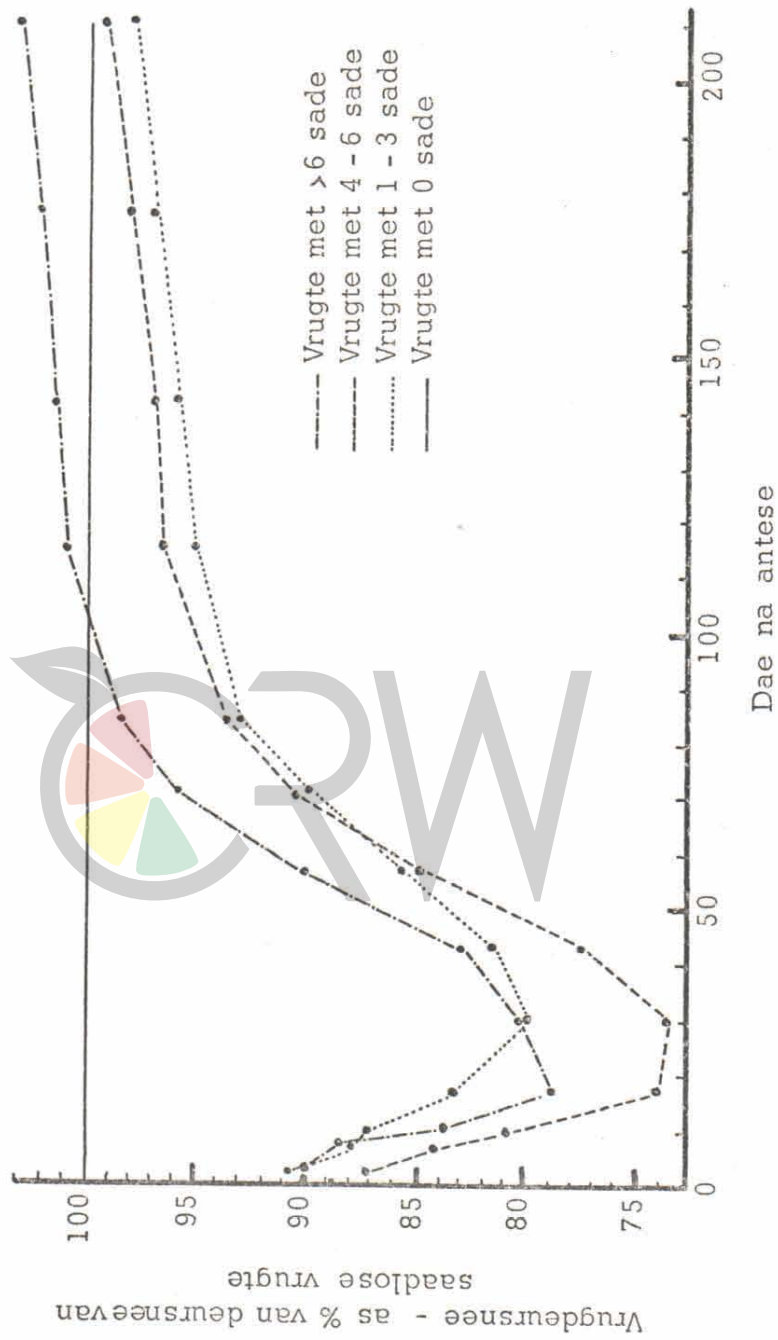


Fig. 19 Die invloed van saadinhoud op relatiewe groeitempo van Washington Navel vrugte (Malelane 1970/71).

*Is dit die beste voorbeeld?*

voorstellings in Figure 18 en 19 gemaak word :

- (a) Drie dae na antese was vrugte met saad kleiner as saadlose vrugte.
- (b) Hierdie agterstand teenoor saadlose vrugte het toegeneem tot ongeveer 30 dae na antese in die geval van vrugte met min saad (1 tot 3 sade) en tot ongeveer 17 dae in die geval van vrugte met relatief baie saad (meer as 6 sade).
- (c) Gedurende hierdie tydperk van algemene afnemende relatiewe groeitempo, het die groeitempo van vrugte met baie saad ook relatief tot die groeitempo van vrugte met min saad afgeneem.
- (d) Na hierdie afname in relatiewe groeitempo, is al die neigings soos hierbo bespreek, in die teenoorgestelde rigting geplaas.
- (e) Daar was 'n drastiese toename in relatiewe vruggroei van vrugte met saad teenoor saadlose vrugte tot iewers tussen 84 en 114 dae na antese.
- (f) Die groeitempo van vrugte met baie saad het ook toegeneem relatief tot die groeitempo van vrugte met min saad.
- (g) Na hierdie tydperk van algemene snelle toename in relatiewe groeitempo vanaf 17/30 dae tot 84/114 dae na antese, was daar tot met volwassenheid 'n geringe toename in die relatiewe groeitempo. Hierdie geringe toename gedurende die latere stadia van vrugontwikkeling was egter nie in die 1969/70 eksperiment aanwesig nie.

Hierdie verskil is moontlik teweeggebring deurdat saadlose vrugte vanaf kruisbestuifde blomme en nie ónbestuifde blomme as basis van vergelyking gebruik is in die 1970/71 eksperiment.

### 3.3.2 MINNEOLA TANGELO

Vanweë die swak vermoë tot partenokarpiese vrugsetting, het slegs 'n baie geringe getal saadlose Minneola vrugte volwassenheid bereik.

Vir die berekening van die relatiewe groeitempo, moes daar dus ook van vrugte met 'n geringe saadinhoud gebruik gemaak word. Gevolglik is die gemiddeldes van die vruggroeidata van alle vrugte met 0 tot 9 sade as 'n basis van vergelyking geneem. Dit was 'n groot teleurstelling dat hierdie wysiging aangebring moes word. Dit moet dus in gedagte gehou word dat die invloed van saad op vruggroei van die Minneola tangelo van 'n heelwat groter omvang was as wat uit die betrokke grafiese voorstellings blyk.

Die vrugte in hierdie proef is ongeveer vier maande voor rypwording ge-oes aangesien bykomstige data daarop gedui het dat die groeitempo van kruisbestuifde vrugte reeds lank voor dié stadium nie meer relatief tot dié van vrugte waarin 'n lae saadinhoud verwag was, toegeneem het nie.

In Figuur 20 word die groeikromme van Minneola vrugte met 'n relatiewe lae saadinhoud (0 tot 9 sade) vergelyk met dié met 'n hoë saadinhoud (40 tot 55 sade). Hierdie drastiese effek van saadinhoud op die stimulering van die Minneola vruggroei is nog duideliker uit Figuur 21



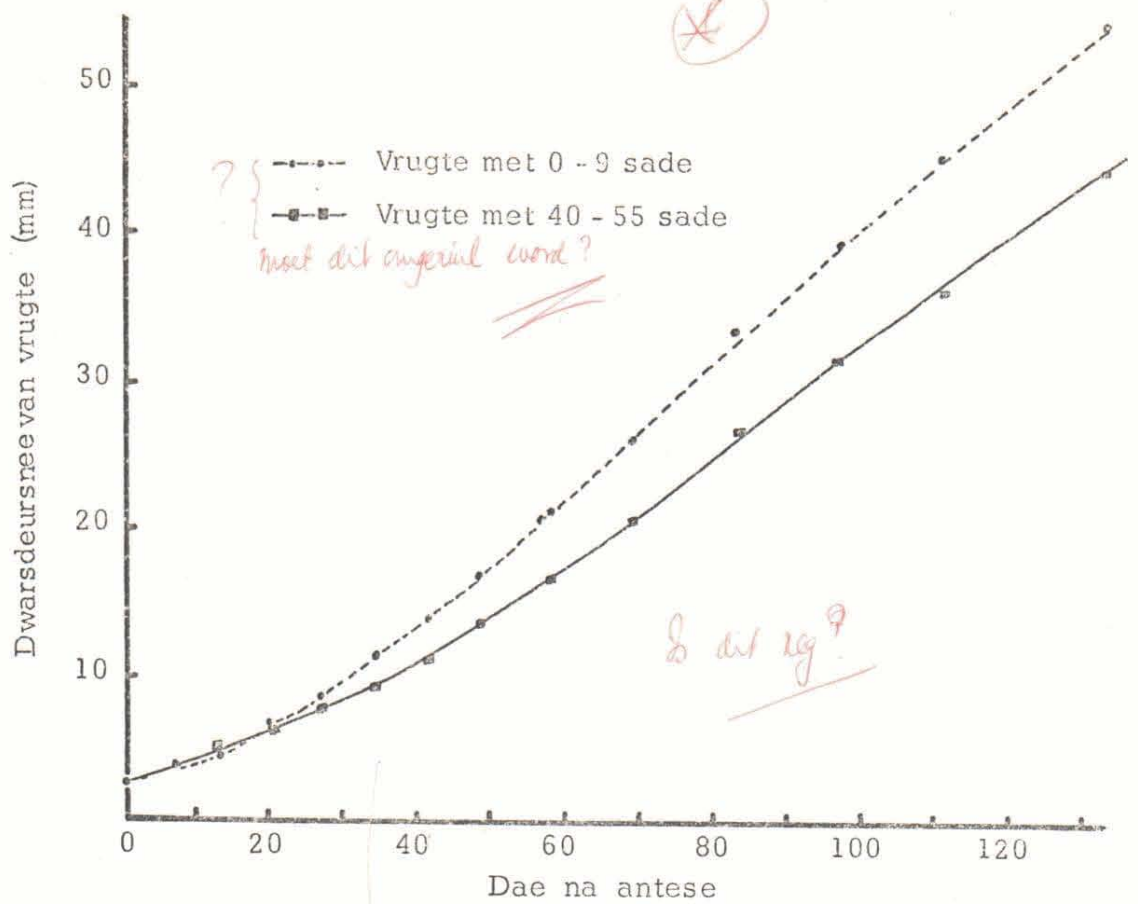


Fig. 20 Groei van Minneola tangelo vrugte soos beïnvloed deur saadinhoud

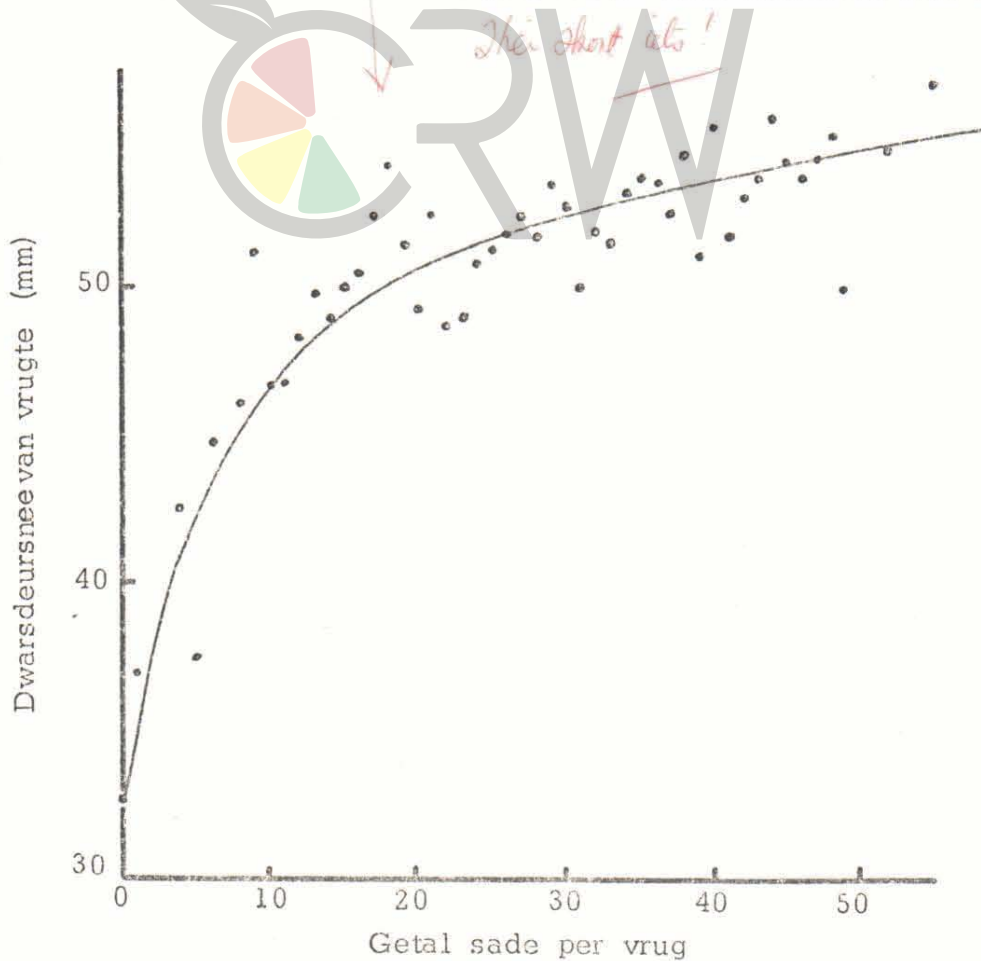


Fig. 21 Invloed van saadinhoud op grootte van Minneola tangelo vrugte, 133 dae na antese

waarin die verband tussen saadinhoud en vruggrootte op 133 dae na antese voorgestel word. Dit is duidelik dat die grootte van Minneola vrugte reeds deur 'n baie lae saadinhoud prominent gestimuleer was. By ongeveer 10 tot 15 sade was daar 'n afplatting van die kromme waarneembaar dog toenemende getalle saad het deurgaans 'n stimulerende invloed op vrug-groei uitgeoefen.

*Agter 20 was dit nie*

Vir die voorstellings van die relatiewe groeitempo soos dit ook by die Nawel soetlemoen gedoen is, is die volgende groepe vrugte gebruik :

- (a) 0 - 9 sade (12 vrugte)
- (b) 10 - 19 sade (74 vrugte)
- (c) 20 - 29 sade (166 vrugte)
- (d) 30 - 39 sade (298 vrugte)
- (e) 40 - 55 sade (124 vrugte)

*and nie in grafiek 22 getoon nie*

Hierdie verwerkings word in Figure 22 en 23 voorgestel.

Daar is verskeie punte van ooreenstemming in hierdie resultate t.o.v. die data wat in die geval van Nawel soetlemoen verkry is.

Vrugte met baie saad was ook aanvanklik kleiner as vrugte met minder saad. Hierdie verskil in grootte het toegeneem waarna daar 'n omkering plaasgevind het en 'n tydperk van snelle relatiewe groei van vrugte met baie saad ingetree het. Na hierdie tydperk van snelle relatiewe groeitempo was die relatiewe groeitempo's dieselfde vir al die groepe. Aan die einde van die waarnemingsperiode het die relatiewe groeitempo van vrugte met baie saad afgeneem.

Vrugdeursnee - as % van gemiddelde deursnee van vrugte met 0 tot 9 sade

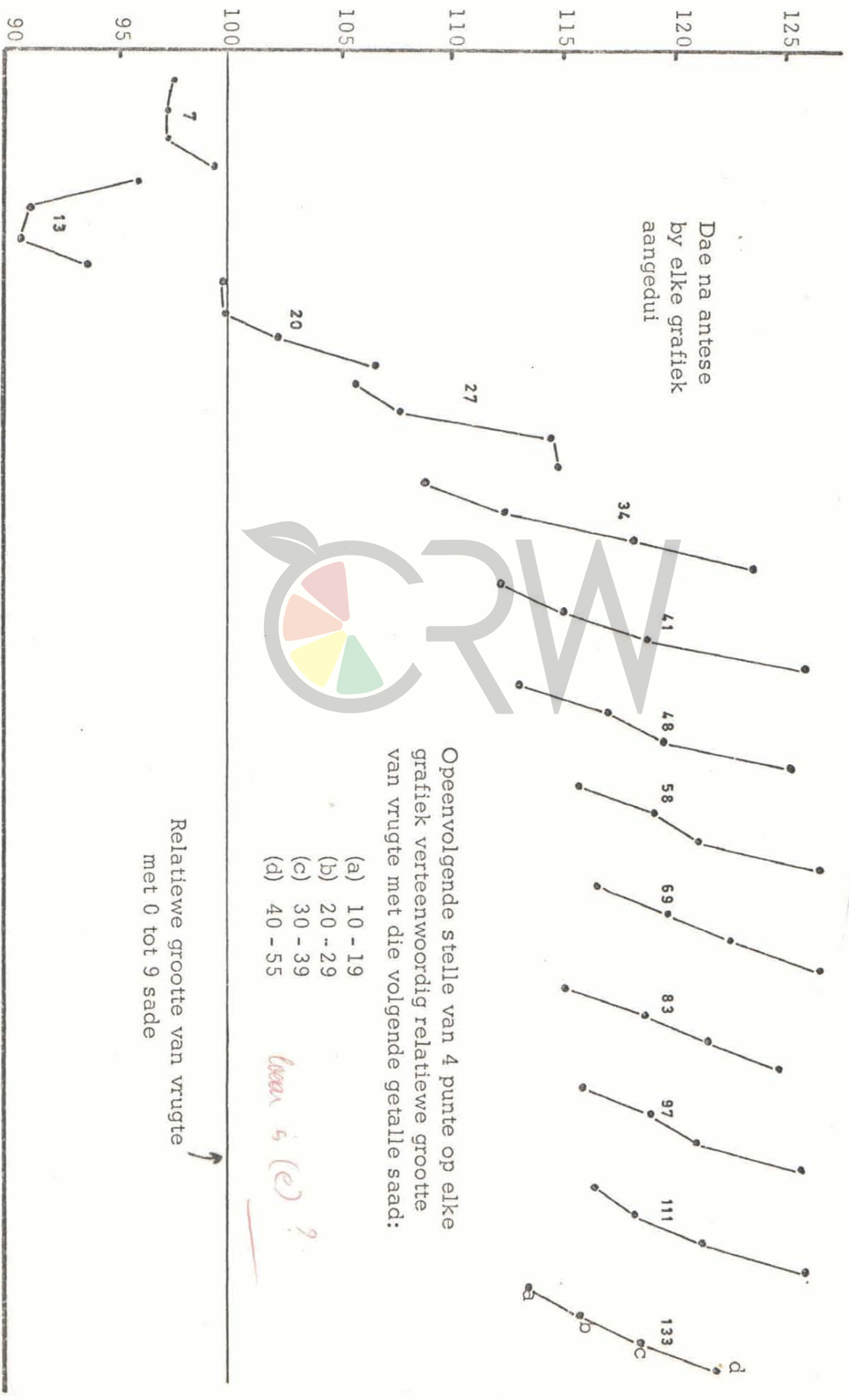
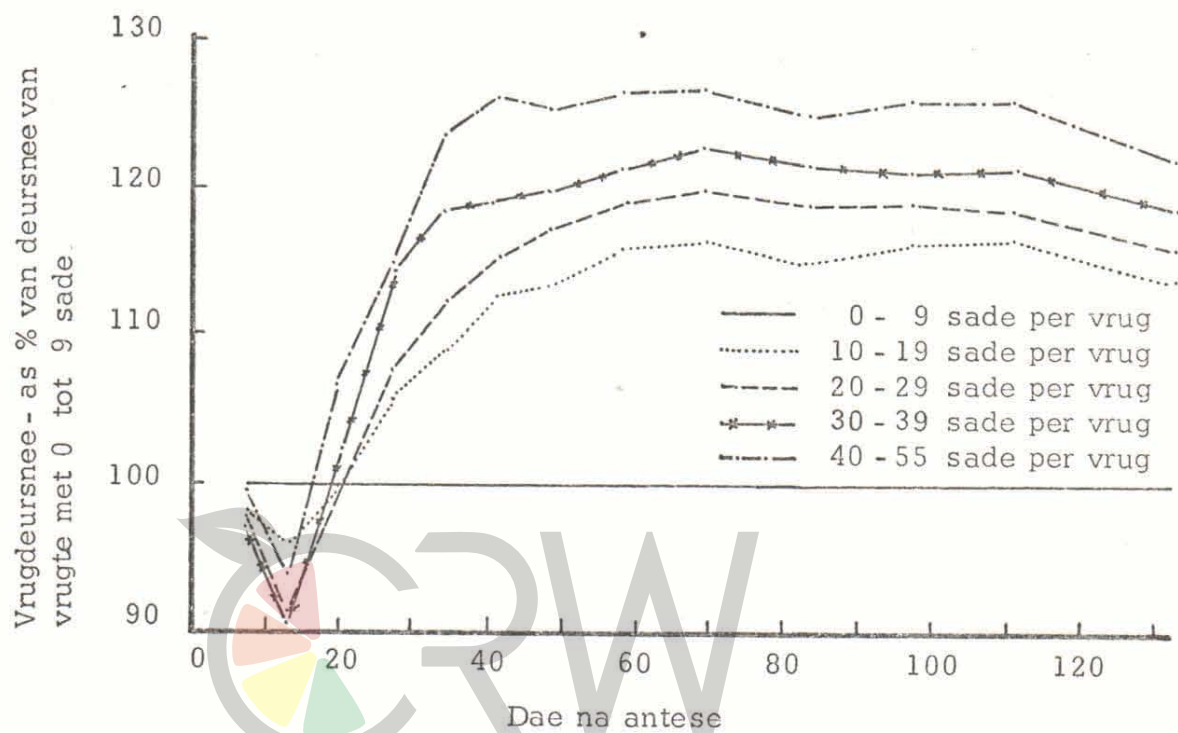


Fig. 22 Verhouding tussen groottes van Minneola tangelo vrugte met 0 tot 9 sade en Minneola vrugte met verskillende hoeveelhede saad op toenemende intervale na antese.





*In die voorstelling die beste?*

Fig. 23

Die invloed van saadinhoud op relatiewe  
groeitempo van Minneola tangelo vrugte.

Ten opsigte van hierdie relatiewe groeikrommes het Nawel soetlemoen en Minneola tangelo die volgende punte van verskil geopenbaar :

- (a) Die afnemende relatiewe groeitempo by Minneola het slegs tot ongeveer 13 dae na antese geduur.
- (b) Die toename in relatiewe groeitempo van vrugte met baie saad hier-na , was baie meer prominent as by die Nawel. Indien die relatiewe groeitempo slegs t.o.v. saadlose vrugte was , sou 'n nog meer drastiese effek verkry gewees het.
- (c) Die betrokke toename het vir 'n korter tydperk as by die Nawel geduur. Na ongeveer 58 dae na antese het alle vruggroepe ongeveer dieselfde relatiewe groeitempo gehandhaaf.
- (d) Aan die einde van die waarnemingsperiode het die relatiewe groeitempo van vrugte met baie saad , 'n dalende neiging getoon. Dit is nie bekend tot watter mate hierdie dalende neiging aan die einde van die eksperiment sou voortgeduur het nie.

