

'N ONTOGENETIESE STUDIE VAN DIE VRUG EN SAAD
VAN SCLEROCARYA BIRREA (A. RICH.) HOCHST.
SUBSPESIE CAFFRA (SOND.) KOKWARD

deur

ESTELLE VAN DER MERWE

voorgelê ter vervulling van 'n deel van die
vereistes vir die graad

MAGISTER SCIENTAE

In die Fakulteit Wis- en Natuurkunde
Departement Plantkunde
Universiteit van Pretoria

PRETORIA

Leier : Prof. dr. P.J. Robbertse

Mede-leier : Dr. W.F. Reyneke

INHOUDSOPGAWE

HOOFSTUK		BLADSY
1	<u>INLEIDING</u>	1
2	<u>MATERIAAL EN METODES VAN ONDERSOEK</u>	4
3	<u>VERSPREIDING EN ORGANOGRAFIE VAN SCLEROCARYA BIRREA (A. RICH.) HOCHST. SUBSPESIE CAFFRA (SOND.) KOKWARO</u>	
3.1	ORGANOGRAFIE VAN DIE VEGETATIEWE PLANT..	6
3.2	VERSPREIDING	7
4	<u>MANLIKE BLOEIWYSE, BLOMME EN MIKROSPOROGENESE</u>	
4.1	MANLIKE BLOEIWYSE EN BLOMME.....	10
4.2	ALGEMENE MORFOLOGIE VAN DIE MEELDRADE..	10
4.3	ONTOGENIE VAN DIE MEELDRADE.....	10
4.3.1	<u>Komponente van die helmknopwand</u>	11
4.3.2	<u>Ontwikkeling van die mikrospore</u>	12
4.3.3	<u>Die stuifmeelkorrels</u>	13
5.	<u>VROULIKE BLOMME, SAADKNOPONTWIKKELING EN MEGASPOROGENESE</u>	
5.1	BLOMONTWIKKELING.....	21
5.2	SAADKNOPONTWIKKELING	
5.2.1	<u>Aanleg en oriëntering van die saadknop- primordium</u>	21

HOOFSTUK	BLADSY
5.2.2 <u>Ontstaan en bou van die integumente</u>	22
5.2.3 <u>Nusellus</u>	23
5.2.4 <u>Ontwikkeling van die argesporiumsel</u>	24
5.3 MEGASPOROGENESE	
5.3.1 <u>Ontwikkeling van die megaspoormoeder- sel en megaspore</u>	24
5.3.2 <u>Ontwikkeling van die embriosak</u>	26
6 <u>EMBRIOGENIE</u>	
6.1 BESTUIWING EN BEVRUGTING	36
6.2 ONTWIKKELING VAN DIE ENDOSPERM.....	37
6.3 ONTWIKKELING VAN DIE EMBRIO.....	38
6.4 ADVENTIEWE EMBRIONIE.....	38
6.5 POLIEMBRIONIE.....	39
7 <u>ONTWIKKELING VAN DIE VRUGWAND EN DIE SAAD</u>	
7.1 INLEIDING	47
7.2 VRUGWANDONTWIKKELING	47
7.2.1 <u>Die eksokarp</u>	48
7.2.2 <u>Die mesokarp</u>	49

HOOFSTUK		BL ADSY
7.2.3	<u>Die endokarp</u>	49
7.3	ONTWIKKELING VAN DIE SAADHUID.....	50
8	<u>BESPREKING</u>	60
	<u>SAMEVATTING</u>	64
	<u>SUMMARY</u>	66
	<u>DANKBETUIGINGS</u>	68
	<u>LITERATUURVERWYSINGS</u>	69
	<u>CURRICULUM VITAE</u>	75

HOOFSTUK I

INLEIDING

Die maroelaboom, soos dit algemeen bekend is, is tot onlangs deur die Navorsingsinstituut vir Plantkunde van die Departement van Landbou- Ekonomie en Visserye in Pretoria benaam as Sclerocarya caffra (Sond.) (Shone, 1979). In 1980 egter bevind Kokwaro dat Sclerocarya caffra (Sond.) nie spesie-status regverdig nie en maak dit 'n subspesie van Sclerocarya birrea (A. Rich.) Hochst. Die naam is nou Sclerocarya birrea (A. Rich.) Hochst. subsp. caffra (Sond.) Kokwaro (Kokwaro & Gillet, 1980). Sclerocarya is afgelei van die Griekse woorde skleros wat hard beteken en karyon wat neut beteken.