Indien derglike studies by Minneola herhaal sou word , sal dit wenslik wees om ook bestuiwing met beperkte getalle van stuifmeelkorrels te doen om sodoende groter getalle van vrugte met min saad te hê vir vergelykingsdoeleindes. Hierdie oorweging is nie so belangrik in die geval van Nawel soetlemoen nie aangesien hierdie cultivar nie so geredelik groot getalle saad vorm nie.

Om genoegsame getalle saadlose vrugte te kry, sal egter 'n probleem bly by Minneola met sy swak partenokarpie. Die verhoging van dié kultivar se vermoë tot partenokarpiese vrugsetting deur ringelering of chemiese behandeling, kan as 'n moontlike oplossing ondersoek word.

### 3.3.3 ORTANIQUE TANGOR

In hierdie eksperiment is daar slegs op drie tye vrugmetings gedoen vanweë die afgeleë ligging van die boord in Swaziland.

Reeds met die eerste meting op 31 dae na antese was dit duidelik dat die bestuiwingsbehandelings 'n drastiese invloed op vruggroei uitoefen.

Op Plaat 5 word 'n Ortanique takkie getoon met 'n kruisbestuifde vruggie sowel as 'n aantal vruggies wat aan natuurlike bestuiwing blootgestel was. Op hierdie stadium (31 dae na antese) was die vruggies van sommige kruisbestuiwingsbehandelings se gemiddelde deursnee meer as twee keer groter as dié van vruggies vanaf selfbestuifde blomme of van blomme wat gladnie bestuif was nie. Daar was trouens met hierdie eerste waarneming 'n positiewe korrelasie tussen vruggrootheid en vrugset van die verskillende bestuiwingsbehandelings met  $r = +0,957$  (Figuur 24). Hierdie positiewe verwantskap was sekerlik die gevolg van die saadinhoud soos dit deur die verskillendebehandelings in die hand gewerk is (sien Tabel 6 in Hoofstuk 2). Die „geen bestuiwings“ en die „selfbestuiwings“ vruggies was met die daaropvolgende waarneming op 77 dae na antese afgespeen dog dit kan aangeneem word dat die vruggies in die tweebehandelings saadloos was.





*Zo klein groter geweest!*

PLAAT 5.

Invloed van hand-kruisbestuiving op grootte van Ortanique vrugte, 1 maand na antese. Die mees distale en groot vruggie is hand-kruisbestuif terwyl die res van die vruggies aan normale oopbestuiving blootgestel was. Let die garingdraad om die vrugsteeltjie van die distale vruggie wat as identifisering van die behandelde blomme gedien het.

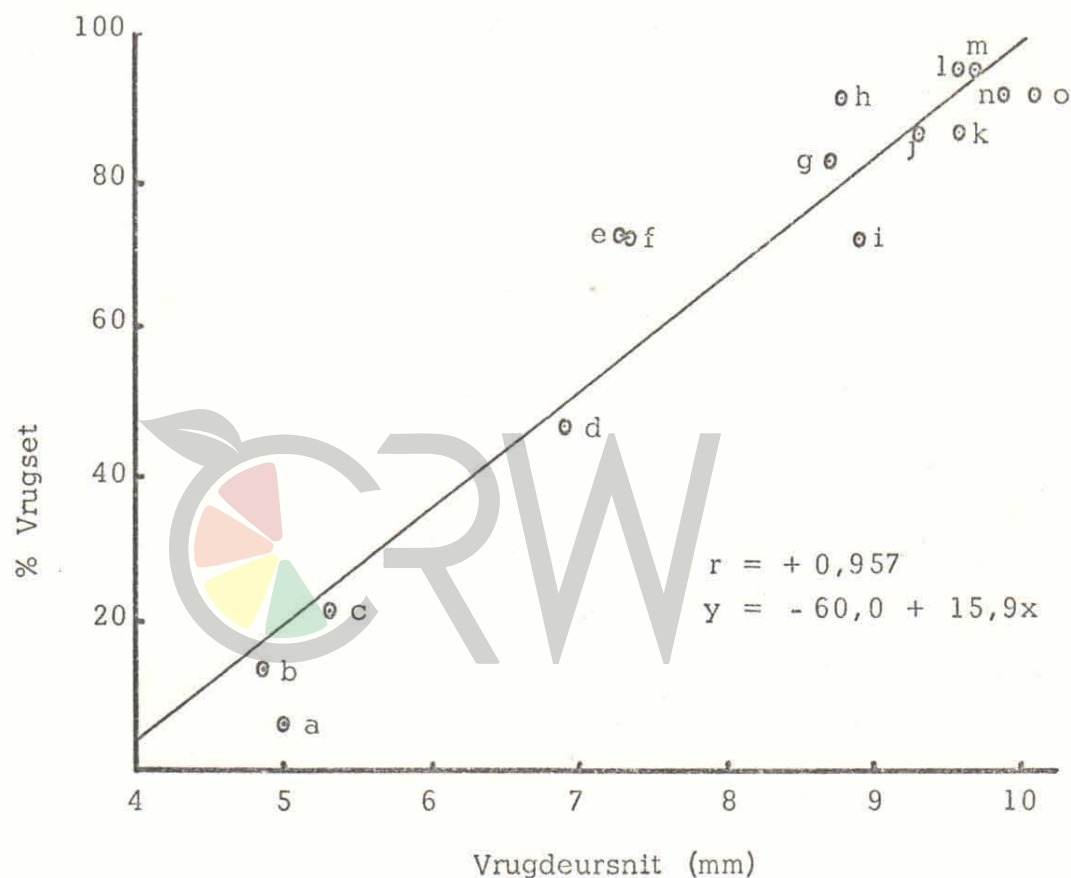


Fig. 24

Die verband tussen vruggrootte en vrugset van Ortanique vrugte in verskillende bestuiwingsbehandelings, 31 dae na antese.

- (a) Selfbestuiwing
- (b) Geen bestuiwing
- (c) Oop bestuiwing
- (d) Knopbestuiwing

Kruisbestuiwings

- |                |              |
|----------------|--------------|
| (e) Hamlin     | (k) Minneola |
| (f) Tomango    | (l) Orlando  |
| (g) Valencia   | (m) Novelty  |
| (h) Pomelo     | (n) Murcott  |
| (i) Pompelmoes | (o) Temple   |
| (j) Lomati     |              |

Die verwantskap tussen die saadinhoud en grootte van Ortanique vrugte word in Figuur 25 voorgestel. Dit is duidelik volgens hierdie data dat die verband nie reglynig was nie. Toenemende getalle saad in vrugte met relatief min saad het net soos by Minneola, 'n baie meer drastiese effek op vruggroei uitgeoefen as by vrugte met relatief baie saad.

Een van die redes waarom daar vrugmetings op 31 dae na antese gedoen is, is omdat daar n.a.v. die Nawel eksperimente (Minneola eksperiment was nog nie afgehandel nie), verwag is dat kruisbestuifde vrugte met hul hoër saadinhoud kleiner as die saadlose vrugte op hierdie stadium sou wees. Uit die voorafgaande bespreking het dit egter al geblyk dat hierdie toestand nie gevind is in die geval van Minneola nie.

Na aanleiding van die reeds bespreekte Minneola eksperiment, word dit vermoed dat Ortanique 'n soortgelyke relatiewe groeitempo - kromme as Minneola mag hê en dus sy „draaipunt" heelwat vroeër as 31 dae na antese sou hê.

### 3.4 GEVOLGTREKKINGS

Die positiewe verband tussen saadinhoud en vruggrootte met volwassenheid is al vir baie vrugtesoorte bewys. Hierdie ondersoek het egter getoon dat saadinhoud die groei van sitrusvrugte op verskillende maniere gedurende die verskillende stadia van ontwikkeling beïnvloed.

Die betrokke metode met behulp waarvan die relatiewe groeitempo van vrugte in hierdie ondersoek bepaal is, mag 'n hulpmiddel wees in die



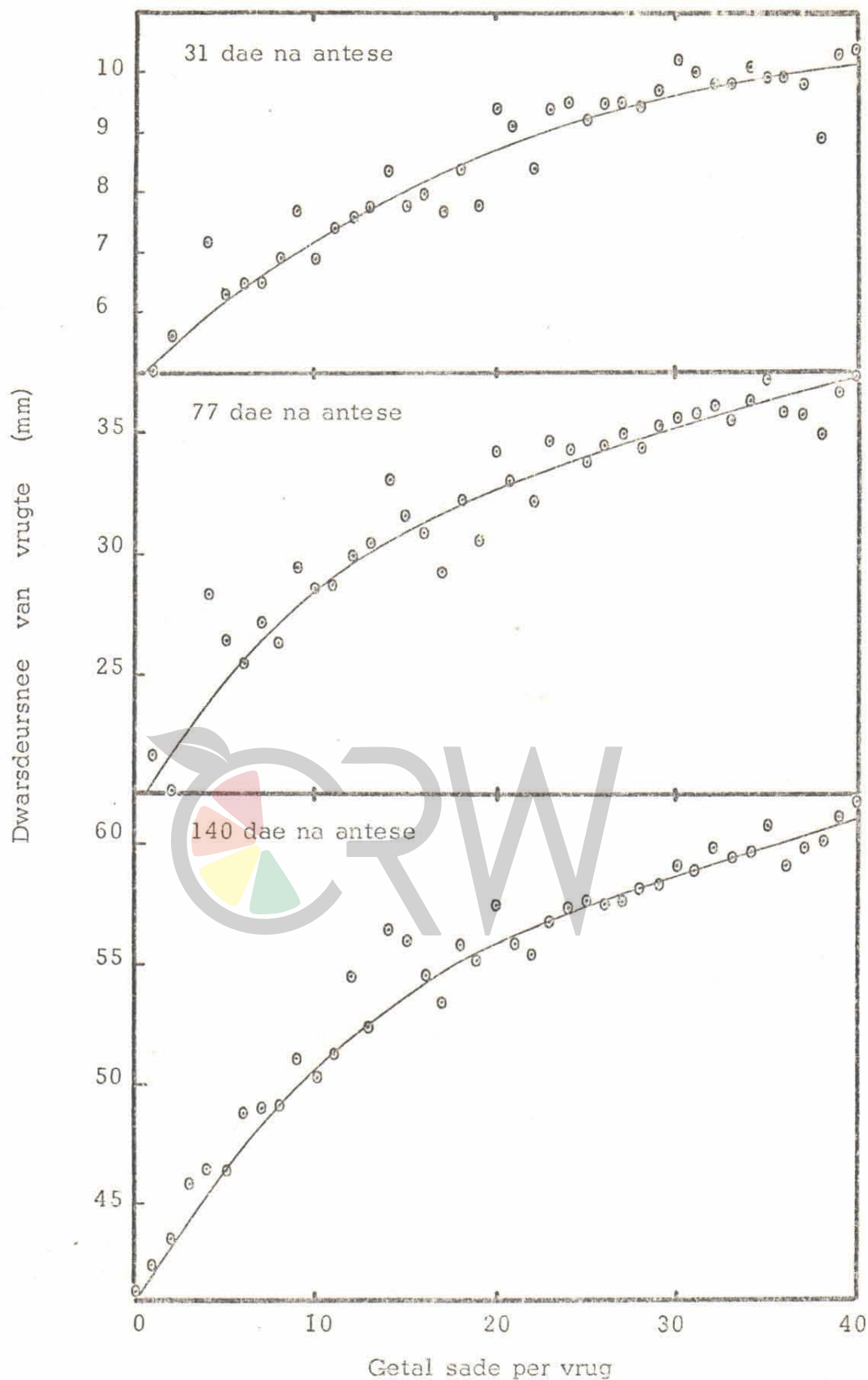


Fig. 25

Die invloed van saadinhoud op grootte van  
Ortanique vrugte op verskillende tye na antese.

ontrafeling van die meganismes waardeur vrugset en vruggroei beheer word. Dit is egter nie bekend tot watter mate die metode met sukses by ander plant spesies aangewend sal kan word nie.

Vir die toepassing van hierdie metode moet die betrokke spesies 'n sekere mate van inherente partenokarpie besit. In die afwesigheid van dié eienskap mag stamringelering of chemiese induksie van partenokarpie moontlik met vrug aangewend word.

In die geval van spesies wat eensadige vrugte dra en wat nie partenokarpie vertoon nie, mag dit onmoontlik wees om die relatiewe groeitempo soos in hierdie studie te bepaal a.g.v. die afwesigheid van enige basis van vergelyking. In die geval van spesies met groot getalle sade in die vrugte, kan bestuiwing met beperkte getalle stuifmeelkorrels ook toegepas word ten einde vrugte met relatief min saad te verkry.

Die metode is egter besonder tydrowend. By gewasse soos sitrus met 'n lae persentasie vrugset, moet baie groot getalle vrugte met die aanvang van die waarnemings gemeet word ten einde voldoende getalle vrugte na die afspeningsperiodes aan die boom te hê. Die finale getal vrugte moet ook groot genoeg wees om genoeg vrugte te voorsien vir die uiterste groepe van saadinhoud met hulle normale lae frekwensie.

Aangesien ander faktore as die saadinhoud ook vruggroei kan beïnvloed soos byvoorbeeld posisie van die vrug aan die boom, is dit noodsaaklik om 'n redelike getal vrugte in elke vruggroep te hê sodat verteenwoordigende gemiddeldes bereken kan word.

Die meeste tyd in derglike eksperimente word egter in die eerste paar weke na antese vereis voordat die grootste gedeelte van vrugafspeling plaasgevind het.

Volgens die betrokke metode word die invloed van die sade op vruggroei geïsoleer. Dit moet egter in gedagte gehou word dat vrugweefsel ook moontlik groeistowwe produseer wat vrugontwikkeling beïnvloed.

Die voorkoms van verskeie groeistowwe is al in saadlose sitrusvrugte aangetoon. Volgens Khalifah (1964) kom daar in Nawel soetlemoenvrugte ten minste drie verskillende gibberelliene voor waarvan een as GA<sub>1</sub> geïdentifiseer is. Verskeie navorsers het ook ouksienagtige stowwe uit Nawel vrugte geëkstraheer (Gustafson, 1939; Khalifah, Lewis & Coggins, 1963; Hassaballa, 1964). Daar is hoër ouksienkonsentrasies in die vrugbeginsels van Nawel soetlemoen voor antese gevind as in dié van saadproduserende cultivars op dieselfde stadium van ontwikkeling. Hierdie verskynsel mag daarvoor verantwoordelik wees dat Nawel soetlemoen 'n groter neiging het tot partenokarpiese vrugsetting as die saadproduserende cultivars.

'n Skematiese voorstelling van die invloed van sade op sitrus vruggroei word in Figuur 26 aangebied en is gegrond op die reeds bespreekte resultate by Nawel soetlemoen en Minneola tangelo. Die belangrikste kenmerke in hierdie voorstelling word numeries aangedui.

Moontlike verklarings vir al hierdie kenmerke word hieronder aangebied. Heelwat bykomende inligting word egter benodig om die juistheid

## HOOFSTUK 4

### ANATOMIESE STUDIES

#### 4.1 INLEIDING

Volgens resultate in die vorige hoofstukke, oefen sade 'n drastiese stimulerende invloed op die ontwikkeling van sitrusvrugte uit. Daar is gevolglik besluit om meer aandag aan hierdie reguleringssentrum van vrugontwikkeling as sodanig te skenk, sowel as aan stuifmeelbuisgroei wat saadvorming voorafgaan.

Schneider (1968) het die kwalitatiewe aspekte van die ontwikkeling van sitrusaad beskryf. Ander anatomiese studies van sitrusaad was feitlik uitsluitlik beperk tot makrosporogenese en embriologie (Osawa, 1912; Banerji, 1954; Holtzhausen, 1972 - ongepubliseerde gegewens).

In die huidige studie is veral aandag geskenk aan kwantitatiewe aspekte van die ontwikkeling van sitrusaad.

#### 4.2 PROSEDURE

Vir die anatomiese ondersoek van saadontwikkeling is prosedures toegepas, soos beskryf deur Brooks, Bradley en Anderson (1950). Die plantmateriaal is in 'n formalien:asynsuur:50 persent etanol mengsel (1:1:8 v/v/v) gefikseer. Na evakuering van die monsters is die materiaal gedehidreer in etanol, verhelder in xileen en ingebed in paraffienwas



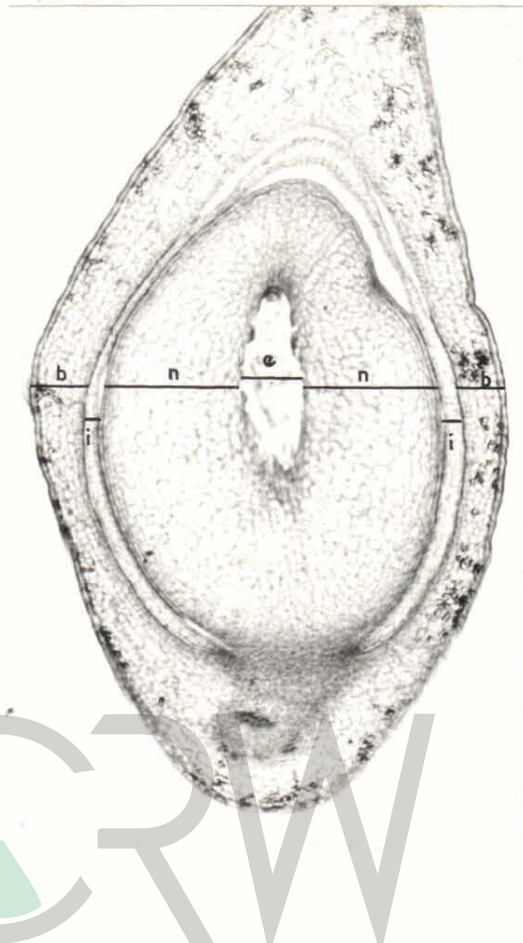
(Tissuemat, smeltpunt  $61^{\circ}\text{C}$ ). Lengtesneë van die saad ( $12\mu$ ) is m.b.v. 'n mikrotroom gemaak, en daarna gekleur in Safranien/Vaste Groen.

Gekontroleerde bestuiwings is deurgaans toegepas ten einde saadmonsters van 'n bekende ouderdom te verkry.

Die ontwikkeling van Nawel saad is in beide die 1970/71 en 1971/72 seisoene ondersoek, en dié van Minneola slegs vir laasgenoemde seisoen. In al drie gevalle is daar gereeld saadmonsters versamel vanaf antese tot ongeveer 110 tot 130 dae daarna. Vanweë die afgeleë ligging van die Ortanique boord in Swaziland is daar slegs drie keer saadmonsters van hierdie kultivar gedurende die 1971/72 seisoen geneem. Die stuifmeelbron in die geval van Nawel kruisbestuiwing was deurgaans pompelmoes, terwyl Minneola en Ortanique blomme met 'n mengsel van stuifmeel van verskillende kultivars kruisbestuif is.

Dikte-metings van die verskillende weefselstreke van die saad is m.b.v. 'n projeksie-mikroskoop gedoen. Die metings is gedoen op sneë waarop die grootte van die integumente, nusellus en embriosak duidelik waarneembaar was.

Plaat 6 toon die posisies waarvolgens dikte-metings in die huidige studie gedoen is. Die bydrae van die verskillende weefselstreke tot die dwarsdeursnee van die saad is deurgaans bepaal. Die groottes is ook bereken in terme van die bydrae van die verskillende weefselstreke tot die deursnee-oppervlakte van die saad in 'n ekwatoriale dwarsdeursnee. Vir hierdie berekening is die aanname gemaak dat die omtrek van die sade in



PLAAT 6.

'n Voorstelling van die lyn waarlangs metings vir die ondersoek van die groei van die verskillende dele van die saad gedoen is.

- b : Buite integument
- i : Binne integument
- n : Nusellus
- e : Endosperm (In die vroeë stadium het hierdie meting 'n onbekende hoeveelheid endosperm in die embriosak beslaan. Op latere stadia was die meting 'n betroubare maatstaf vir endosperm-hoeveelheid.)

'n ekwatoriale dwarsdeursnee, 'n sirkel beskryf in die betrokke periodes van saadontwikkeling.

Met behulp van hierdie metode kon die groeikrommes redelik akkuraat bepaal word, behalwe in die geval van die endosperm in die vroeë stadia van saadontwikkeling. Met die meting tydens antese het die endosperm-meting slegs die embriosak sonder endosperm behels. Na die dubbele bevrugting is groot getalle vry endospermkerne gevorm wat 'n onbekende gedeelte van die gemete grootte in die vroeë stadia beslaan het. Die endosperm het later die volle ruimte van die „endosperm-meting“ behels. Hierna was die betrokke meting 'n betroubare maatstaf van endosperm-groei tot met die aanvang van snelle embrio-groei waartydens die endosperm afgebreek is. Die metings is egter voor hierdie stadium gestaak aangesien dit aangetoon is dat sitrussade op hierdie stadium nie meer 'n noemenswaardige invloed op vruggroei uitgeoefen het nie.

Stuifmeelbuisgroei is d.m.v. die volgende metodes bepaal :

- (a) In sekere gevalle is daar van Safranien/Vaste Groen kleuring gebruik gemaak soos dit toegepas is in die studie van saadontwikkeling.
- (b) In twee eksperimente by die Nawel soetlemoen is verskillende gedeeltes van die style op toenemende intervalle na kruisbestuiwing afgesny. Die ontwikkeling van saad in 'n vrug waarvan 'n stylgedeelte verwyder was, was 'n aanduiding dat die spermselle al verby die plek van snyding beweeg het tydens die toepassing van die behandeling.



- (c) Kleuring met Martius Geel en Resorsien Blou is in navolging van Ton en Krezdorn (1966) toegepas. Vyftig milligram van elk van die twee kleurstowwe is in 100 ml water opgelos. Die suurtegraad van dié oplossing is met behulp van 'n een persent ammoniak-oplossing tot ongeveer pH 8 gebring (Sherman, 1971 - persoonlike mededeling). Met behulp van hierdie metode kleur die kallose proppe van die stuifmeelbuis blou terwyl die stylweefsel 'n ligte groen-geel kleur vertoon.
- (d) Die Anilien-Blou kleuring soos toegepas deur Kho en Baër (1968) is ook aangewend. Hierdie behandeling gee aanleiding tot fluorisensie van die kallose proppe in ultra-violet lig. Die monsters is met behulp van 'n ultra-violet mikroskoop ondersoek. Sowel mikrotomsneë van die style as pagedrukte stylgedeeltes is volgens laasgenoemde twee kleuringsmetodes ondersoek.

#### 4.3 BESPREKING VAN RESULTATE

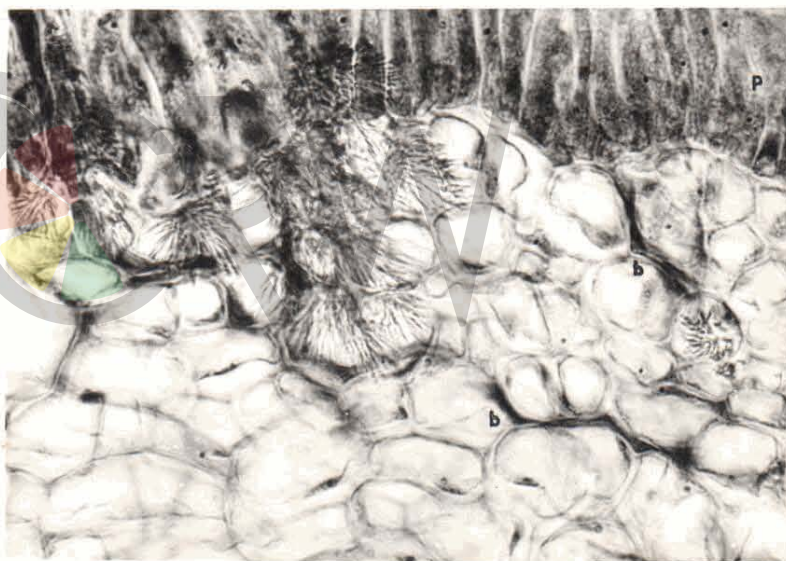
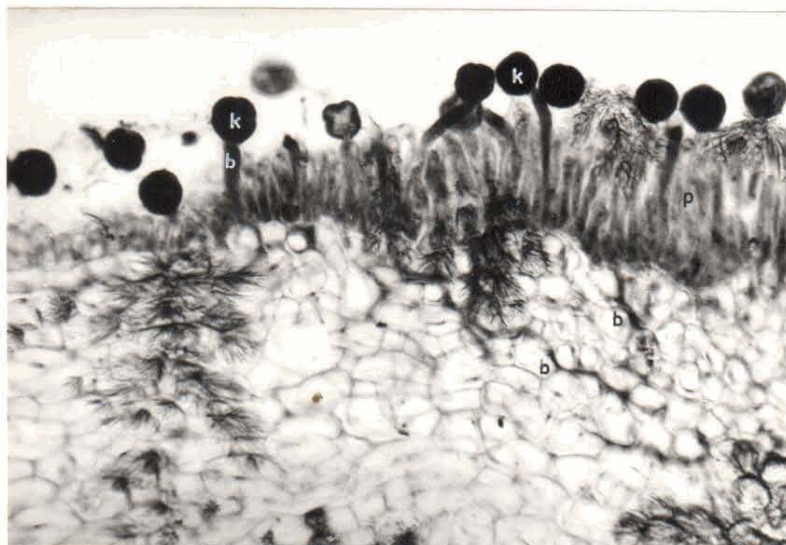
##### 4.3.1 STUIFMEELBUISGROEI

###### 4.3.1.1 NAWEL SOETLEMOEN

Al drie die kleuringsmetodes het goeie resultate gelewer sover dit stuifmeelbuisgroeï in die stempel betref.

Met die eerste monsterneming ses uur na kruisbestuiwing het die stuifmeel alreeds ontkiem, en het die stuifmeelbuis tussen die stempelpapille ingedring. Deur middel van intersellulêre groei (Plaat 7)





PLAAT 7.

'n Voorstelling van die intersellulêre groei van stuifmeelbuise in stempels van Nawel soetle-moenblomme. (Plaatjie 3x1.11. Boonste foto: x220; Onderste foto: x506)

|     |                  |
|-----|------------------|
| k = | stuifmeelkorrels |
| b = | stuifmeelbuise   |
| p = | stempelpapille   |

het die buise na een dag al ten minste 130 $\mu$  afgelê. Sodra 'n stylkanaal bereik is, het verdere groei hoofsaaklik daarin plaasgevind. Banerji (1954) meld dat stuifmeel op pompelmoesstempels 30 minute na bestuiwing reeds begin ontkiem het.

In Nawel style kon stuifmeelbuisgroeï verder as die stempel nie so duidelik volgens die Martius Geel/Resorsien Blou metode gevolg word soos in die geval van Minneola style nie. Die Anilien-Blou/fluorisensie metode, wat slegs in die geval van Nawel soetlemoen uitgetoets is, het ook slegs in die stempelweefsel duidelike resultate gelewer. In die geval van die laasgenoemde metode was daar soveel bykomstige fluorisensie in die styl dat die resultate geensins betroubaar was nie. Vir die uittoetsing van dié metode as sodanig is tamatie-blomstyle ondersoek na behandeling met Anilien-Blou; die groei van die tamatie-stuifmeelbuis kon baie duidelik gevolg word.

Preil (1970) het gemeld dat die sintese van kallose in stuifmeelbuis en die gevolglike kleuring daarvan, afhanklik is van toestande tydens stuifmeelbuisgroeï. Hoë temperature, versteurde waterverhoudings en onvoldoende lig het minder fluorisensie van die stuifmeelbuis in die Anilien-Blou metode tot gevolg gehad. Dit is nie bekend of sodanige faktore 'n rol in die onsuksesvolle toepassing van die kleuringsmetodes in die Nawel styl kon gespeel het nie.

#### Verwydering van stylgedeeltes

Die verwydering van stylgedeeltes op verskillende tye na kruisbestuiwing is 'n tydrowende metode, maar het duidelike resultate

opgelewer. Hierdie metode is reeds toegepas om die snelheid van stuifmeelbuisgroeï by tamaties (Judkins, 1939) en peper (Cochran, 1970) vas te stel. Beide hierdie navorsers het die hele styl op toenemende intervale verwyder. In die huidige studie is daar verskillende lengtes van die styl afgesny.

Die eerste eksperiment is tydens 'n buiteseisoense blomvorming van Greathead Nawel soetlemoenbome in Desember 1970 uitgevoer. Daar is gebruik gemaak van pompelmoesstuifmeel wat vir drie maande by ongeveer  $-20^{\circ}\text{C}$  opgeberg was. Dit is nie bekend tot watter mate die stuifmeelbuisgroeï beïnvloed is deur die gebruik van die opgebergde stuifmeel en die heersende relatiewe hoë temperatuur in Desember nie.

Die persentasie vrugset by hierdie buite-seisoense blomvorming was besonder hoog, en daar is gevolglik aansienlike getalle vrugte verkry, selfs in die behandelings waar geen saadvorming plaasgevind het nie. Hierdie verskynsel was welkom aangesien daar slegs 20 blomme in elk van die 21 behandelings betrokke was.

6, 12, 13  
Verwydering van stylgedeeltes (hele styl en helfte daarvan) is gemaak op 13,6 en 12 ure na kruisbestuiwing, en daarna daaglik van een tot ses dae na kruisbestuiwing. Die resultate van hierdie eksperiment word in Figuur 27 voorgestel.

Geen saadvorming het plaasgevind by behandelings waar afsnydings vanaf een uur tot een dag na bestuiwing gedoen is nie. Twee dae na bestuiwing het die eerste stuifmeelbuis reeds by die middel van



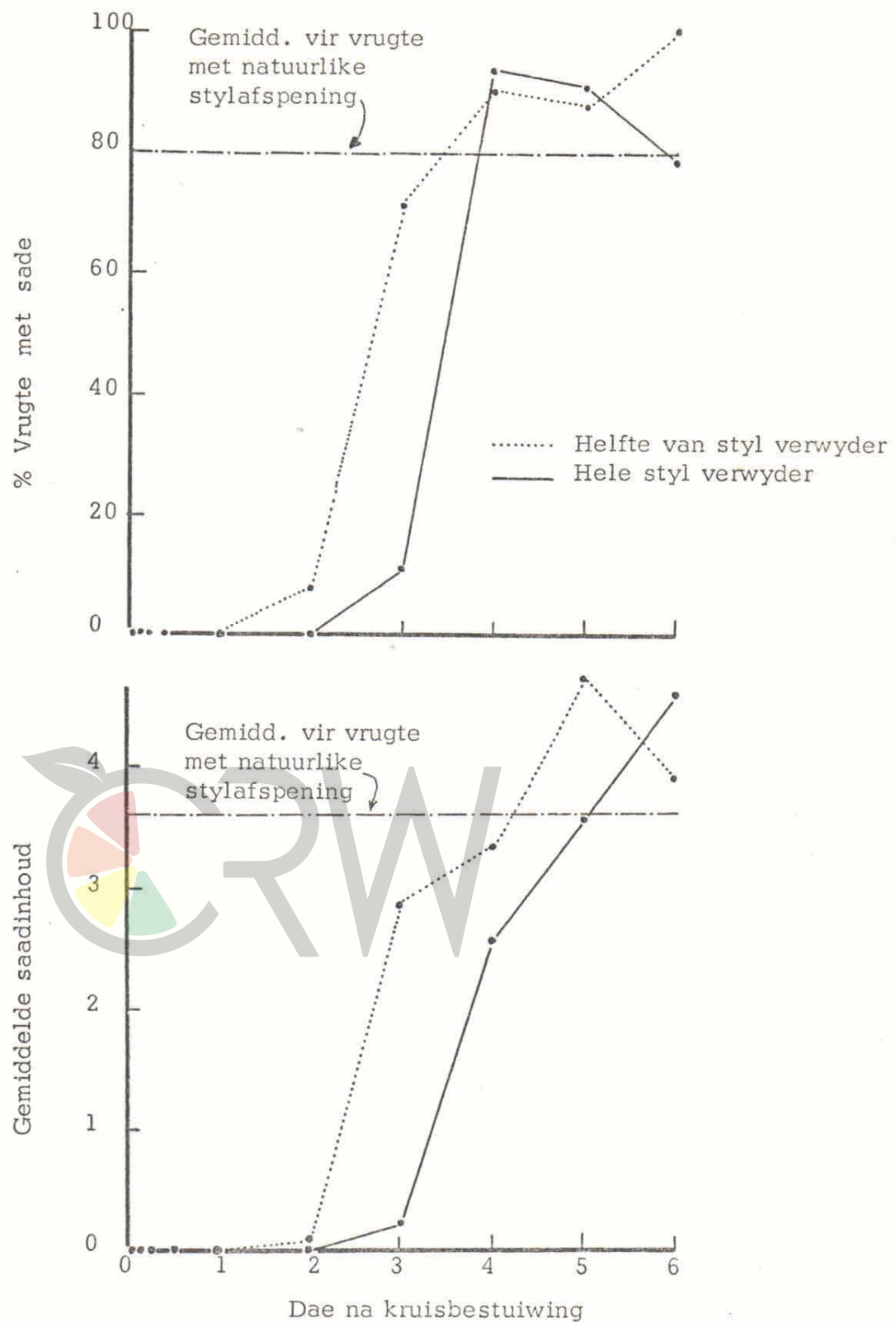


Fig. 27

Verwydering van stylgedeeltes op toenemende intervalle na kruisbestuiwing met pompelmoesstuifmeel - invloed daarvan op saadvorming by Greathead Navel soetlemoen.



die styl verby beweeg, dog het nog nie die basis van die styl bereik nie. Na drie dae was 'n groot gedeelte van die stuifmeelbuis al verby die middel van die styl, en het enkeles ook al verby die basis van die styl beweeg en die vrugbeginsel binnegedring. Gedurende die daaropvolgende dag het die meeste stuifmeelbuis die vrugbeginsel bereik.

Die grootste gedeelte van die stuifmeelbuis het die middel en die basis van die style dus na ongeveer 2,5 en 3,5 dae respektiewelik bereik. Die gemiddelde totale lengte van die Nawel style was 10,55 mm terwyl die gemiddelde lengte van die halfgedeeltes wat afgesny is, 5,74 mm was. Hiervolgens was die gemiddelde snelheid van stuifmeelbuisgroei in die distale gedeelte van die styl ongeveer 100 $\mu$  per uur, en dié in die proksimale gedeelte van die styl ongeveer 200 $\mu$  per uur.

Met bestuiwing kon groot getalle stuifmeelkorrels ook laer af teen die styl te lande gekom het. Indien sodanige stuifmeelkorrels sou ontkiem het indien dit met die latere verwydering van stylgedeeltes met die snyvlak in aanraking gekom het, kon dit tot foutiewe afleidings aanleiding gegee het. Volgens Maheshwari (1950) het Katz gevind dat stuifmeel op snyvlakke van die styl kan ontkiem indien daar terselfdertyd ook van die stempel-uitskeiding aangewend is. Dit is nie bekend watter plant spesies in die eksperiment betrokke was nie.

Met oog op die voorafgaande is die volgende vier bykomstige behandelings tydens die eksperiment toegepas, nl. :

- (1) Helfte van styl verwyder - slegs stuifmeel op snyvlak  
geplaas

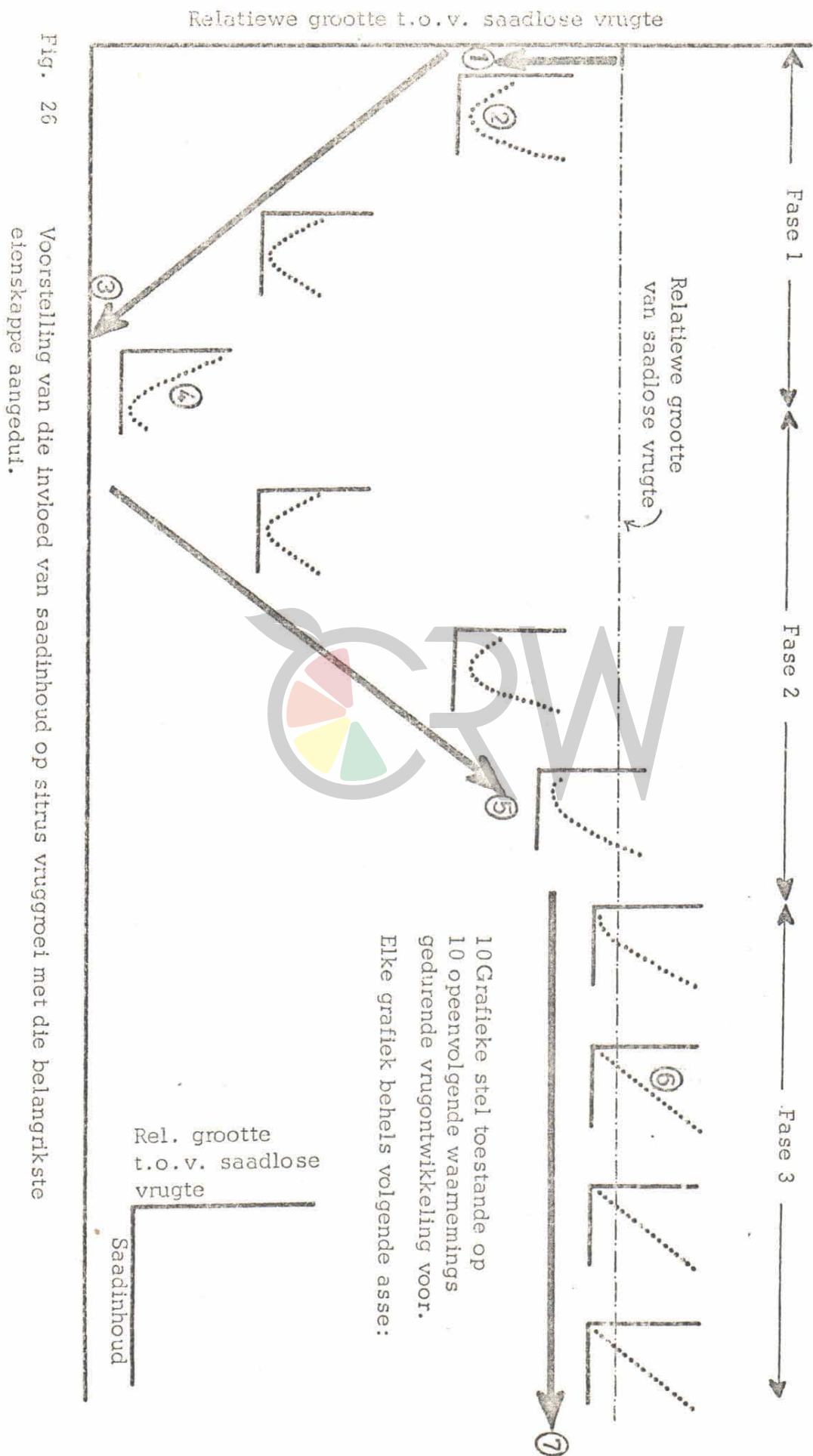


Fig. 26

Voorstelling van die invloed van saadinhoud op sitrus vrugroei met die belangrikste eienskappe aangedut.

- (2) Helfte van styl verwyder - stuifmeel en stempel-uitskeiding op snyvlak geplaas
- (3) Hele styl verwyder - slegs stuifmeel op snyvlak geplaas
- (4) Hele styl verwyder - stuifmeel en stempel-uitskeiding op snyvlak geplaas

Al die vrugte in hierdie vier behandelings was saadloos.

Gedurende die daaropvolgende lente (Augustus 1971) is 'n soortgelyke eksperiment by Washington Nawels gedoen. In hierdie eksperiment is daar drie stylgedeeltes verwyder, nl. die stempel, die helfte van die stylgedeelte onder die stempel, asook die hele styl. Die stylverwyderings is 12 uur na kruisbestuiwing, en daaglik daarna vanaf een tot ses dae na die bestuiwing, gedoen.

Daar was slegs 50 blomme in elk van die behandelings betrokke en die gevaar het bestaan dat die normale afspening van vrugte gedurende die lente groeisyklus daartoe aanleiding kon gee dat geen of min vrugte in baie van die behandelings geset het. Daar is gevolglik 10 dae na kruisbestuiwing toedienings van  $2\mu\text{g}$  gibberelliensuur aan elke vruggie gemaak. Ongepubliseerde data het getoon dat hierdie toediening Nawel vrugset kan verhoog. Die toediening is op hierdie relatiewe laat stadium gedoen aangesien vroeër behandelings met hierdie plantgroeistof moontlik ook 'n invloed op stuifmeelbuisgroei kon uitgeoefen het.

Die resultate van hierdie eksperiment word in Tabel 7 aangegee.



TABEL 7

Verwydering van stylgedeeltes op verskillende tye na kruisbestuiwing met pompelmoesstuifmeel -  
invloed daarvan op saadvorming by Nawel soetlemoen (Augustus 1971).

| Stylgedeelte<br>verwyder<br><br>Tyd<br>na kruis-<br>bestuiwing | Stempel<br>verwyder  |                          | Helfte van<br>styl<br>verwyder |                          | Hele<br>styl<br>verwyder |                          |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                                                | % Vrugte<br>met saad | Gemiddelde<br>Saadinhoud | % Vrugte<br>met saad           | Gemiddelde<br>Saadinhoud | % Vrugte<br>met saad     | Gemiddelde<br>Saadinhoud |
| 12 uur                                                         | 0                    | 0                        |                                |                          | 0                        | 0                        |
| 1 dag                                                          | 0                    | 0                        | 0                              | 0                        | *                        | *                        |
| 2 dae                                                          | 0                    | 0                        | 0                              | 0                        | 0                        | 0                        |
| 3 dae                                                          | 83                   | 5,5                      | 0                              | 0                        | 0                        | 0                        |
| 4 dae                                                          |                      |                          | *                              | *                        | 0                        | 0                        |
| 5 dae                                                          |                      |                          | 83                             | 2,2                      | 38                       | 2,0                      |
| 6 dae                                                          |                      |                          | 100                            | 7,8                      | 100                      | 9,1                      |

Geen stylverwydering    % vrugte met saad    : 100  
 Gemiddelde saadinhoud    : 9,8

\* Geen vrugte het geset nie.

Nieteenstaande die voorsorgmaatreëls om die vrugset te verhoog, het daar geen vrugte in twee van die behandelings geset nie.

Die tempo van stuifmeelbuisgroeï in hierdie eksperiment was laer as dié wat in die vorige proef verkry is. Die volgende afleidings kan gemaak word op grond van die resultate: Die spermselle het na drie dae eers verby die stempelbasis beweeg dog het nog nie die middel van die styl bereik nie. Daar het ongelukkig geen vrugte geset in die behandeling waar die helfte van die styl na vier dae afgesny was nie. Op die vyfde dag het groot getalle stuifmeelbuisse alreeds by die helfte van die styl verby gegroeï en het 'n geringe getal buise ook alreeds die basis van die styl bereik.

Al die vrugte wat geset het in die behandelings waar stylgedeeltes na ses dae afgesny was of gladnie verwyder is nie, het sade gehad.

Die metode se grootste voordeel lê in die kwantitatiewe aard van die resultate.

Die groei van die stuifmeelbuisse kan egter slegs tot by die basis van die styl gevolg word. Dit was m.a.w. nie moontlik om vas te stel wanneer die stuifmeelbuisse die saadknoppe bereik het nie. Wanneer 'n stuifmeelbuis egter die basis van die styl bereik, is ongeveer 90 persent van sy reis reeds afgelê en dit word vermoed dat die saadknoppe daarna binne ten minste een dag bereik sou word. Hiervolgens het die stuifmeelbuisse die Nawel saadknoppe na ongeveer vier dae bereik in die eksperiment waarin daar van buite-seisoense blomme gebruik gemaak is. In die daaropvolgende lente was die ooreenstemmende tydsduur ongeveer 5 tot 6 dae.

#### 4.3.1.2 MINNEOLA TANGELO

Beide Safranien/Vaste Groen en Martius Geel/Resorsien

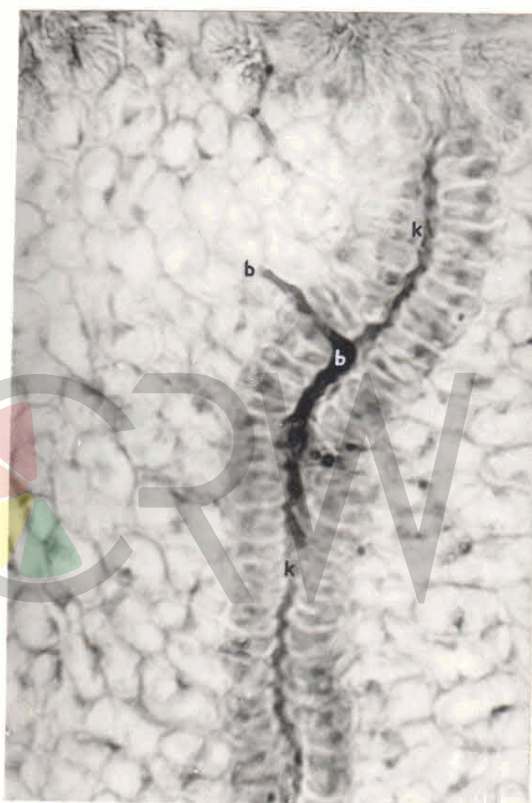
Blou metodes van stuifmeelbuiskleuring het goeie resultate by Minneola gelewer. In die proksimale gedeelte van die styl het eersgenoemde metode egter nie sulke goeie resultate as laasgenoemde tot gevolg gehad nie.

Net soos by die Nawel het die stuifmeelbuisse deur middel van intersellulêre groei tot by die naaste stylkanaal beweeg en vandaar in die kanaal langs (Plaat 8). Een dag na kruis - sowel as selfbestuiwing het die buise die basis van die stempel bereik. Van hier was die groei feitlik uitsluitlik tot die stylkanale beperk.

Na drie dae het die voorste stuifmeelbuisse in die geval van kruisbestuiwing al ten minste 5,2 mm vanaf die distale punt van die stempel beweeg terwyl die ooreenstemmende afstand in die geval van selfbestuiwing, 3,3 mm was.

Ses dae na kruisbestuiwing het sommige stuifmeelbuisse reeds die saadknoppe binnegedring. Plaat 9 toon 'n stuifmeelbuis wat op hierdie stadium sopas die poortjie van 'n saadknop bereik het. In die betrokke buis kan ten minste twee van die drie kerne in die stuifmeelbuis onderskei word. Dit kan nie sondermeer aangeneem word dat die buiskern konsekwent distaal van die spermselle in die stuifmeelbuis aangetref word nie (Maheshwari, 1950). Gevolglik kan dit gestel word dat 'n spermsel en óf die tweede spermsel óf die buiskern op die betrokke plaat onderskei kan word.



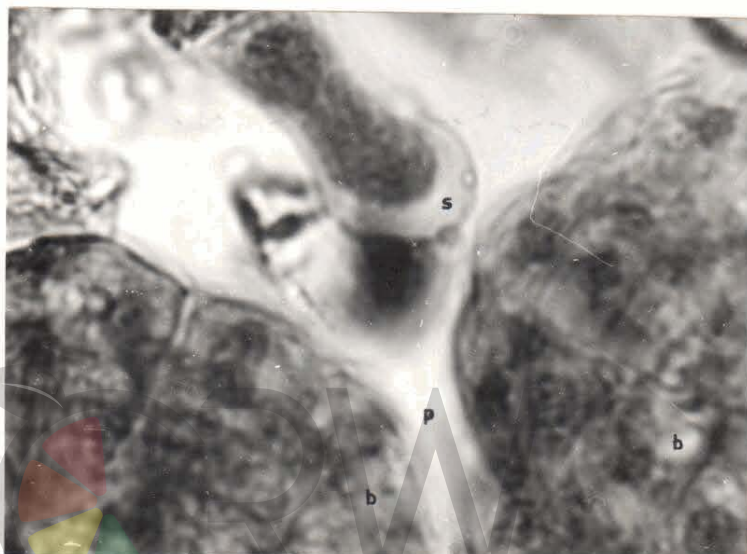


PLAAT 8.

Die groei van 'n stuifmeelbuis ná en in 'n stylkanaal in die stempel van 'n Minneola blom. Die monsterneming het drie dae na selfbestuiwing geskied.

(Plaatjie MXS.3.2.1. X393)

b :        stuifmeelbuis  
k :        stylkanaal



PLAAT 9.

Die punt van 'n stuifmeelbuis bereik die poortjie van 'n Minneola saadknop, ses dae na kruisbestuiwing. (Plaatjie MXS.6.1.2. X 1980)

s = stuifmeelbuis  
p = poortjie  
b = buite integument

Plaat 10 toon 'n stuifmeelbuis wat op die sewende dag reeds die saadknop binnegedring het. Die kleuringsmetode in albei die laasgenoemde gevalle (Plate 9 en 10) was Safranien/Vaste Groen.

In die geval van selfbestuifde blomme kon daar selfs met die laaste waarneming, naamlik op nege dae na bestuiwing, geen stuifmeelbuisgroeï verder as 3,9 mm vanaf die distale punt van die stempel gevind word nie. Hierdie buise het m.a.w. omtrent geen groei vanaf die derde dag na bestuiwing getoon nie. Die totale lengte van die Minneola blomstyle was gemiddeld ongeveer 10 mm.

Op die sesde dag na antese was daar nog geen beduidenis van 'n vorming van die afspeningslaag in die styl nie. Met die monsterneming op nege dae na antese was die afspeningslaag alreeds prominent. Hierdie resultate toon dat die selfonverenigbaarheid van Minneola waarskynlik nie gewyt kan word aan 'n fisiese hindernis deur die afspeningslaag as gevolg van 'n stadige tempo van stuifmeelbuisgroeï nie. Die stuifmeelbuis het al in die distale gedeelte van die styl feitlik tot stilstand gekom.

Hierdie afleiding is in ooreenstemming met dié van Carlos (1968) wie stuifmeelbuisgroeï in die selfonverenigbare Orlando tangelo bestudeer het. Carlos het egter gevind dat die stuifmeelbuis in die geval van selfbestuiwing, tot 5/6 van die lengte van Orlando blomstyle ingedring het. In die geval van selfbestuiwing van Minneola tangelo (Ton & Krezdorn, 1966), is dit aangetoon dat die stuifmeelbuis na agt dae slegs 2/3 van die styl gepenetreer het. Op hierdie tydstip het die stuifmeelbuis in die geval van kruisbestuiwing, alreeds die saadknoppe bereik.





PLAAT 10.      Stuifmeelbuis in Minneola saadknop, sewe dae  
na kruisbestuiwing.  
(Plaatjie No. MX2.1.3 X400)

- b : stuifmeelbuis
- u : buite integument
- p : epidermale papille
- i : binne integument
- n : nusellus

In die huidige studie is die verste binnedringing wat waargeneem is na selfbestuiwing van Minneola, minder as helfte van die styl-lengte, of te wel 3,9 mm van die totale lengte van ongeveer 10 mm. Hierdie verskil tussen die plaaslike bevinding en dié oorsee mag moontlik op grond van klimaatsverskille verklaar kan word. Volgens Lewis (1949) word stuifmeelbuisgroeï na verenigbare bestuiwings, deur toenemende temperatuur vanaf 10 tot 35°C gestimuleer. In die geval van onverenigbare bestuiwings is dit egter gevind dat die tempo van stuifmeelbuis-verlenging stadiger was en vroeër tot stilstand gekom het by die hoër temperature.

Ton en Krezdorn (1966) het gevind dat Duncan pomelo- en soetlemoenstuifmeelbuisse Minneola saadknoppe na respektiewelik sewe en agt dae bereik het. In twee opeenvolgende eksperimente het Carlos (1968) gevind dat verenigbare stuifmeelbuisse Orlando tangelo saadknoppe na ses en tien dae bereik het.

Die presiese tydstop van bevrugting kon nie vasgestel word nie. Dit het moontlik kort na die aankoms van die spermselle in die embriosakke plaasgevind. Op die 13de dag na kruisbestuiwing is die vrykernige toestand van die endosperm waargeneem wat dus toon dat bevrugting ná die sesde en voór die 13de dag moes plaasgevind het.

#### Die stadium van blomontwikkeling wanneer die onverenigbaarheidsreaksie intree

In die Minneola sowel as in die Ortanique bestuiwings-eksperimente (Hoofstuk 2) was daar aansienlike variasie tussen die verskillende herhalings van die knopbestuiwingsbehandelings. 'n Moontlike rede vir hierdie variasie was dat die keuses ten opsigte van die blomknop-

grootte nie konsekwent was in die verskillende herhalings nie. Daar kon m.a.w. in sekere gevalle blomknoppe ingesluit gewees het wat alreeds self-onverenigbaar was.

Hierdie aspek is tydens 'n buite-seisoense Minneola blomvorming in Januarie 1972 ondersoek. Verskillende groottes van blomknoppe is selfbestuif en die vrugsetting en saadinhoud van die vrugte is na ongeveer twee maande bepaal. Daar is ook gereeld waarnemings van blomgroei gedoen ten einde vas te stel hoe lank voor antese die betrokke selfbestuiwings gedoen was.

Plaat 11 en Figuur 28 toon die groei van die blomknoppe en blomstyle. Vanaf ongeveer agt dae voor antese het die lengte van die blomme vinnig toegeneem en het vanaf hierdie tydstip ongeveer 'n vyfvoudige verlenging tot met antese getoon. Die blomstyle het toegeneem in lengte tot ongeveer drie dae na antese en het daarna geen verdere groei getoon nie. Hierdie toename tot drie dae na antese is ook in die geval van die sitroen gevind (Goldschmidt & Leshem, 1971).

Volgens Figuur 29 was die Minneola blomme slegs vanaf die vierde tot die tweede dag voor antese selfverenigbaar. Daar het slegs twee saadlose vrugte geset en dié was vanaf blomme wat onderskeidelik 15,8 en 14,6 mm lank was tydens selfbestuiwing en in 'n stadium van ontwikkeling van ongeveer een dag voor antese was.

Die onverenigbaarheidsreaksie het dus ongeveer twee dae voor antese in werking getree. Geeneen van die blomme wat voor die vierde dag voor antese selfbestuif was, het geset nie. Op hierdie stadium



van hierdie voorgestelde meganismes betrokke by die regulering van vrugset en vruggroei, te toets.

- (1) Reeds op 'n baie vroeë stadium na antese was vrugbeginsels waarin daar later sade ontwikkel het, gemiddeld kleiner as saadlose vrugte.

Gedurende die blomperiode is daar nie net tussen die reprodktiewe en vegetatiewe groei nie maar ook onderling tussen die blomme en vruggies 'n strawwe mededinging vir die beskikbare voedings- en ander stowwe. Dit is 'n redelike aanname dat hierdie onderlinge mededinging daartoe lei dat die groter jong vruggies 'n beter kans het om te set as die kleiner vruggies. So 'n verskynsel sal kan lei tot die betrokke verskil in vruggrootte [(1) in Figuur 26].

M.a.w., alhoewel 'n mens sou verwag het dat by vruggies van dieselfde grootte, die partenokarpiese vruggies eerder as die bevrugte vruggies sou afspeen, is dit moontlik dat relatiewe groot partenokarpiese vruggies dieselfde weerstand as kleiner bevrugte vruggies teen afspening sou bied. As die onbestuifde en bestuifde blomme se vrugbeginsels dus dieselfde gemiddelde grootte tydens die bestuiwingsbehandeling gehad het, kan dit volgens hierdie hipotese verwag word dat 'n relatiewe kleiner persentasie van die onbestuifde blomme se vrugbeginsels - en wel dié met groot vrugbeginsels - relatief tot dié van die bestuifde blomme sal ontwikkel tot volwasse vrugte.

Gedurende die huidige studies is die vrugbeginsels se deursnee nie tydens antese bepaal nie en dit was m.a.w. nie moontlik om bogenoemde

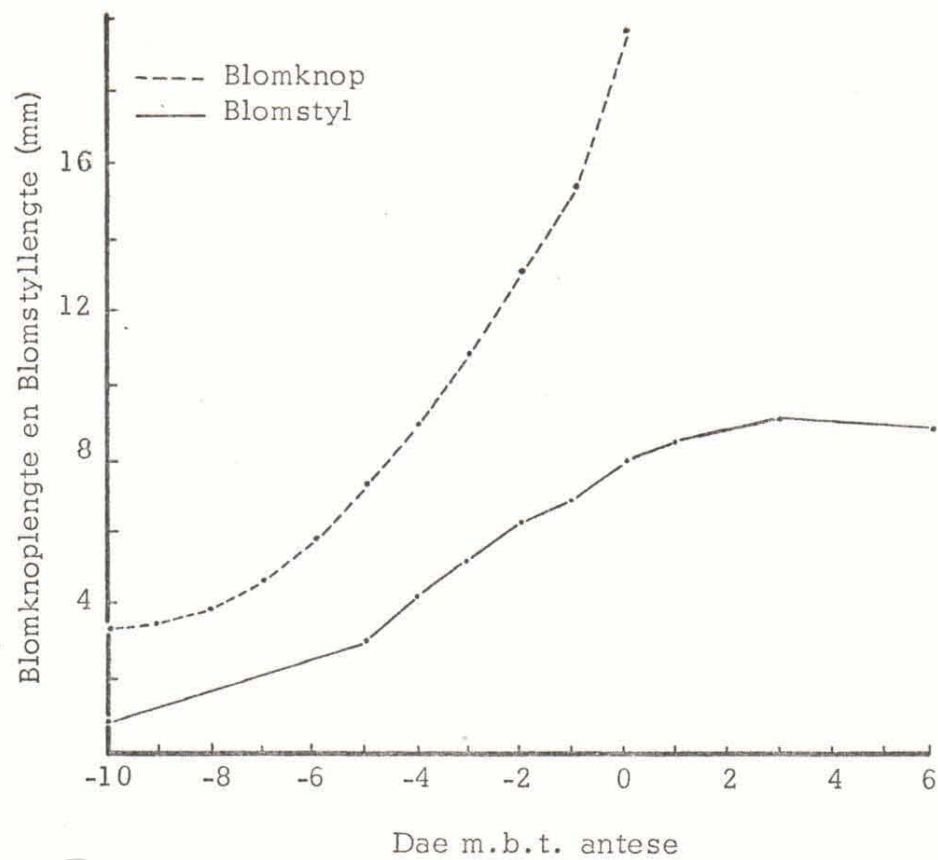
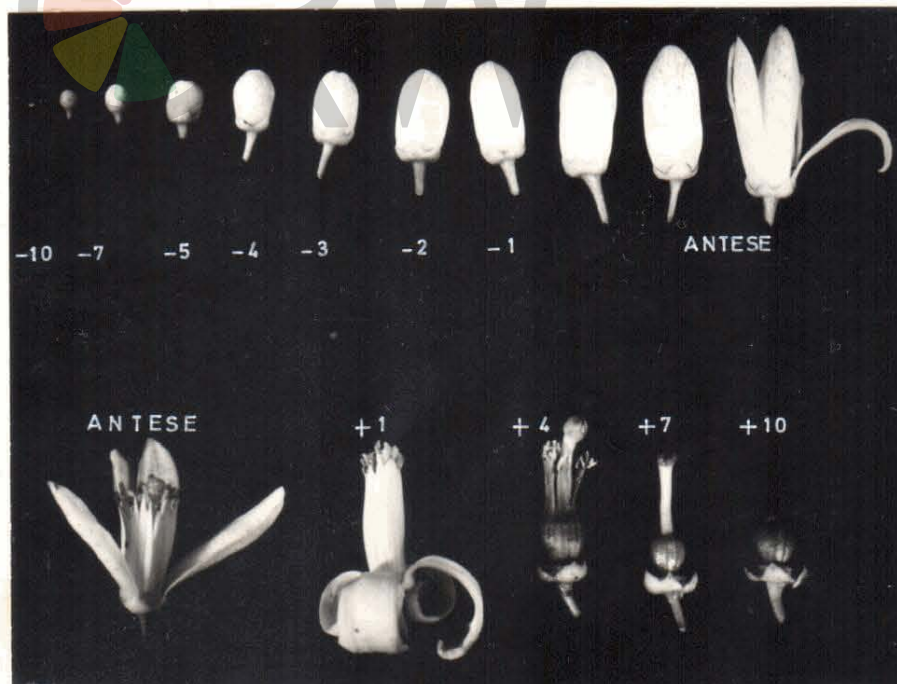


Fig. 28

Lengtegroei van Minneola blomknoppe en blomstyle



PLAAT 11.

Minneola blomontwikkeling. Ouderdom word m.b.t. antese in dae aangedui.

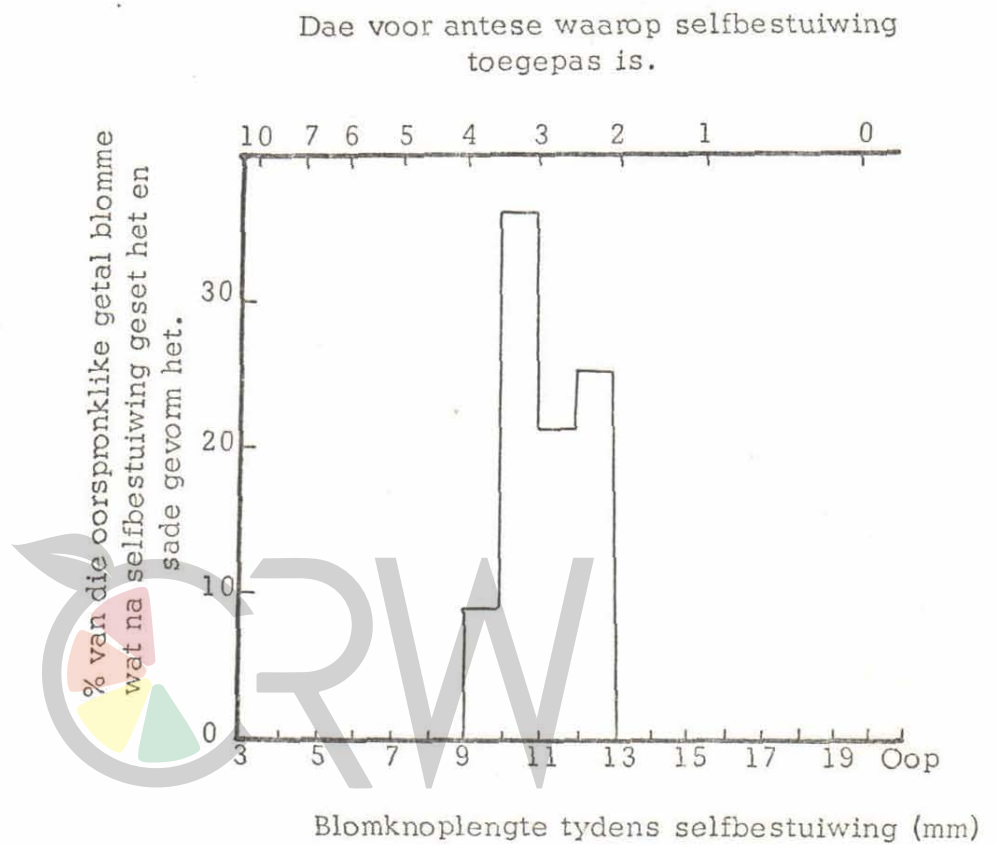


Fig. 29

'n Voorstelling van die invloed van die ontwikkelings-  
stadium van Minneola blomme tydens selfbestuiwing  
op saadvorming.



was die stempels moontlik nog nie ontvanklik vir bestuiwing nie en het die feit dat geeneen van die blomme geset het nie, niks te make gehad met selfonverenigbaarheid nie. Motial (1962) het gemeld dat sitrusstempels oor die algemeen nie vroeër as ongeveer drie dae voor antese al ontvanklik vir bestuiwing is nie.

In die Minneola en Ortanique bestuiwings-eksperimente (Hoofstuk 2) is daar volgens die blomgroottes (Plaat 11) ook heelwat blomme wat in 'n ontwikkelingsstadium van ongeveer een dag voor antese was, in die knopbestuiwings-behandelings ingesluit. Die persentasie vrugset in hierdie handelings sou dus heelwat hoër gewees het indien daar nie blomknoppe van die laasgenoemde relatiewe laat stadium ingesluit was nie. 'n Groter mate van insluiting van blomknoppe van hierdie ontwikkeling in sekere herhalings kon ook aanleiding gegee het tot die relatiewe groot variasies in die knopbestuiwings-behandelings.

Volgens die reeds vermelde invloed van temperatuur op stuifmeelbuisgroeï (Lewis, 1949), mag die selfverenigbaarheidsstadium nie altyd vier tot twee dae voor antese in verskillende seisoene wees nie.

#### 4.3.1.3 ORTANIQUE

Net soos by Nawel soetlemoen was die kleuringsmetodes vir stuifmeelbuisse by Ortanique nie so effektief soos in die geval van Minneola nie.

In die stempel egter het sowel die Safranien/Vaste Groen as die Martius Geel/Resorsien Blou metodes die stuifmeelbuisse duidelik ge-

kleur en kon enkele kallose proppe ook in die mees distale gedeelte van die styl onderkant die stempel waargeneem word.

Twee dae na self- sowel as kruisbestuiwing was die stuifmeelbuis tot ongeveer twee mm proksimaal van die stempelbasis.

Vyf dae na antese het daar volgens uiterlike en mikroskopiese ondersoeke al 'n afspeningslaag in die meeste style gevorm (Plate 12 en 13). Die stuifmeelbuis moes dus op hierdie stadium al verby die basis van die styl in die vrugbeginsel in beweeg het aangesien daar wel sade in die vrugte vanaf kruisbestuifde blomme gevorm het. Dit is egter nie bekend vanaf watter stadium van stylafspening die afspeningslaag as 'n fisiese hindernis vir stuifmeelbuisgroei kon opgetree het nie. Met die monsternemings op die eerste en derde dag na antese was daar volgens mikroskopiese ondersoek geen beduidenis van die vorming van 'n afspeningslaag nie.

Die vorming van die afspeningslaag by die Ortanique styl het gepaard gegaan met seldeling. Direk proksimaal van die sone van aktief-delende selle was die selle verwring en het sommige gedisintegreer. Werklike skeiding tussen die styl en die vrugbeginsel het in die laag voorgekom en het vanaf die epidermis na die binneste gedeelte gevorder. Daar is in sommige gevalle ook aktief-delende selle proksimaal van die afspeningslaag waargeneem.

Geen soortgelyke seldelings is in die geval van afspening van Nawel soetlemoen en Minneola blomstyle gevind nie. Goldschmidt en Leshem (1971) wat stylafspening by die sitroen ondersoek het, kon ook geen dergelyke seldeling by die afspeningslaag vind nie.



PLAAT 12. Afspeningslaag van Ortanique blomstyl, vyf dae na antese (Plaatjie OXS.5.1.1. X48).



PLAAT 13. Die vorming van 'n afspeningslaag by Ortanique blomstyl. (Plaatjie OXS.5.1.1. X380)



Ortanique blomme het met selfbestuiwing geen vrugte geset nie terwyl sekere kruisbestuiwings-behandelings aanleiding gegee het tot baie hoër persentasies vrugset met 'n gemiddelde saadinhoud van ongeveer 30 (Hoofstuk 2). Selfbestuiwing van vroeë blomknoppe het aanleiding gegee tot 'n vrugset van 26,8 persent met 'n gemiddelde saadinhoud van 13,4.

Die stuifmeelbuisgroeï kon nie in die proksimale gedeelte van Ortanique style gevolg word nie dog dit is hoogs waarskynlik dat die groeï van die onverenigbare stuifmeelbuis in die geval van selfbestuiwing, in die styl gerem is en dat dit nie die vrugbeginsel bereik het nie.

Dit is interessant dat geslagtelike selfonverenigbaarheid in hierdie betrokke kruising voorkom. Die Ortanique moes van elk van sy soetlemoen en tangerien ouers 'n selfonverenigbaarheids-geen ontvang het. Selfonverenigbaarheid is by Dancy tangerien en verskeie tangerien kruisings aangetoon. Die aanwesigheid van derglike gene by soetlemoen cultivars is, sover bekend, nog nie voorheen aangetoon nie. Dit moet egter in gedagte gehou word dat Ortanique 'n natuurlike kruising is, en dat sy presiese herkoms dus nie bo alle twyfel vasgestel is nie. Indien Ortanique egter wel 'n tangor is, word Soost (1965) se vermoede dat selfonverenigbaarheids-gene meer algemeen in Citrus mag voorkom as wat besef word, deur die resultate van die huidige ondersoek ondersteun.

#### 4.3.2 SAADONTWIKKELING

##### 4.3.2.1 NAWEL SOETLEMOEN

Die saadontwikkeling van Nawel soetlemoen is gedurende die 1970/71 en 1971/72 seisoene ondersoek. Die resultate in hierdie twee seisoene was in ooreenstemming met mekaar.

Figuur 30 toon dat die groeikromme van Nawel sade in 'n groot mate met dié van die vrugte ooreengestem het.

In die heel vroeë stadium van vrugontwikkeling voordat abortering van die saadknoppe plaasgevind het, het die saadknoppe 'n groot deel van die vrugbeginsel beslaan (Plaat 14). In die geval van onbestuifde blomme was alle saadknoppe 36 dae na antese totaal gedegene-reer (Plaat 15). Op 27 dae na antese kon daar egter nog saadknoppe ge-vind word waarvan slegs die buite integumente nog nie duidelik verval het nie (Plaat 16). Die embriosak, nusellus en binne integumente het reeds op vroeër stadia inkrumping begin toon en gedegene-reer. Daar was egter heelwat variasie tussen verskillende vrugte t.o.v. die mate waartoe hulle saadknoppe al geaborteer het op die versamelingstye.

Die groei van die verskillende weefselstreke van Nawel saad word op verskeie wyses voorgestel. Figuur 31 toon die persentasie bydrae van die verskillende dele in die saad tot die totale grootte van die saad. Die werklike groei van die verskillende weefselstreke word ook aan-gebied (Figuur 32). Plaat 17 stel die ontwikkeling van die sade voor soos dit by Nawel soetlemoen sowel as by Minneola tangelo en Ortanique tangor gevind is.

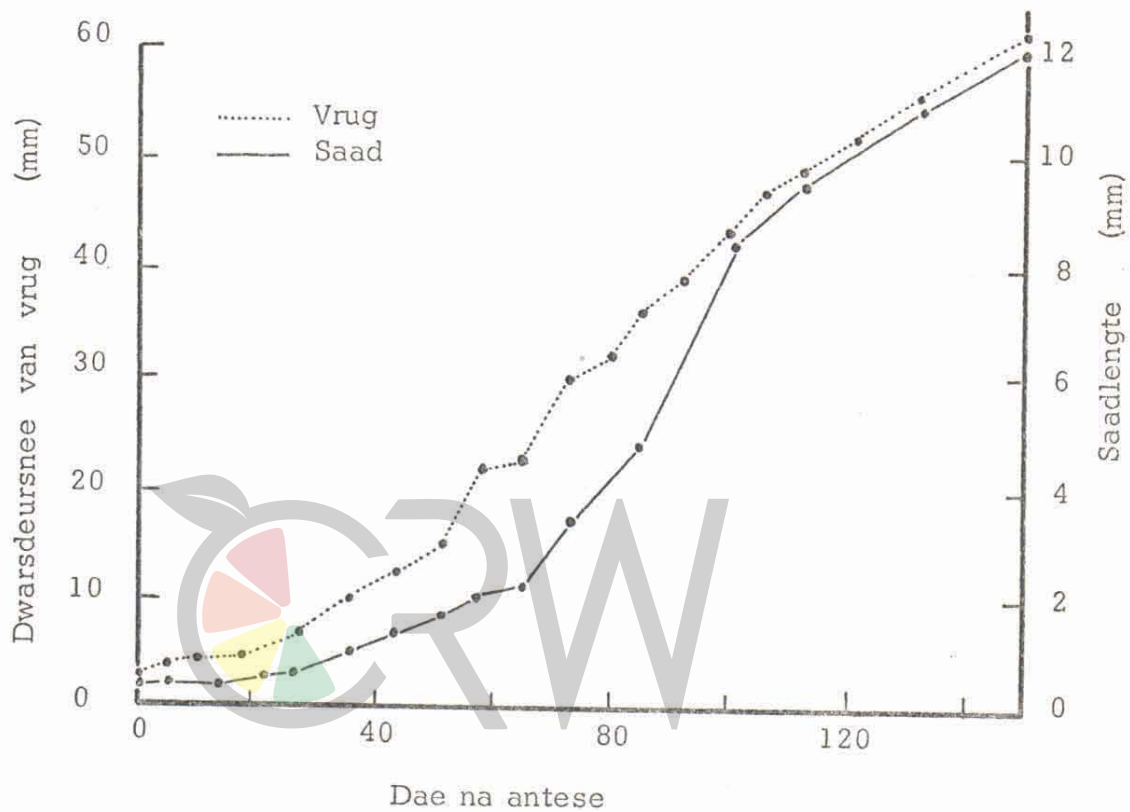


Fig. 30.

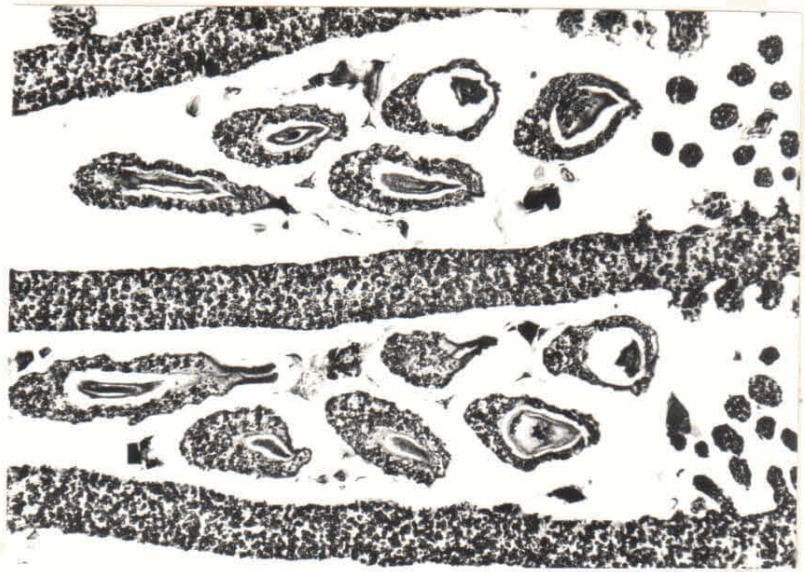
Vrug- en saadgroei van Navel soetlemoen na kruisbestuiwing met pomelmoesstuifmeel (Nelspruit 1970/71).





PLAAT 14.

'n Voorstelling van die groot gedeelte van  
Nawel soetlemoen-vrugbeginsels wat deur  
saadknoppe beslaan word tydens antese.  
(Plaatjie 1Kl.2 X34)



PLAAT 15

Abortiewe Nawel soetlemoen-saadknoppe  
36 dae na antese. (Plaatjie 15K1.1 X35)



PLAAT 16

'n Nawel soetlemoen-saadknop met die binne  
integument, nusellus en embriosak alreeds  
gedegenerereer, 27 dae na antese.  
(Plaatjie 14K.1 X150)

b : buite integument  
i : binne integument  
n : nusellus

noemde aanname te toets nie. In die 1969/70 Nawel eksperiment waarin groot getalle van beide kruisbestuifde en onbestuifde blomme betrek is, is die eerste vrugmeting op twee weke na antese gedoen. Op hierdie stadium was vruggies vanaf onbestuifde blomme wat volwassenheid sou bereik, gemiddeld 21 persent groter as dié wat later sou afspeen. Hierdie verskil in grootte mag egter ook toegeskryf word aan 'n afnemende groei-tempo van vrugbeginsels wat later sou afspeen aangesien die vorming van afspeningslae alreeds by hulle 'n aanvang geneem het. Die persentasie vrugset van die onbestuifde blomme in die betrokke eksperiment was 5,2 terwyl die vrugset van die kruisbestuifde blomme 45,3 persent was in dieselfde eksperiment. Gevolglik kon relatiewe klein vruggies wat sonder bestuiwing sou afgespeen het, wel geset het. Die gemiddelde grootte van die vruggies van die kruisbestuifde blomme wat volwassenheid bereik het, was op twee weke na antese dan ook slegs 3,4 persent groter as dié wat binne 'n paar weke na die meting afgespeen het.

- (2) Op 'n vroeë stadium na antese het die relatiewe vruggrootte afgeneem met toenemende saadinhoud. Na 'n sekere peil van saadinhoud het die relatiewe vruggrootte egter weer toegeneem.

Die dalende deel van die kromme van (2) kan moontlik ook verklaar word op grond van die reeds bespreekte spekulاسie, naamlik dat verhoogde vrugset as gevolg van kruisbestuiwing, gepaard gegaan het met die set van 'n groter persentasie relatiewe klein vruggies wat sou afgespeen het indien hulle nie kruisbestuif was nie. Met toenemende getalle saad kon die grootte van die vrugset-stimulus en gevolglik ook die invloed op die set van relatiewe klein vruggies, toegeneem het.



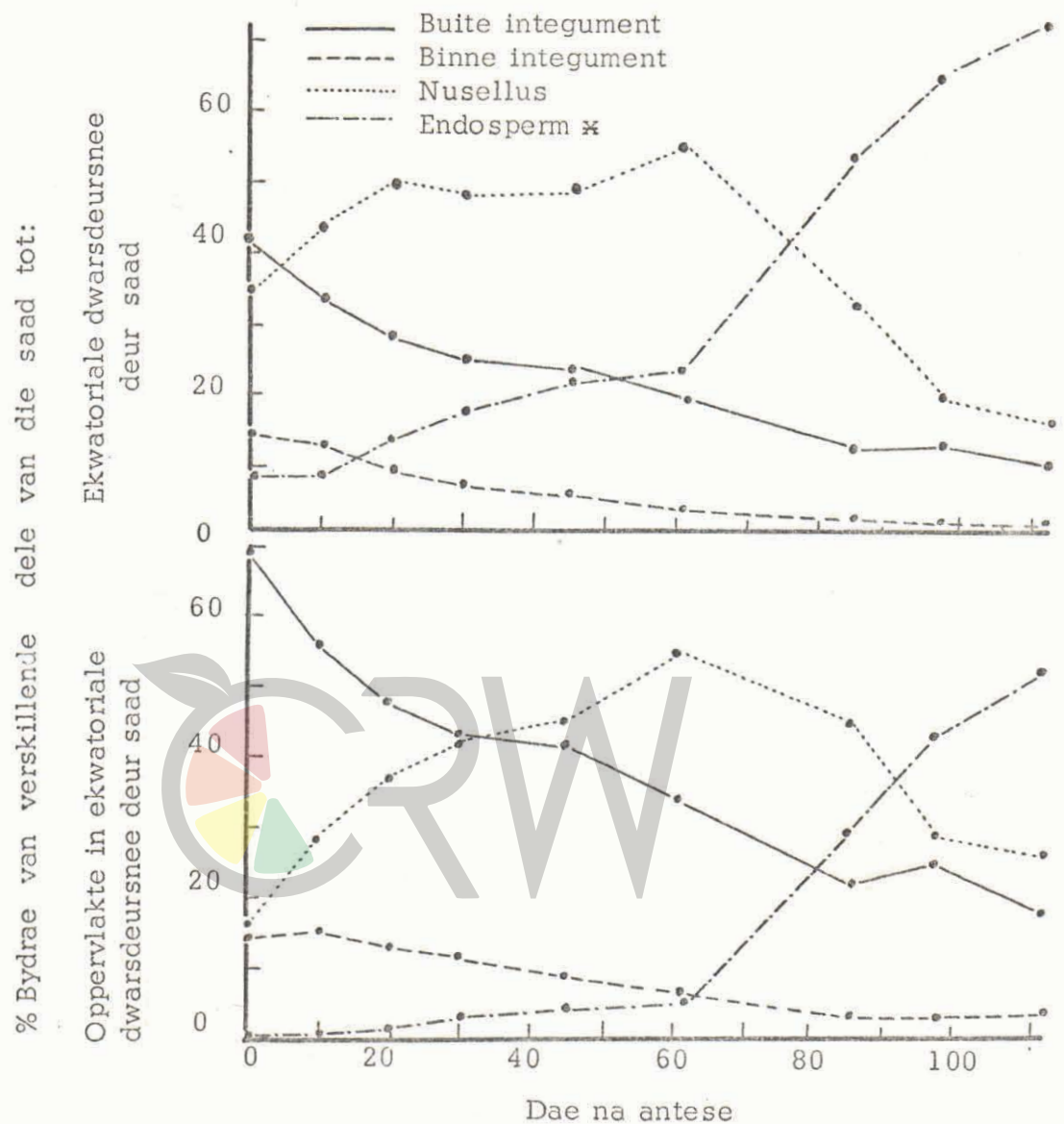


Fig. 31.

Die persentasie bydrae van die verskillende dele van Nawel soetlemoensaad tot die deursnee en die oppervlakte in 'n ekwatoriale dwarsdeursnee deur die saad op verskillende stadia van saadontwikkeling.

\*

Meting het in werklikheid die embriosak behels. In die vroeë stadium het die endosperm 'n onbekende gedeelte van hierdie meting beslaan.

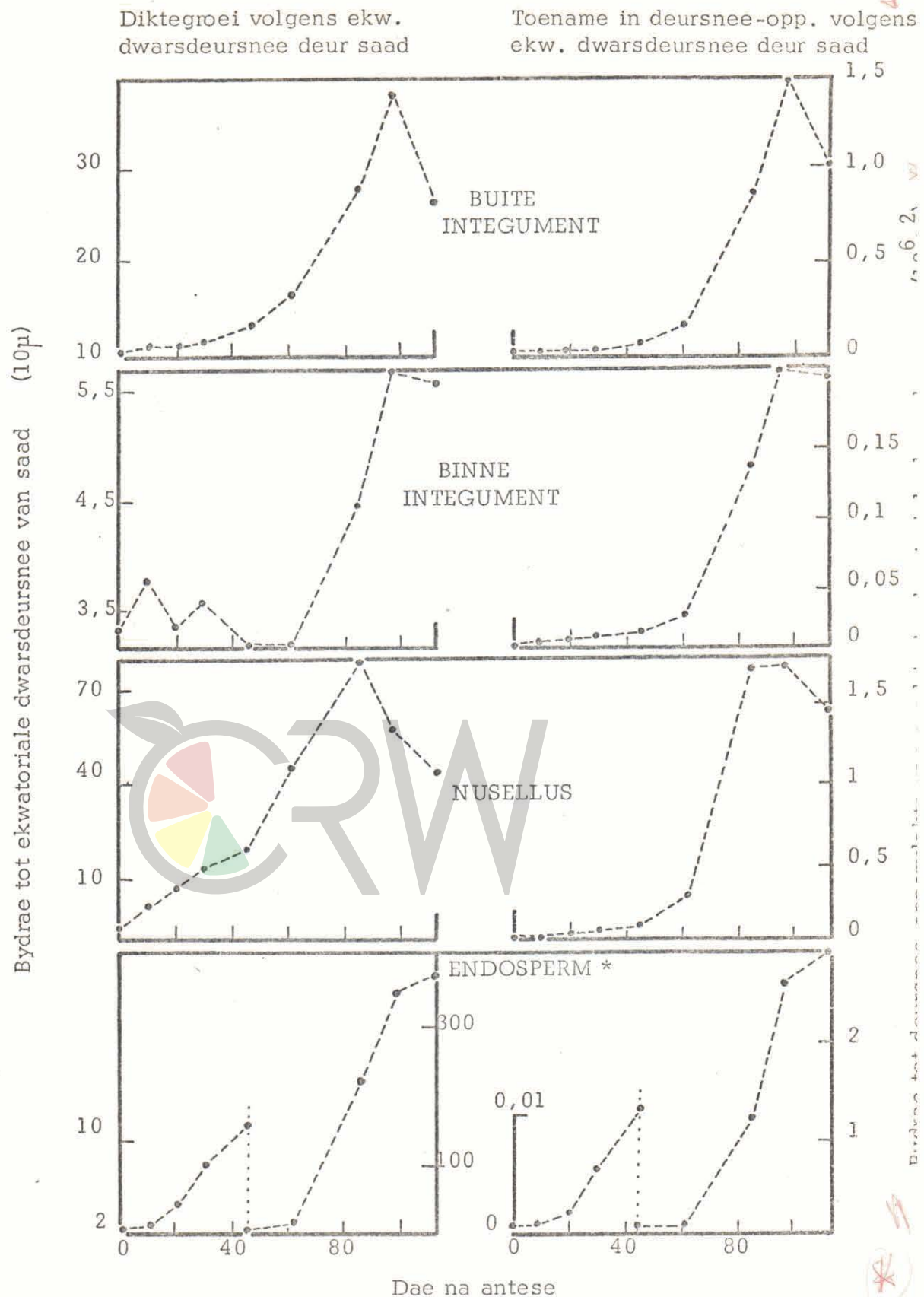
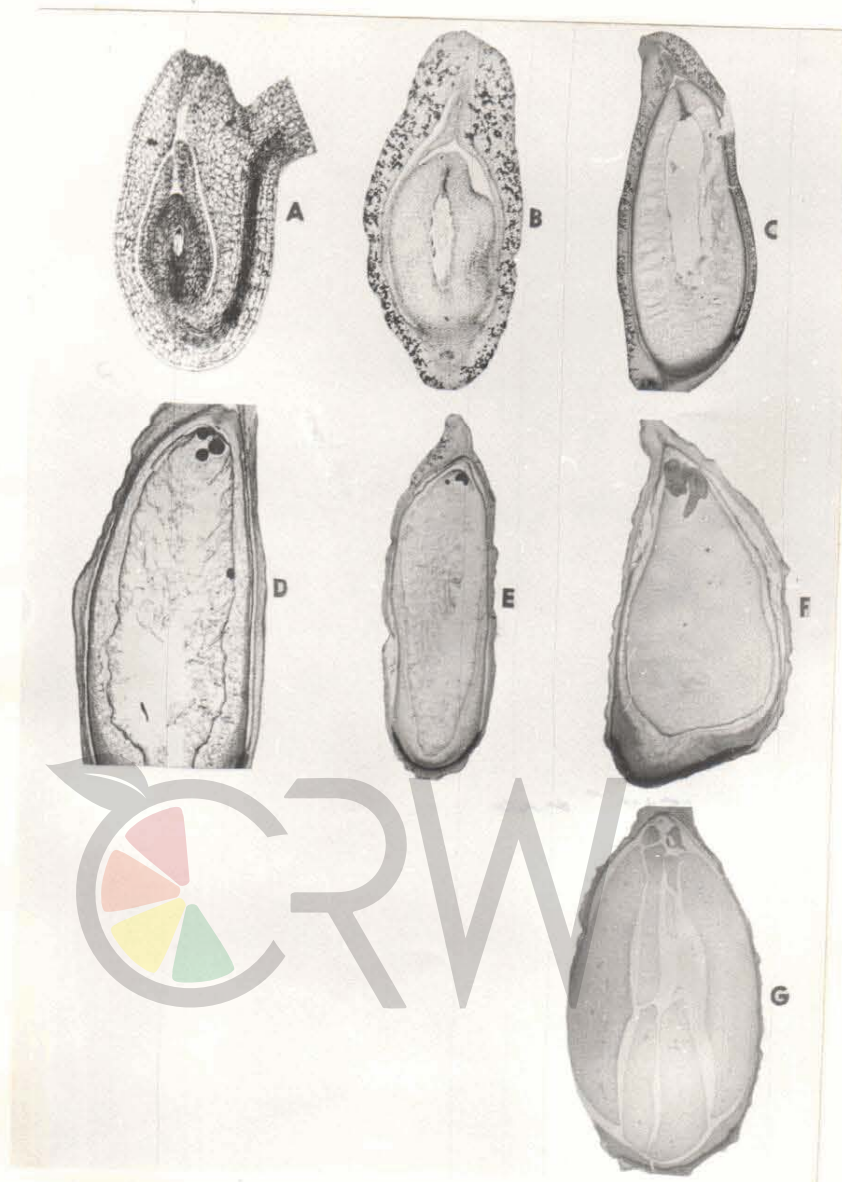


Fig. 32.

Die groeitempo van verskillende dele van Nawel saad tydens die vroeë stadia van saadontwikkeling.

\* Meting het in werklikheid die embriosak behels. In die vroeë stadium het die endosperm 'n onbekende gedeelte van hierdie meting beslaan.



PLAAT. 17. 'n Voorstelling van die algemene ontwikkeling van sitrusaad.

|     | <u>Dae na antese</u> | <u>Vergroting</u> | <u>Cultivar</u> | <u>Plaatjie</u> |
|-----|----------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| A : | 0                    | X80               | Minneola        | MX1.3.2         |
| B : | 40                   | X28               | Minneola        | MX7.3.3         |
| C : | 73                   | X20               | Nawel           | 20X12.7         |
| D : | 96                   | X13               | Minneola        | MX12.4.1        |
| E : | 112                  | X 7               | Nawel           | AP9.13.2        |
| F : | 125                  | X 7               | Nawel           | AP10.10.1       |
| G : | 140                  | X 6               | Ortanique       | OX4.1.1         |



### Integumente

Met antese het die buite integument die grootste gedeelte van die saad beslaan. Volgens die oppervlaktemeting het die buite integumente 'n bydrae van 70 persent tot die ekwatoriale dwarsdeursnee-oppervlakte van die saadknop op hierdie stadium gemaak. Indien dit moontlik sou wees om volume metings te gedoen het, sou die persentasie bydrae van dié weefselstreek nog heelwat groter gewees het (Sien Plaat 17A). Die persentasie bydrae van beide die integumente het hierna afgeneem en op 30 dae na antese het die buite integumente en nusellus ongeveer dieselfde bydrae tot die deursnee-oppervlakte van die saad in 'n ekwatoriale dwarsdeursnee gemaak.

Epidermisselle van die binne integument het reeds op 'n vroeë stadium begin donker-rooi kleur. Hierdie kleuring het later meer prominent geword en veral só aan die chalaza kant. (Plaat 17C tot G).

Aan die funiculus kant was die buite integument baie dikker as in die ander dele van dié weefselstreek. 'n Vaatbondel het vanaf die funiculus deur hierdie deel van die buite integument na die chalaza gestrek (Plaat 17A).

Wat die werklike groei van die buite integument betref, het daar min diktegroei vanaf antese tot ongeveer 30 dae daarna plaasgevind. Die ooreenkomstige tydsduur in die geval van die binne integument was 60 dae.

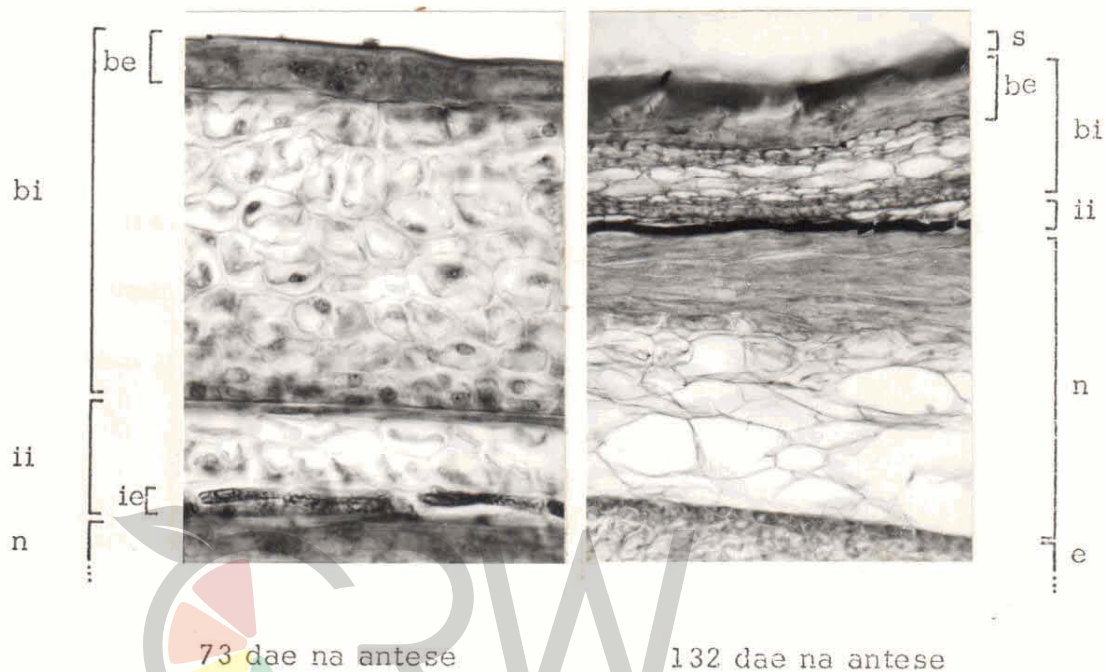
Hierna het beide integumente volgens beide die dikte- en oppervlakte-metings, drasties toegeneem tot op ongeveer 100 dae na antese, waarna daar 'n afname was. Hierdie afname in integumentdikte was moontlik veroorsaak deur die hoë tempo van endospermgroei aanvanklik, en daarna die groei van die embryo wat 'n samedrukking van die integumentselle tot gevolg gehad het (Plaat 18). Dit is al aangetoon dat die skildikte by sitrus op 'n sekere stadium na aktiewe groei, ook afneem a.g.v. 'n drastiese toename in die groei van die endokarp (Button, 1969; Holtzhausen, 1969).

#### Nusellus

Die grootte van die nusellus het vanaf antese tot ongeveer 85 dae daarna drasties toegeneem. Na hierdie periode is nusellusselle deur die toenemende endosperm verteer en teen die integumente vasgedruk en met volwassenheid het oorblyfsels van hierdie selle 'n deel uitgemaak van die saadhuid. Volgens Schneider (1968) absorbeer en vervoer die nusellus voedingstowwe vanaf die gekleurde chalaza selle na die endosperm. Selle van die nusellus aan die chalaza kant is op so 'n wyse verleng en gerangskik dat hulle moontlik as 'n voortsetting van die vaatbondel kan optree.

#### Endosperm

Twintig dae na antese is vry endospermkerne waargeneem. Die grootte van die embriosak en die latere ruimte binne die nusellus waarin die sigoot en endosperm voorgekom het, is as 'n maatstaf vir endosperm-hoeveelheid beskou.



PLAAT 18

'n Voorstelling van die verandering wat die integumente van Nawel soetlemonsade tydens die aangeduide periode ondergaan. (73 dae : Plaatjie 20X2.1 X650 en 132 dae : Plaatjie 24X5.3 X80)

|    |                    |    |                   |
|----|--------------------|----|-------------------|
| s  | : slymlaag         | ie | : binne epidermis |
| be | : buite epidermis  | n  | : nusellus        |
| bi | : buite integument | e  | : endosperm       |
| ii | : binne integument |    |                   |



Die endospermkerne het herhaaldelike delings ondergaan en groot getalle van hierdie kerne het verspreid deur die embriosak in 'n dun laag sitoplasma voorgekom. Bacchi (1943) het vermeld dat daar op 67 dae na bestuiwing meer as 1500 van hierdie kerne in die embriosak kan voorkom.

Die grootste toename in endosperm het vanaf 60 dae na antese voorgekom. Die endosperm het in die vrykernige toestand verkeer tot op ongeveer 85 dae na antese. Hierna het die endosperm volgens die oppervlakte-metings die nusellus in grootte oortref.

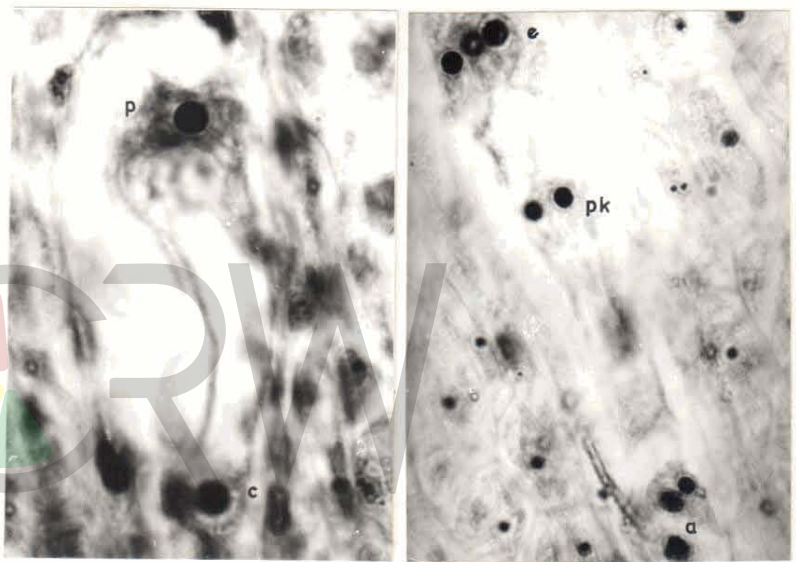
Vanaf ongeveer 110 dae na antese was die metings nie meer 'n betroubare maatstaf van die endosperm hoeveelheid nie aangesien onbekende hoeveelhede van die endosperm deur die embrio verteer is. Die groei van die embrio en veral dié van die saadlobbe het hierna teen 'n hoë tempo plaasgevind en die endosperm is hierdeur verplaas, en later teen die integumente vasgedruk (Plaat 17G).

### Embrio

Die embriogroei is nie in Figure 31 en 32 voorgestel nie.

In die vrugmonsters wat vanaf antese tot ongeveer een week later geneem is, kon meeste van die stadia vanaf die funksionele megaspoor tot die volwasse embriosak gevind word. Plaat 19 toon die embriosak in die tweekernige en volwasse stadia.

Volgens die reeds bespreekte resultate van stuifmeelbuis-groei, moes die Nawel saadknoppe ongeveer ses dae na antese deur die stuifmeelbuisse bereik gewees het en bevrugting kort hierna plaasgevind het.



PLAAT 19

'n Twee kernige en volwasse Nawel embriosak.  
 (Twee kernige embriosak : Plaatjie 4X3.3 X1690;  
 Volwasse embriosak : Plaatjie 4X1.17 X1258)

- p : kern aan poortjie kant
- c : kern aan chalaza kant
- e : eierapparaat
- pk : polêre kerne
- a : antipodale selle

Die sigoot het in 'n rustende toestand verkeer tot ongeveer 61 dae na antese. Ongeveer 100 dae na antese is die stadium van hartvormige embrio's bereik (Plaat 17E). Hierdie bevinding is in ooreenstemming met dié vir die Valencia (Holtzhausen, 1972 - persoonlike mededeling.)

Daar is deurgaans ook groot getalle nusellêre embrio's aangetref.

Drie gevalle van twee embriosakke per saadknop is gedurende die huidige studies gevind. In al dié gevalle was elk van die twee embriosakke met afsonderlike nusellusweefsel omring. In twee gevalle was beide die embriosakke blykbaar besig om te verval. In die ander geval was een van die embriosakke aktief op 30 dae na antese (Plaat 20), en was daar al 'n groot getal endospermkerne in die vrykernige toestand. 'n Soortgelyke geval is berig in die geval van Orlando tangelo (Carlos, 1968).

Bacchi (1943) en Banerji (1954) het elk meer as een embriosak in sitrus-saadknoppe waargeneem. In hierdie gevalle was die embriosakke in 'n betrokke saadknop egter almal in dieselfde nusellusstreek geleë.

In sy sitrus-telingsprogram het Frost (1926) in 10 gevalle uit 'n totaal van ongeveer 1000 kruisings, twee geslagtelike saailinge per saad gevind. Vanweë die groot mate van ooreenkoms tussen die twee saailinge in elke geval, is die moontlikheid geopper dat die pare saailinge afkomstig was van dieselfde bevrugte eiersel. Na aanleiding van die huidige bevinding sowel as dié van Bacchi (1943), Banerji (1954) en Carlos (1968) is dit dus moontlik dat poli-embrionie en in hierdie verband meer as een





PLAAT 20.

'n „Tweeling“ Nawel saad, 30 dae na antese.  
Twee embriosakke, elk met sy eie omringende  
nusellusweefsel en binne integumente wat  
deur 'n enkele stel van buite integumente  
omsluit word. (Plaatjie AP3.3.4 X164)

- b : buite integument
- i : binne integumente
- n : nusellus
- e : endosperm

Die toename in grootte van vruggies met 'n hoër saadinhoud as 'n sekere kritieke getal, is moeilik om te verklaar.

Alhoewel die gemiddelde deursnee van vruggies vanaf kruisbestuifde blomme wat volwassenheid sou bereik, op 'n baie vroeë stadium kleiner was as dié van vruggies vanaf onbestuifde blomme wat tot volwassenheid sou ontwikkel, moes daar volgens die normale frekwensie-verspreiding, ook blomme met relatief groot vrugbeginsels, kruisbestuif gewees het. Dit is moontlik dat die laasgenoemde groter vrugbeginsels 'n verklaring mag bied vir die opwaartse neiging van kromme (2) na aanleiding van Cameron et al. (1960) se opmerking: „Thus, if the stronger, better developed ovaries become the larger mature fruits, and if these ovaries also contain a greater number of functional ovules, greater seed number may automatically accompany larger fruit size.”

Kromme (2) in sy geheel kan dus moontlik as volg verklaar word : 'n Toename in saadinhoud word vereenselwig met toenemende vrugsetting van relatiewe klein vruggies. Na 'n sekere peil van saadinhoud word die uitwerking van hierdie negatiewe verband tussen saadinhoud en vruggrootte tot so 'n mate teengewerk deur die moontlike positiewe verband tussen saadinhoud en vruggrootte wat deur Cameron et al. (1960) geopper is, dat die stygende deel van kromme (2) daargestel word.

- (3) Na antese was daar 'n periode waartydens daar 'n algemene afname in die relatiewe groeitempo van vrugte met saad voorgekom het. Hierdie periode (Fase 1) het ongeveer 30 dae in die geval van die Navel en ongeveer 13 dae in die geval van die Minneola geduur.

geslágtelike saailing per saad soms die gevolg kan wees van meer as een embriosak per saadknop.

Dit is egter nie bekend of 'n sitrus-saadknop deur meer as een stuifmeelbuis binnegedring kan word nie. Dit kan egter waarskynlik plaasvind na aanleiding van Compton (volgens Maheshwari, 1950) se vonds van 'n saadknop van Lychis met twee embriosakke waarvan elk deur 'n stuifmeelbuis gepenetreer is. Die afleiding is gemaak dat daar 'n kwantitatiewe verwantskap tussen embriosakke en stuifmeelbuisse is. Een embriosak kan slegs genoeg chemotropiese invloed uitoefen om een stuifmeelbuis aan te trek terwyl twee embriosakke voldoende invloed uitoefen om twee stuifmeelbuisse aan te trek.

#### 4.3.2.2 MINNEOLA TANGELO

Net soos in die geval van Nawel soetlemoen het die groeikrommes van die vrug en saad van Minneola in 'n groot mate ooreengestem (Figuur 33). In verhouding tot vruggroei het die saad van Minneola egter baie stadiger gegroei as dié van Nawel.

'n Verdere verskil tussen die ontwikkeling van Minneola en Nawel was dat die integumente en nusellus van eersgenoemde cultivar gouer hul maksimum deursnee bereik het. Die buite integument se maksimum deursnee is reeds 58 dae na antese bereik in teenstelling met 100 dae in die geval van die Nawel. Die ooreenstemmende tydstoppe in die gevalle van die nusellus en binne integumente was respektiewelik 69 en 81 dae (Figuur 35).



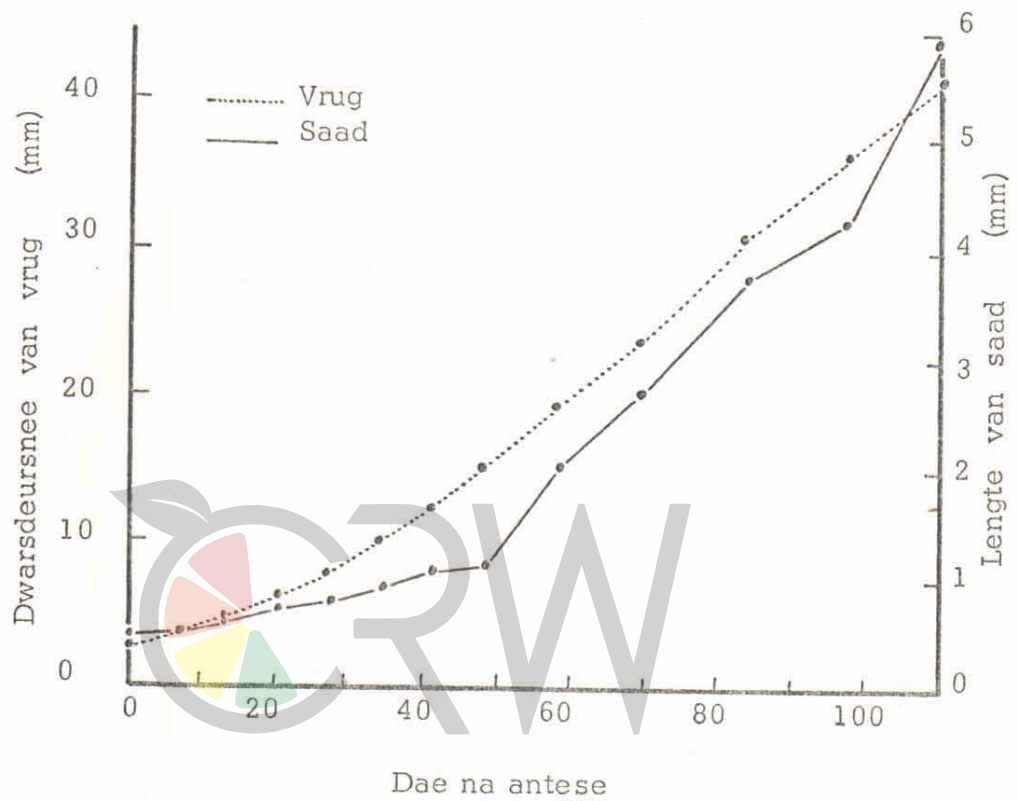


Fig. 33.

Die groei van Minneola vrugte en sade in die vroeë stadia van vrugontwikkeling.

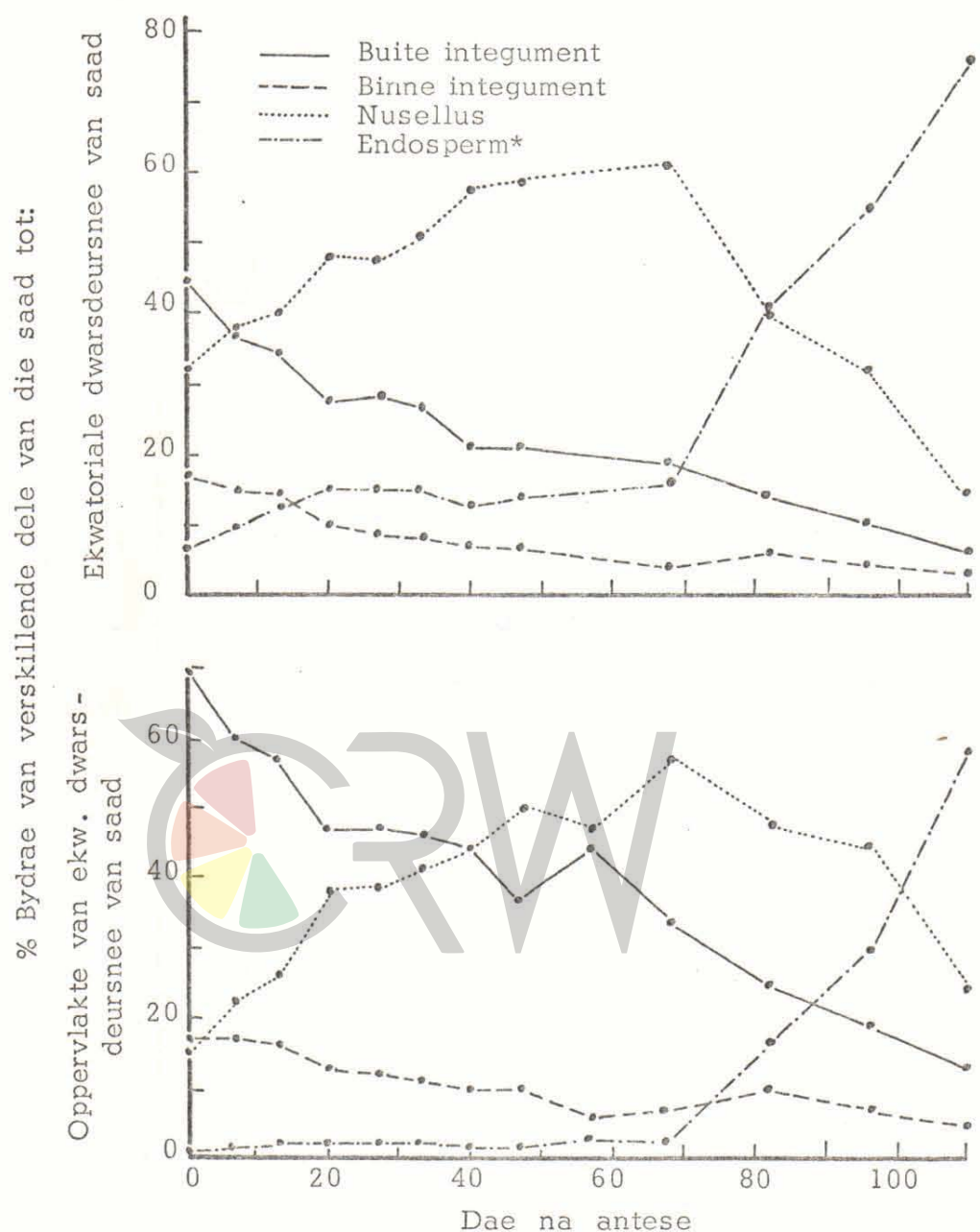


Fig. 34 Die persentasie bydrae van die verskillende dele van Minneola saad tot die deursnee en die oppervlakte in 'n ekwatoriale dwarsdeursnee deur die saad.

\* Meting het in werklikheid die embriosak behels. In die vroeë stadium het die endosperm 'n onbekende gedeelte van hierdie meting beslaan.

Die patroon van endosperm- en embrio-ontwikkeling het egter in 'n groot mate ooreengestem met dié van die Nawel.

Soos reeds gemeld, het verenigbare stuifmeelbuisse Minneola saadknoppe ongeveer ses dae na bestuiwing bereik. Bevrugting moes voór die 13de dag na bestuiwing plaasgevind het aangesien vry endospermkerne reeds op dié stadium waargeneem is. Met die volgende waarneming op 20 dae na antese is die sigoot waargeneem en het vir ongeveer 38 tot 49 dae in hierdie toestand gebly. Plaat 21 toon 'n Minneola sigoot op 20 dae na antese. Op 97 dae na antese was die endosperm sellulêr en met die volgende waarneming op 110 dae was baie van die embrio's hartvormig.

#### 4.3.2.3 ORTANIQUE

In die geval van Ortanique is daar slegs op drie geleenthede saadmonsters geneem.

'n Aspek waarin Ortanique baie opsigtelik met Nawel en Minneola verskil het, was in die dikte van die binne integument (Plaat 22). Die verhouding van die diktes van die buite integument tot dié van die binne integument by Ortanique, Minneola en Nawel was as volg:

|           | <u>Antese</u> | <u>Ongeveer 30<br/>dae na antese</u> | <u>Ongeveer 77<br/>dae na antese</u> |
|-----------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Ortanique | 2,0           | 2,1                                  | 2,3                                  |
| Minneola  | 2,7           | 3,1                                  | 4,8                                  |
| Nawel     | 2,8           | 3,1                                  | 6,0                                  |

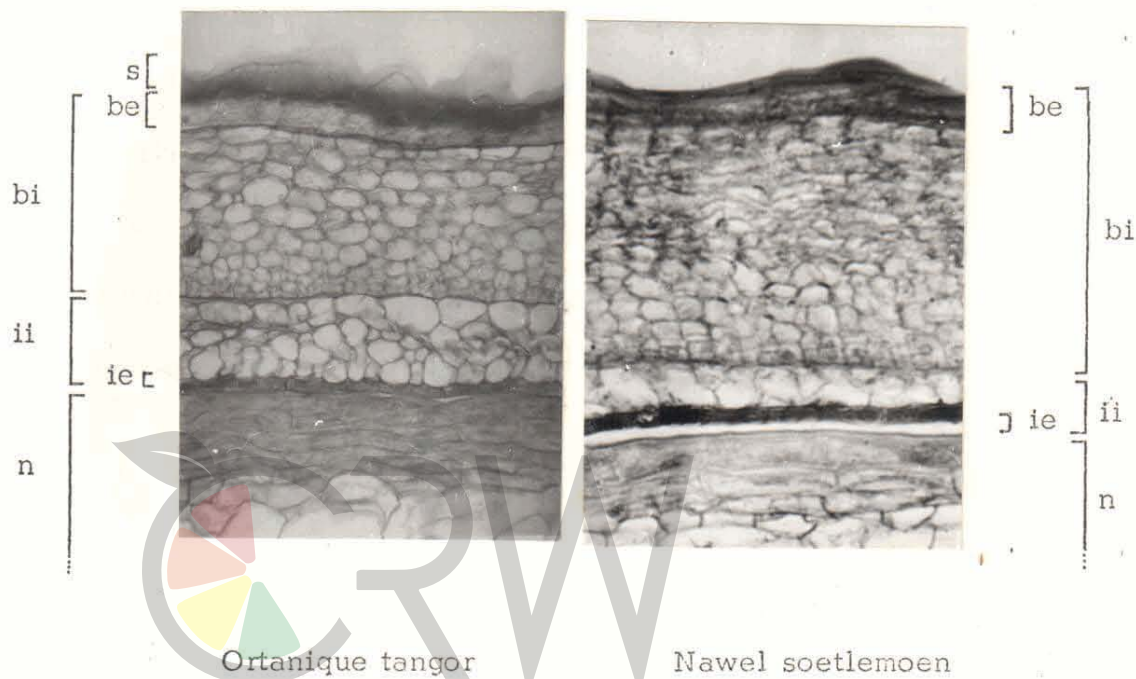
Die tempo van embrio-ontwikkeling was vinniger as in die geval van Nawel en Minneola. Die stadium van hartvormige embrio's is reeds op ongeveer 77 dae na antese bereik. Net soos in die geval van Nawel soetlemoen, en Minneola tangelo het groot getalle nusellêre embrio's saam die geslagtelike embrio's ontwikkel.





PLAAT 21. Minneola sigoot en vrykernige endosperm, 20 dae na antese. (Plaatjie MX4.2.6 X660)

s : sigoot  
e : endosperm kerne  
n : nusellus



PLAAT 22.

'n Voorstelling van die verskil tussen Ortanique en Nawel soetlemoensade t.o.v. die verhouding tussen die diktes van die buite en binne integumente. Albei die saadmonsters is op ongeveer 80 dae na antese versamel. (Ortanique: Plaatjie OX3.1.4 X165 en Nawel: Plaatjie AP7.1.2 X150).

|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| s : slymlaag          | ii : binne integument |
| be : buite epidermis  | ie : binne epidermis  |
| bi : buite integument | n : nusellus          |

#### 4.4 GEVOLGTREKKINGS

##### 4.4.1 STUIFMEELBUISGROEI

Al die metodes van kleuring van stuifmeelbuisse is suksesvol aangewend sover dit stuifmeelbuisgroeï in die stempel betref. In verdere gedeeltes van die styl is daar slegs in die geval van Minneola tangelo goeie resultate verkry, en te wel met die Martius Geel/Resorsien Blou metodes van kleuring. Verwydering van stylgedeeltes op toenemende intervalle na kruisbestuiwing as 'n metode om die tempo van stuifmeelbuisgroeï te bepaal, is suksesvol by Nawel soetlemoen aangewend.

Die tempo van stuifmeelbuisgroeï was ongeveer dieselfde by Nawel soetlemoen en Minneola tangelo. Stuifmeelbuisse het die basis van Nawel en Minneola blomstyle na drie tot vyf, en ongeveer vyf dae respektiewelik bereik. In die geval van Ortanique tangor moes die stuifmeelbuisse reeds voor die vyfde dag die vrugbeginsel binnegedring het. (NWS)

##### 4.4.2 SAADONTWIKKELING

Een van die moontlike verklarings wat in Hoofstuk 3 vir die algemene dalende neiging in relatiewe groeitempo tydens Fase 1 aangebied is, was dat die ontwikkeling van die sade gedurende dié tydperk moontlik ten koste van vrugontwikkeling kon geskied het. Na aanleiding van die geringe groeitempo van sade gedurende Fase 1 is hierdie moontlike verklaring onwaarskynlik.



Die embrio het moontlik nie aanleiding gegee tot stimulering van vruggroei nie. Vir die grootste gedeelte van die periode waartydens sade die vruggroei gestimuleer het, het die sigoot in 'n „rustende" toestand verkeer.

Tydens die periode waarin die endosperm volgens die oppervlakte metings 'n 25-voudige vermeerdering getoon het (68 tot 96 dae na antese) het die sade nie meer 'n invloed op Minneola vruggroei uitgeoefen nie. Ewe-eens het die grootste mate van Nawel endosperm-ontwikkeling plaasgevind lank nadat die stimulering van Nawel vruggroei deur sade 'n aanvang geneem het. Daar bestaan egter die moontlikheid dat die endosperm wel 'n invloed op vruggroei gedurende die periode van minder snelle endospermgroei kon uitgeoefen het.

Alhoewel Minneola saad baie stadiger as Nawel saad gegroei het, het sekere dele van Minneola saad gouer hul maksimum deursnee bereik as wat dit die geval was by Nawel saad. Die vraag ontstaan of vruggroei nie moontlik vanuit die betrokke saaddele beheer is nie aangesien Fase 3, wanneer sade geen of min invloed op vruggroei uitgeoefen het, gouer 'n aanvang geneem het in die geval van Minneola. Die betrokke weefselstreke was die buite en binne integumente en die nusellus.

In die geval van Nawel soetlemoen was daar 'n baie noue ooreenkoms in die tydperke waartydens sade die vruggroei gestimuleer het en die diktegroei van die buite integumente plaasgevind het. Daar is egter die moontlikheid dat hierdie verwantskap bloot toevallig was. By Minneola was die aanvang van die periode waartydens sade geen invloed meer op

vruggroei uitgeoefen het nie, nie duidelik afgebaken nie dog stem min of meer ooreen met die 58 dae na antese waartydens die buite integumente hul maksimum dikte bereik het.

Jones (1964), wie verskillende komponente van Phaseolus saad ontleed het, het gevind dat 80 persent van die totale gibberellieninhoud, in die saadhuid gekonsentreer was. Dit is interessant dat Carr en Skene (1961) gevind het dat die groei van die Phaseolus embrio in die finale groeifase afhanklik was van voortgesette groei van die saadhuid.

Dat die integumente van saad 'n mobiliseringsvermoë kan besit, blyk uit 'n eksperiment waarin isotoop-gemerkte 2,4,5-T aan appelkoos-takke toegedien was. Verskillende dele van die appelkoosvrugte is op toenemende intervalle na toediening van die groeireguleerder vir radio-aktiwiteit getoets. Na 10 dae is die hoogste aktiwiteit in die integumente gevind. Hierdie aktiwiteit het hierna nog steeds in dié weefselstreek toegeneem (Maxie, Bradley, Robinson & Hewitt, 1959). In latere studies (Maxie, Bradley & Robinson, 1962) is die interessante bevinding vermeld dat groot hoeveelhede  $^{14}\text{C}$  in die poortjie kant van die integumente versamel het. In die middelste en chalaza gedeeltes van die integumente het daar egter nooit meer as spore van aktiwiteit opgewys nie.

Steward en Shantz (1959) het gevind dat die groei van wortelstukkies gestimuleer is na byvoeging van ekstrakte wat op twee geleenthede van Wilde Kastaiing gemaak is. Die eerste ekstrahering het die waterige endosperm behels en die tweede hoofsaaklik die integumente. Die afleiding is gemaak dat die Wilde Kastaiing twee bronne van groeistimulering

het, nl. die embriosak bevattende die endosperm, en verder die integumente.

Dit is aangetoon dat sommige papajavrugte wat uitsluitlik swak ontwikkelde sade bevat, heelwat groter is as die werklike partenokarpiese vrugte (Allan, 1969). Volgens Allan is dit moontlik dat plantgroeistowwe wat vruggroei beheer, in die nusellus of integumente van die sade geproduseer word.

Reinecke (1930) het verder gevind dat bestuiwing van Buerre Diel pere met stuifmeel van Bon Chretien die vrugsetting aansienlik verhoog het dog dat die geringe getal sade wat gevorm het, van 'n rudimentêre aard was en hoofsaaklik uit die saadheid bestaan het.

Daar is baie aanduidings in die literatuur dat die endosperm 'n belangrike rol in vrugontwikkeling speel. Die groeistof-inhoud van kokosneutendosperm is welbekend (Steward & Shantz, 1959). Moontlike verwantskappe tussen groeistofinhoud en/of ontwikkelingsstadia van die endosperm aan die een kant en vruggroei en vrugval aan die ander kant is aangedui (Luckwill, 1948 & 1953; Wright, 1956).

Op grond van die huidige studie word dit gestel dat die embrio moontlik nie 'n belangrike direkte rol in vrugontwikkeling by sitrus speel nie. Nie een van die ander weefselstreke kan egter sondermeer uitgeskakel word nie en die moontlikheid bestaan dat meer as een van die streke 'n rol in die set en groei van vrugte kan speel. Daar is sekere aanduidings dat die buite integumente 'n faktor in vrugontwikkeling mag wees.



Indien 'n stimulus deur stuifmeelbuis-groei, bevrugting of vroeë saadontwikkeling, seldeling van die vrugbeginsel stimuleer en indien die hoë energieverbruik as gevolg van intense seldeling, tot 'n kleiner toename in volume lei, kan dit as 'n moontlike verklaring vir die algemene afname in relatiewe groeitempo aangebied word.

'n Stof met sitokinien-werking is deur Khalifah en Lewis (1966) uit suurlemoensade ge-ekstraheer. Dit is moontlik dat hierdie sitokinien of 'n ander „seldelingsfaktor" in sitrussaad, seldeling in die jong vruggie stimuleer. Gevolglik kan daar moontlik 'n hoër tempo van seldeling in saadbevattende as in saadlose vruggies wees.

Die groei van 'n meersellige orgaan is die funksie van beide seldeling en selvergroting. Gedurende die vroeë periode van vrugontwikkeling vind hierdie twee prosesse teen 'n baie hoë tempo plaas. Na 'n sekere tydperk, afhangende van die betrokke spesies, neem die tempo van seldeling af en vind later gladnie meer plaas nie. Verdere groei van die vrug is dan slegs van selvergroting afhanklik. Dit is aangetoon dat seldeling in Nawel vrugte progressief afneem vanaf die binneste na die buitenste weefselstreke (Holtzhausen, 1969). Seldeling van die interne murg vind slegs tot op volblom plaas terwyl die ooreenstemmende tydstip in die geval van die mesokarp 42 dae en in die geval van die endokarp, albedo en flavedo, 63 dae na volblom is. Seldeling in die epidermis en buitenste flavedo is tot met volwassenheid waargeneem.

Dit is nie bekend wanneer die grootste mate van seldelings-aktiwiteit in Nawel en Minnealo vrugte plaasvind nie. Die vraag ontstaan of die fase

Studies wat dit ten doel het om te bepaal of vrugontwikkeling vanuit 'n spesifieke sentrum in die saad beheer word, is 'n moeilike taak. Anatomiese studies kan verwantskappe tussen die groei van 'n betrokke weefselstreek en die vrugontwikkeling aandui. Sodanige korrelasies mag egter bloot toevallig wees. Die vraag ontstaan verder tot welke mate groei-aktiwiteit in 'n betrokke weefselstreek in die saad geassosieer kan word met die produksie van groeistowwe waardeur vrugontwikkeling beheer word.

Die ekstrahering van plantgroeistowwe in die verskillende dele van die saad in die vroeë stadia van vrugontwikkeling wanneer dié dele feitlik mikroskopies klein is, is 'n haas onbegonne taak. Dit moet verder in gedagte gehou word dat vrugontwikkeling onder die beheer van verskillende groepe van groeistowwe kan staan, en ook deur die balanse en wisselwerkings tussen hierdie stowwe beïnvloed kan word (Crane, 1969).

Die stimulering van vrugontwikkeling deur sade kan ook moontlik verklaar word op grond van die vermoë van sade tot die aantreking van voedingstowwe vanaf die vegetatiewe groei (Crane, 1964 & 1968; Jackson, 1968). Dit skyn 'n belowende metode te wees om isotoop-gemerkte voedingstowwe aan lote toe te dien en die akkumulering hiervan in die verskillende weefselstreke van die saad op verskillende stadia vas te stel.

## OPSOMMING

- 1 Die bestuiwingsbehoefte van Washington Nawel soetlemoen, Minneola tangelo en Ortanique tangor is ondersoek en die invloed van sade op vruggroei en vrugkwaliteit is bepaal. Daar is verder 'n studie gemaak van stuifmeelbuisgroei en saadontwikkeling.

- 2 Washington Nawel soetlemoen

- 2.1 Hand-kruisbestuiwing met verskillende stuifmeelbronne het vrugset verhoog. Beide Hamlin en Tomango het as kruisbestuiwers relatief min sade tot gevolg gehad dog nogtans die vrugset verhoog. Daar bestaan die moontlikheid van stimulatiewe partenokarpie in die geval van Hamlin kruisbestuiwing.

- 2.2 Pompelmoes was 'n meer effektiewe kruisbestuiwingscultivar as Hamlin per eenheid hoeveelheid stuifmeel gebruik.

- 2.3 Nektar-versamelende heuningbye kan wel kruisbestuiwing teweegbring a.g.v. toevallige aanrakings van die stempels.

- 2.4 Verskeie metodes is voorgestel waarvolgens die moontlike kommersiële toepassing van hierdie resultate ge-evalueer kan word.

- 3 Minneola tangelo

- 3.1 In ooreenstemming met oorsese resultate is dit gevind dat Minneola tangelo geslagtelik selfonverenigbaar en kruisonverenigbaar met Orlando tangelo is.



3.2 Hand-kruisbestuiwing met stuifmeel van verskillende kultivars het die vrugset verhoog.

#### 4 Ortanique tangor

4.1 Ortanique is geslagtelik selfonverenigbaar en het 'n swak vermoë tot partenokarpiese vrugsetting. Bestuiwing van blomknoppe voor antese het die selfonverenigbaarheids-reaksie oorbrug.

4.2 Die vrugset is dramaties verhoog deur hand-kruisbestuiwing met stuifmeel van verskeie kultivars.

4.3 Tomango soetlemoen is 'n belowende kruisbestuiwer vanweë die induksie van 'n relatiewe lae saadinhoud.

#### 5 Vrugkwaliteit

5.1 Die induksie van saad deur kruisbestuiwing, is 'n ernstige struikelblok in die praktiese toepassing van hierdie resultate. Verdere waardebeoordeling van stuifmeelbronne wat min saad induseer, is wenslik.

5.2 'n Positiewe verband tussen saadinhoud en suurinhoud en 'n negatiewe verwantskap tussen saadinhoud en konsentrasie totale oplosbare vaste stowwe is aangetoon.

#### 6 Vruggroei

6.1 By al drie kultivars was daar 'n positiewe verband tussen die saadinhoud en die uiteindelijke vruggrootte.

6.2 In die heel vroeë stadium van vrugontwikkeling was daar tot op 'n sekere peil van saadinhoud, 'n negatiewe verband tussen die getal sade per vrug en vruggrootte. By hoër saadinhoud as die kritieke peil was die verband tussen laasgenoemde twee faktore positief.

6.3 Vir ongeveer 30 dae na antese in die geval van Nawel soetlemoen en 13 dae na antese in die geval van Minneola tangelo, was daar 'n algemene afname in die groeitempo van vrugte mét saad teenoor dié sonder saad.

6.4 Gedurende die laasgenoemde periode van algemene afname van relatiewe groei van die saadbevattende vrugte, het die groeitempo van vrugte met baie saad ook afgeneem relatief tot dié van vrugte met min saad.

6.5 Na die laasgenoemde periode was die relatiewe vruggroei eweredig aan die saadinhoud.

6.6 Vanaf ongeveer 100 dae na antese het Nawel sade min of geen invloed op vruggroei uitgeoefen nie. Die ooreenstemmende tydstop in die geval van Minneola was 58 dae.

6.7 'n Hipotese is voorgestel vir die fisiologiese meganismes betrokke by vrugontwikkeling van sitrus.

## 7 Stuifmeelbuisgroei

7.1 In die stempel het stuifmeelbuisgroei beide intersellulêr en in die stylkanale plaasgevind. In die res van die styl was die groei

van die stuifmeelbuisse hoofsaaklik tot die stylkanale beperk.

7.2 Stuifmeelbuisse het die basis van Nawel style drie tot vyf dae na kruisbestuiwing bereik.

7.3 Stuifmeelbuisse het Minneola saadknoppe ses dae na kruisbestuiwing bereik, terwyl die stuifmeelbuisse in die geval van onverenigbare selfbestuiwing selfs na nege dae slegs tot die distale gedeelte van die styl beperk was. Minneola blomme was vanaf die vierde tot die tweede dag voor antese selfverenigbaar.

7.4 In die geval van Ortanique is die basis van die blomstyle voor die vyfde dag na kruisbestuiwing bereik. Die vorming van 'n afspeningslaag by dié cultivar het met seldeling gepaard gegaan.

## 8 Saadontwikkeling

8.1 Daar is 'n kwantitatiewe studie van die groei van die verskillende weefselstreke in die saad gemaak.

8.2 Die afleiding is gemaak dat embriogroei moontlik nie direk aanleiding gegee het tot die stimulering van vruggroei nie. Die ander weefselstreke kon wel so 'n invloed uitgeoefen het. Dit is voorgestel dat die buite integument 'n belangrike rol in die ontwikkeling van sitrusvrugte speel.



## S U M M A R Y

- 1 The pollination requirements of Washington Navel sweet orange, Minneola tangelo and Ortanique tangor were investigated, as well as the influence of seed on the growth and quality of fruit. Pollen tube growth and seed development were also studied.

- 2 Washington Navel sweet orange

- 2.1 Fruit set is increased by hand cross-pollination with different pollen sources. Both Hamlin and Tomango induced low seed counts, but still increased fruit set. Hamlin may induce stimulative parthenocarpy.

- 2.2 Shaddock was a more effective cross-pollinating cultivar than Hamlin per unit quantity of pollen used.

- 2.3 Nectar-gathering honey-bees can affect cross-pollination as the result of accidental stigma contact.

- 2.4 Different means of evaluating the possible commercial application of these results are suggested.

- 3 Minneola tangelo

- 3.1 In accordance with overseas results, Minneola tangelo was found to be sexually self-incompatible, as well as cross-incompatible with Orlando tangelo.

3.2 Fruit set is increased by hand cross-pollination with pollen from several citrus cultivars.

#### 4 Ortanique tangor

4.1 Ortanique is sexually self-incompatible and exhibits weak parthenocarpic ability. The self-incompatibility reaction is successfully bridged by pollinating flower buds prior to anthesis.

4.2 Fruit set was dramatically increased by hand cross-pollination, using pollen of several cultivars.

4.3 Tomango sweet orange is a promising cross-pollinator due to its inducement of relatively low seed numbers.

#### 5 Fruit quality

5.1 Increased seediness following cross-pollination presents a serious obstacle in the practical application of these results. Further evaluation of pollen sources which induce small numbers of seed, is advisable.

5.2 A positive correlation exists between seed numbers and acid content, while a negative correlation between seed number and the content of total soluble solids was demonstrated.

#### 6 Fruit growth

6.1 A positive correlation was found between seed content and eventual fruit size for each of the three cultivars studied.

6.2 During the very early stage of fruit development, the number of seed per fruit up to a specific level was negatively correlated with fruit size. Above this specific level of seediness, the correlation between the above-mentioned two factors was positive.

6.3 For approximately 30 days after anthesis in the case of Washington Navel and approximately 13 days after anthesis in the case of Minneola, there was a general decrease in the relative growth rate of seeded fruit as compared to that of seedless fruit.

6.4 During the afore-mentioned period of general decrease in relative fruit growth of seeded fruits, the growth rate of many-seeded fruit was decreasing also relative to the growth rate of few-seeded fruit.

6.5 Subsequent to the phase referred to above, relative rate of growth was proportional to the seed content of the fruit.

6.6 From approximately 100 days following anthesis, Washington Navel seeds exerted little or no influence on rate of fruit growth. The corresponding period in the case of Minneola tangelo was approximately 58 days.

6.7 An hypothesis is formulated in respect of the physiological mechanisms involved in citrus fruit development.



## 7 Pollen tube growth

7.1 The growth of pollen tubes in the stigmas was found to be both intercellular and through the stylar canals. In the remainder of the style the growth of the tubes was mainly confined to the stylar canals.

7.2 Pollen tubes reached the base of Washington Navel styles three to five days after cross-pollination.

7.3 Pollen tubes reached Minneola ovules six days after cross-pollination. In the case of incompatible self-pollination, the pollen tubes were still confined to the distal portion of the style after nine days. Minneola flowers were self-compatible from the fourth to the second day prior to anthesis.

7.4 In the case of Ortanique, the base of the style was reached before the fifth day following cross-pollination. The formation of an abscission layer in this cultivar was associated with cell division.

## 8 Seed development

8.1 A quantitative study was made of the growth of the different parts of citrus seed.

8.2 The conclusion was reached that embryo growth apparently did not influence fruit development directly. The other parts of the seed could have exerted such an influence. It is suggested that the outer integument might play an important rôle in the development of citrus fruits.

DANKBETUIGINGS

Die skrywer is dankbaar teenoor :

Die Dept. Landbou-tegniese Dienste en in besonder Dr. J.H. Grobler

vir die voorreg om data van amptelike projekte vir verdere studie te gebruik

Proff. P.C.J. Oberholzer en N. Grobbelaar

vir hul gewaardeerde belangstelling en leiding in die betrokke navorsing en opskryf van die data

Mnr. L.C. Holtzhausen

sy „medebroeder in akademiese verdrukking“, vir onderleg in anatomie tegnieke

Mnr. A.P. Vincent

vir sy groot aandeel in die boordproewe en sy trotsering van die genadelose Laeveldse son

Die Swaziland regering

vir toestemming om eksperimentele werk in dié gebied te kon uitvoer

Die volgende persone en instansies vir die beskikbaarstelling van boorde en hartlike samewerking:

Wyle mnr. C.J. Weyers, Malelane

Mnre. P. Hughes en C. Mitchell, Hall & Sons, Mataffin, Nelspruit

Mnre. R. Grundlingh en O. Skarup, Tambuti Landgoed, Swaziland

Mnre. B. Walters en J. van Rooyen, Friedenheim Landgoed, Nelspruit

Die volgende kollegas vir hulp verleen met die uitvoering van veldproewe, kwaliteitsbepalings en saadtellings :

Mnre. J.H. de Leeuw, A. van Roie, P.J. van der Westhuizen en

D.C. Smith, mej. L. Raubenheimer en mev. F.E. Beetge

Mnre. W. Boerma en R. Frean

vir hulp met fotografie

van maksimum seldeling by elk van dié twee cultivars nie moontlik gedurende hul onderskeie periodes van algemene afname in relatiewe groeitempo (Fase 1) voorkom en dat die tempo van seldeling grootliks afgeneem het aan die einde van Fase 1.

- (4) Gedurende Fase 1 het nie net die groeitempo van vrugte met saad relatief tot dié sonder saad afgeneem nie, maar ook die groeitempo van vrugte met baie saad teenoor dié met min saad.

In aansluiting met die verklaring vir die algemene afname in relatiewe groeitempo (3), sou mens 'n hoër sitokinien-inhoud verwag in vruggies met baie saad as in dié met min saad. Gevolglik kan daar in vruggies met groot getalle saad, 'n hoër tempo van seldeling en dus moontlik 'n stadiger groeitempo voorkom as wat dit die geval is by vruggies met min saad.

- (5) Gedurende Fase 2 verander die rigtings van al die reeds bespreekte neigings van die relatiewe vruggroei.

Soos reeds gespekuleer, mag die tempo van seldeling aan die einde van Fase 1 moontlik al tot 'n baie lae vlak daal sodat daar gevolglik nie meer soveel energie-dreinerings as gevolg van intense seldeling is nie. Na aanleiding van die moontlike hoër tempo van seldeling by saadbevattende vrugte gedurende Fase 1, sal hierdie vrugte 'n groter getal selle besit as die saadlose vrugte en sal die selle ook oor die algemeen kleiner wees as dié van die saadlose vrugte.



LITERATUURVERWYSINGS

- ABBOTT, D.L., 1958. The effects of seed removal on the growth of apple fruitlets. Ann. Rep. agric. & hortic. Res. Stn., Long Ashton, Bristol, 1958.
- ADDICOTT, F.T., LYNCH, R.S. & CARNS, H.R., 1955. Auxin gradient theory of abscission regulation. Science 121, 644-645.
- ALLAN, P., 1969. Effect of seeds on fruit weight in Carica papaya. Agroboticae 1, 163 -170.
- ANON., 1970. Pollination and fruit-set. In: Long Ashton Report, 1970.
- BACCHI, O., 1943. Cytological observations in Citrus: III. Megasporeogenesis, fertilisation and polyembryony. Bot. Gaz. 105, 221 -225.
- BANERJI, I., 1954. Morphological and cytological studies on Citrus grandis Osbeck. Phytomorphology 4(3,4), 390 -396.
- BLAZQUEZ, C.H., 1967. Ortanique - a new orange-tangerine cross. Proc. Fla. St. hortic. Soc. 80, 331 -337.
- BREWER, J.W., DOBSON, R.C. & NELSON, J.W., 1969. Mechanical pollination of two Highbush Blueberry cultivars Vaccinium corymbosum. HortScience 4, 330 -331.
- BROOKS, R.M., BRADLEY, MURIEL, V. & ANDERSON, THELDA, I., 1950. Plant microtechnique manual. Davis: Univ. Calif.
- BROWN, H.D. & KREZDORN, A.H., 1969. Hand pollination tests and field evaluation of pollinators for citrus. Proc. Fla. St. hortic. Soc. 82, 43 -48.

- BUTTON, J., 1969. Fruit development in Citrus paradisi cv. Marsh Seedless in five localities with special reference to the rind. M.Sc-thesis, Univ. of Natal.
- CAMERON, J.W., COLE, D. & NAUER, E.M., 1960. Fruit size in relation to seed number in the Valencia orange and some other citrus varieties. Proc. Amer. Soc. hortic. Sci. 76, 170 - 180.
- CAMERON, J.W. & FROST, H.B., 1967. Genetics, breeding and nucellar embryony. Ed. Reuther, Batchelor & Webber. In: The Citrus Industry, Calif. Univ. Press, 325 - 370.
- CARLOS, J.T. JR., 1968. Fruit development, the sexual process, and abscission in citrus following pollination. Ph.D thesis. Univ. Florida, U.S.A.
- CARR, D.J. & SKENE, K.G.M., 1961. Diauxic growth curves of seeds, with special reference to French beans (Phaseolus vulgaris L.) Aust. J. biol. Sci. 14, 1 - 12.
- CHOI, Y.K., HONG, S.B. & LEE, J.C., 1969. The effect of certain apple pollen diluents on fruit set and yield. Res. Rep. Off. rur. Dev., Korea 12, 53-61. In: Hortic. Abstr. 41, 372, 1971.
- COCHRAN, H.L., 1970. Pollen-tube growth through the style of Pimiento pepper (Capsicum frutescens L.). HortScience 5, 50.
- COIT, J.E. & HODGSON, R.W., 1919. An investigation of the abnormal shedding of young fruits of the Washington Navel orange. Univ. Calif. Pubs. Agr. Sci. 3, 283 - 368.
- CRANE, J.C., 1964. Growth substances in fruit setting and development. Ann. Rev. Pl. Physiol. 15, 303 - 326.
- CRANE, J.C., 1969. The role of hormones in fruit set and development. HortScience 4, 108 - 111.
- CRANE, M.B. & LAWRENCE, W.J.C., 1938. The genetics of garden plants. London: MacMillan.

- DE LANGE, J.H., 1969. Ouksiene, gibberelliene en remstowwe van Citrus en verwante genera. M.Sc-verhandeling, Univ. Pretoria.
- EL-TOMI, A.L., 1954. Effect of pollination on fruit setting in Washington navel orange. *Citrus Ind.* 35, 5-6.
- EL-TOMI, A.L., 1957. Effect of cross-pollination on June-drop, pre-harvest drop and cropping in Washington navel orange. *Ann. agric. Sci. Cairo* 2(2), 249-266.
- ERICKSON, L.C. & BRANNAMAN, B.L., 1960. Abscission of reproductive structures and leaves of orange trees. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* 75, 222-229.
- ESHUYS, W.A., OBERHOLZER, P.C.J., HOLTZHAUSEN, L.C. & VON STADEN, D.F.A., 1971. Nusellêre en ou-klone sitrus seleksies: 'n Vergelykende studie. 1. Washington Nawels en Valencias. *Citrus Grower & subtrop. Fruit J.*, Nov. 1971, 13-23.
- FERGUSON, R. & CHRIST, E.G., 1970. Hand pollination of Red Delicious Apples. *Hortic. News* 51(4), 1-3.
- FROST, H.B., 1926. Polyembryony, heterozygosis and chimeras in citrus. *Hilgardia* 1, 365-402.
- GLOBERSON, D., 1971. Effects of pollination on set and growth of summer squash (Cucumis pepo) in Israel. *Expl. Agric.* 7, 183-188.
- GOLDSCHMIDT, E.E. & LESHEM, B., 1971. Style abscission in the citron (Citron medica L.) and other citrus species: morphology, physiology and chemical growth with picloram. *Amer. J. Bot.* 58, 14-23.



- GRIGGS, W.H., VANSELL, G.H. & IWAKIRI, B.T., 1953. The storage of hand-collected and bee-collected pollen in a home freezer. *Proc. Am. Soc. hortic. Sci.* 62, 304-305.
- GUSTAFSON, F.G., 1939. The cause of natural parthenocarpy. *Am. J. Bot.* 26, 135-138.
- HAAS, A.R.C., 1949. Orange fruiting in relation to the blossom opening period. *Pl. Physiol.* 24, 481-493.
- HALL, I.V. & FORSYTH, F.T., 1967. Production of ethylene by flowers following pollination and treatments with water and auxin. *Can. J. Bot.* 45, 1163-1166.
- HARDING, P.L. & LEWIS, W.E., 1941. The relation of size of fruit to solids, acid and volume of juice in the principal varieties of Florida oranges. *Proc. Fla. St. hortic. Soc.* 54, 52-56.
- HARDING, P.L. & SUNDAY, M.B., 1964. Forecasting quality and pounds-solids in Florida oranges. *Citrus Ind.* 45(10), 7-12.
- HASSABALLA, I.A., 1964. Growth substances as related to fruit set and development of seedy and non-seedy cultivars of Citrus. Ph.D thesis, Univ. Florida, U.S.A.
- HEARN, C.J. & REECE, P.C., 1967. Pollination needs of Page, Lee, Nova and Robinson citrus hybrids. *Citrus Ind.* 48(4), 19, 23.
- HIELD, H.Z., COGGINS, C.W. & GARBER, M.J., 1965. Effect of gibberellin sprays on fruit set of Washington navel orange trees. *Hilgardia* 36, 297-311.
- HIELD, H.Z. & ERICKSON, L.C., 1962. Plant regulator uses of 2,4-D on citrus. *Calif. Citrog.* 47, 308, 331-334.

- HENSZ, R.A., 1964. A morphological and physiological investigation of the self-incompatibility of the Orlando tangelo. Diss. Abstr. 25, 3178.
- HODGSON, R.W., 1968. Horticultural varieties. Ed. Reuther, Batchelor & Webber, In: The Citrus Industry, Vol. 1, Calif. Univ. Press, 431 - 591.
- HOLTZHAUSEN, L.C., 1968. Effect of blossom thinning on the set and development of Citrus sinensis cultivar Washington Navel. S. Afr. Citrus J. 415, 5 - 13.
- HOLTZHAUSEN, L.C., 1969. Observations on the developing fruit of Citrus sinensis cv. Washington Navel from anthesis to ripeness. Tegn. mededeling No. 91, Dept. Landbou Tegn. Dienste, Rep. S. Afr.
- IIYA, Y., 1968. Effects of gibberellin on the prevention of fruit drop of Washington Navel orange. Bull. Hiroshima Prefect. agric. Exp. Stn. 28.
- JACKSON, D.I., 1968. Gibberellin and the growth of peach and apricot fruits. Aust. J. biol. Sci. 21, 209 - 215.
- JONES, D.F., 1964. Examination of the gibberellins of Zea mays and Phaseolus multiflorus using thin layer chromatography. Nature 202, 1309 - 1310.
- JUDKINS, W.P., 1939. Time evolved in pollen tube extension through style and rate of fruit growth in tomato (Lycopersicum esculentum Mill.). Proc. Amer. Soc. hortic. Sci. 37, 891 - 894.
- KARADZI, G.M. & RAZUMIHINA, T.V., 1963. Helicopters for vine pollination. Vestn. sel'sk Nauki 8(9), 114 - 121. In: Hortic. Abstr. 34, 2445.
- KATYAL, S.L., 1949. Studies on seed formation, embryo development and pollen germination in Morton citrange. Indian J. Hortic. 6, 21 - 30.

- KEFFORD, J.F. & CHANDLER, B.V., 1970. The chemical constituents of citrus fruits. New York: Acad. Press.
- KHALIFAH, R.A. & LEWIS, L.N., 1966. Cytokinins in citrus: Isolation of a cell division factor from lemon seeds. *Nature* 212, 1472 - 1473.
- KHALIFAH, R.A., LEWIS, L.N. & COGGINS, C.W., JR., 1963. New natural growth promoting substance in young citrus fruit. *Science* 142, 399 - 400.
- KHO, Y.O. & BAËR, J., 1968. Observing pollen tubes by means of fluorescence. *Euphytica* 17, 298 - 302.
- KREMER, J.C., 1949. Germination tests of the viability of apple pollen gathered in pellets. *Proc. Amer. Soc. hortic. Sci.* 53, 153 - 157.
- KREZDORN, A.H., 1960. The influence of girdling on the fruiting of Orlando tangelos and navel oranges. *Proc. Fla. St. hortic. Soc.* 73, 49 - 52.
- KREZDORN, A.H., 1969. The use of growth regulators to improve fruit set in citrus. *Proc. 1st Intern. Citrus Symp.* 3, 1113 - 1119.
- KREZDORN, A.H. & ROBINSON, F.A., 1958. Unfruitfulness in the Orlando tangelo. *Proc. Fla. St. hortic. Soc.* 71, 86 - 91.
- LENZ, F., 1966. Flower and fruit development in Valencia Late orange as affected by type of inflorescence and nutritional status. *Hort. Res.* 6, 65 - 78.
- LEWIS, D., 1949. Incompatibility in flowering plants. *Biol. Rev.* 24, 472 - 496.
- LUCKWILL, L.C., 1948. The hormone content of the seed in relation to endosperm development and fruit drop in the apple. *J. hortic. Sci.* 24, 32 - 44.



- LUCKWILL, L.C., 1953. Studies on fruit development in relation to plant hormones. 1. Hormone production by the developing apple seed in relation to fruit drop. *J. hortic. Sci.* 28, 14-24.
- LUCKWILL, L.C., WAY, D.W. & DUGGAN, J.B., 1962. Pollination of fruit crops. Canterbury: Gibbs.
- LUND, H.A., 1956. The biosynthesis of IAA in the styles and ovaries of tobacco preliminary to the setting of fruit. *Pl. Physiol.* 31, 334-339.
- LYNCH, S.J. & MUSTARD, MARGARET, J., 1955. Studies on the unfruitfulness of Minneola tangelos in Dade County. *Proc. Fla. St. hortic. Soc.* 68, 299-301.
- MAHESHWARI, P., 1950. An introduction to the embryology of angiosperms. New York: McGraw-Hill Co., Inc.
- MARLOTH, R.H., 1932. Girdling citrus trees. *Fmg. S. Afr.* 7, 261, 263.
- MAXIE, E.C., BRADLEY, MURIEL V. & ROBINSON, BETTY J., 1962. The accumulation of  $^{14}\text{C}$  from carboxyl-labelled 2,4,5-Trichlorophenoxy-acetic acid in fruit of Tilton apricot. *Proc. Amer. Soc. hortic. Sci.* 81, 137-146.
- MOFFETT, J., 1971a. Pollination of Lisbon lemons. *Calif. Citrog.* 56, 112.
- MOFFETT, J., 1971b. Pollination of Orlando tangelos. *Calif. Citrog.* 56, 112.
- MOREIRA, S. & GURGEL, J.T.A., 1941. A fertilidade do polen e sua correlacáo com o número de sementes, em espécies e formas do gênero citrus. *Bragantia* 1, 669-711.
- MOTIAL, V.S., 1962. Stigma receptivity studies in some citrus varieties. *Trop. Agriculturist* 118, 117-122. In: *Plant Breed. Abstr.* 35(3), 575.

- MUSTARD, MARGARET J., LYNCH, S.J. & NELSON, R.O., 1956. Pollination and floral studies of the Minneola tangelo. *Proc. Fla. St. hortic. Soc.* 69, 277 - 281.
- NITSCH, J.P., 1950. Growth and morphogenesis of the strawberry as related to auxin. *Am. J. Bot.* 37, 211 - 215.
- NITSCH, J.P., 1965. Physiology of flower and fruit development. In: *Encyclopedia of plant physiology*, Vol. XV/1. Ed. W. Ruhland, Berlin: Springer-verlag, 1537 - 1647.
- OBERHOLZER, P.C.J. & HOFMEYER, J.D.J., 1955. The nature and control of clonal senility in commercial varieties of citrus in South Africa. *Bull. Fac. Agric., Univ. Pretoria.*
- OLMO, H.P., 1936. Pollination and the setting of fruit in the Black Corinth Grape. *Proc. Am. Soc. hortic. Sci.* 34, 402 - 404.
- OSAWA, I., 1912. Cytological and experimental studies in Citrus. *J. Coll. Agric., Univ. Tokyo* 4, 83 - 116.
- POMEROY, C.S. & ALDRICH, W.W., 1943. Set of citrus fruits in relation to application of certain growth substances. *Proc. Am. Soc. hortic. Sci.* 42, 146 - 148.
- PREIL, W., 1970. Observing the growth of pollen tubes in pistil and ovarian tissue by means of fluorescence microscopy. *Zeiss Inform.* 75, 24 - 25.
- RACKHAM, R.L., 1966. Girdling mature navel orange trees. *Calif. Citrog.* 51, 398, 408.
- REECE, P.C., 1945. Fruit set in the sweet orange in relation to flowering habit. *Proc. Am. Soc. hortic. Sci.* 46, 81 - 86.
- REED, H.S. 1942. A short history of the plant sciences. Waltham, Mass., U.S.A.: Chronica Botanica Co.

- REINECKE, O.S.H., 1930. Field and laboratory studies of the pollination requirements of varieties of deciduous fruit trees grown in South Africa. Sci. Bull. 90, Dept. Agric., Union S. Afr.
- SALISBURY, F.B. & ROSS, C., 1969. Plant physiology. Belmont, Calif.: Wadsworth Publishing Co.
- SASTRY, K.K.S. & MUIR, R.M., 1963. Gibberellin: effect on diffusible auxin in fruit development. Science 140, 494 - 495.
- SCHNEIDER, H., 1968. The anatomy of Citrus. In: The Citrus Industry, Vol. 1, Ed. Reuther, Batchelor & Webber. Calif. Univ. Press.
- SCHWARZ, R.E. & VAN VUUREN, S.P., 1970. Heat-induced seed abortion in Valencia fruits. Agroplanta 2, 41 - 42.
- SHAMEL, A.D. & POMEROY, C.S., 1936. Report on a girdling test with Washington navel orange trees. Calif. Citrog. 21, 320, 343.
- SNYDER, J.C., 1942. Commercial hand pollination methods for apples in the Northwest. Proc. Am. Soc. hortic. Sci. 41, 183 - 185.
- SOOST, R.K., 1963. Citrus pollination. Calif. Citrog. 48, 447 - 452.
- SOOST, R.K., 1964. Self-incompatibility in Citrus grandis (Linn.) Osbeck. Proc. Am. Soc. hortic. Sci. 84, 137 - 140.
- SOOST, R.K., 1965a. Incompatibility alleles in the genus Citrus. Proc. Am. Soc. hortic. Sci. 87, 176 - 180.
- SOOST, R.K., 1965b. Use of pollen dispensers in Citrus. Calif. Citrog. 50, 247 - 249.
- SOOST, R.K., 1969. The incompatibility gene system in citrus. Proc. 1st Intern. Citrus Symp. 1, 189 - 190.



- STAFFORD, L.M., 1970. Effect of pollinators on fruit set, fruit size and seed numbers of Early Imperial and Ellendale mandarins. Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb. 10, 644 - 646. In: Hortic. Abstr. 41, 7581.
- STEWART, F.C. & SHANTZ, E.M., 1959. The chemical regulation of growth (Some substances and extracts which induce growth and morphogenesis). Ann. Rev. Pl. Physiol. 10, 379 - 404.
- STEWART, W.S., KLOTZ, L.J. & HIELD, H.Z., 1951. Effects of 2,4-D and related substances on fruit-drop, yield, size and quality of Washington navel oranges. Hilgardia 21, 161 - 193.
- TON, L.D. & KREZDORN, A.H., 1966. Growth of pollen tubes in three incompatible varieties of citrus. Proc. Am. Soc. hortic. Sci. 89, 211 - 215.
- VANSELL, G.H. & GRIGGS, W.H., 1952. Honey bees as agents of pollination. In: Yearbook Agric., U.S. Dept. Agric., 1952.
- WAGER, V.A., 1938. Alternaria citri and the November-drop problem of Washington Navel oranges in the Kat River Valley. Sci. Bull. 193, Dept. Agric. Forestry, Union S. Afr.
- WEBBER, H.J., 1930. Influence of pollination on set of fruit in Citrus. Calif. Citrog. 15, 304, 322 - 323.
- WILLIAMS, C.N. & RAJARATNAM, J.A., 1971. Artificial pollination of oil palms in the humid tropics. World Crops Jul/Aug 1971, 182 - 5.
- WILLIAMS, R.R., 1969. Factors affecting pollination in fruit trees. In: Physiology of tree crops. Ed. Luckwill & Cutting, London: Acad. Press, 193 - 207.
- WILLIAMS, R.R., 1971. Top fruit: fresh light on pollination. Span 14(1), 37 - 39.
- WONG, C., 1939. The influence of pollination on seed development in certain varieties of citrus. Proc. Am. Soc. hortic. Sci. 37, 161-164.
- WRIGHT, S.T.C., 1956. Studies of fruit development in relation to fruit morphogenesis and fruit drop in blackcurrant, Ribes nigrum. J. hortic. Sci. 31, 196 - 211.
- ZACHARIA, D.B., 1951. Flowering and fruit-setting of Shamouti orange trees. Palestine J. Bot. 8, 84 - 94.

Die stimulerings van die groei van hierdie relatiewe groot getal kleiner selle van die saadbevattende vrugte, deur byvoorbeeld ouksiene en gibberelliene wat in die saad geproduseer word, kan dus in hierdie stadium aanleiding gee tot die prominente toename in die relatiewe groeitempo van saadbevattende vrugte. Dit is algemeen bekend dat sade ryk is aan verskillende groeistowwe. Veral die gibberelliene word in hoë konsentrasies in sade aangetref (MacMillan, Seaton & Suter, 1961). Die voorkoms van ouksien- en gibberellienagtige stowwe is al in sitrus-sade aangetoon (de Lange, 1969).

- (6) Daar was 'n groter toename in die groeitempo van vrugte met meer saad in vergelyking met dié met minder saad gedurende Fase 2.

Net soos daar volgens die verklaring vir (5) 'n groter volume toename vir saadbevattende as vir saadlose vrugte is, sal die toename in volume vir vruggies met baie saad groter wees as dié vir vruggies met min saad.

Die toename in groeitempo van vrugte met min saad was in die geval van die Nawel nie voldoende om hul aanvanklike agterstand in vrug-grootte met betrekking tot saadlose vrugte (aan die einde van Fase 1) uit te wis nie.

- (7) Gedurende Fase 3 was daar geen of slegs 'n baie geringe toename in die groeitempo van saadbevattende vrugte relatief tot dié van saadlose vrugte.

Dit is reeds genoem dat die selgrootte van saadbevattende vrugte aan die einde van Fase 1 moontlik relatief klein mag wees maar dat daar gedurende Fase 2 'n drastiese stimulerings van selvergroting in sodanige vrugte plaasvind. Hierdie stimulerings kan daartoe lei dat die gemiddelde selgroottes van saadbevattende en saadlose vrugte aan die einde van Fase 2, dieselfde mag wees of slegs min verskil. In die afwesigheid van enige verdere groeistimulerings deur die sade, vind selvergroting dan teen dieselfde tempo plaas, in beide vrugte met en sonder saad. Alhoewel die werklike toename in groei van die saadbevattende vrugte groter sal wees as dié van die saadlose vrugte a.g.v. 'n hoër gemiddelde getal selle per vrug in die geval van eersgenoemde vrugte, behoort die relatiewe groeitempo van al die groepe van vrugte dus min of meer dieselfde te wees gedurende Fase 3.

Die poging tot verklaring van die relatiewe groeikrommes van vrugte in die huidige ondersoek, rus swaar op sekere aannames. Dit is wenslik dat die geldigheid van die argumente wat gebruik is, in verdere ondersoeke getoets word.

Sekere argumente is gebruik, nieteenstaande alternatiewe moontlikhede, ten einde 'n deurlopende redenering te handhaaf vir verklarings van die genoemde sewe verskynsels soos dit Figuur 26 uitgebeeld is.

So 'n alternatiewe verklaring kan bv. aangebied word vir die algemene afname van die relatiewe groeikromme van saadbevattende vrugte gedurende Fase 1. Dit is moontlik dat groei van die saad gedurende Fase 1 ten koste van vruggroei geskied en sodoende aanleiding gee tot dié algemene afname. Die resultate wat in Hoofstuk 4 verkry is, ondersteun egter nie hierdie verklaring nie.