Die familie Anacardiaceae, waaraan die maroela behoort, sluit 73 genusse met 600 spesies in. Die meeste is bome en struike, waarvan die maroela, die mango en kasjoeneut in Suid-Afrika die bekendste is. Die mango (Mangifera indica L.) en die kasjoeneut (Anacardium occidentale L.) is albei uitheems, maar word op groot skaal in Suid-Afrika verbou. Ekonomies is die maroela van groot belang. In "Trees of Southern Africa" verklaar Palmer en Pitman "a tree such as the marula, Sclerocarya caffra with its abundant edible fruit, the source of a potent beer, and its oil-rich nuts, is woven into the life of a people and must always have been so."

Die Departement van Bosbou het reeds in 1971 die maroela as 'n beskermde boom verklaar en wel om die volgende redes:

- (a) Maroelabome speel 'n belangrike rol in die voorkoming van winderosie;
- (b) Die boom is 'n waardevolle voedselbron; en
- (c) Die boom is van skilderagtige skoonheid.

Die maroelaboom speel 'n baie belangrike rol in die lewe van die swartmense en is vanaf die vroegste tye beskerm deur alle

swart rasse. In sekere stamme, soos byvoorbeeld die Phalaborwa-stam in die Letaba-distrik, is die maroela van so 'n groot sosiale en ekonomiese belang, dat daar by hulle na 'n "maroela kultuur" verwys word (Shone, 1979). Die maroela is die belangrikste bron van vitamien C in die Pedi se dieet. (Quinn, 1959)

In Tongaland, Noord- en Oos-Transvaal maak swartes bier van die vrugte. Vars bier het die smaak van 'n mengsel van sjampanje en limonade. Vars vrugtesap bevat 2 milligram vitamien C per gram, wat vierkeer soveel is as wat daar in 'n ooreenstemmende massa lemoensap voorkom. (Shone, 1979). 'n Aangename jellie kan ook van die vrugte gekook word. Die embryo, wat die eetbare deel van die neut verteenwoordig, word in die voedselbedryf gebruik omdat dit so sag is.

Die maroela is een van die belangrikste inheemse voedsel-spesies in die land. In November 1971 is daar heelwat publisiteit aan die maroela verleen toe die Johannesburgse Kamer van Nywerhede navrae uit die Verenigde State ontvang het vir inligting omtrent die neut as 'n moontlike voedselbron. Die boom is nie alleen belangrik vir sy vrugte nie, maar ook vir sy groen blare wat as voedsel dien en selfs vir die blare wat gedurende die winter afval en dan deur bokke gevreet word. Diere soos olifante, bobbejane en renosters is baie lief vir die vrugte. (Shone, 1979)

Die maroelaboom is die gasheer van die klein, giftige Polydorasie, wat deur die boesmans gebruik word as 'n bestanddeel van hulle pylgif. Mopaniwurms, wat 'n gesogde lekkerny is, kom algemeen op maroelabome voor. Die swartes gebruik maroelas ook as 'n middel teen maagongesteldhede en brandwonde. Vanweë sy vorm verskaf die boom 'n skaduwee wat gesog is by sowel wilde as mak diere. Buffelsgras, wat een van die mees waardevolle voergrasse is, groei onder die bome (Shone, 1979).

Kommersiëel het die maroela heelwat moontlikhede. 'n Skema om maroelaprodukte in swartgebiede te vervaardig, is reeds voorgestel. Hierdie fabriek sal maroelabotter, konfyt, wyn, brandewyn, stroop, jellie, lekkers en asyn produseer. Vars maroela-

sap is baie aangenaam. Die WNNR het met sukses sap geëkstraheer. Volgens Redelinghuys (1976) is dit wel moontlik om tegnies en ekonomies maroelasap te vervaardig. Die bemerking van die sap het reeds posgevat en volgens Holtzhausen (persoonlike mededeling) gaan dit met rasse skrede vooruit. Aangesien diere lief is vir die blare, behoort die boom in weigebiede aangeplant te word.

Aangesien die vrugte ekonomies so belangrik is en soveel moontlikhede het, word gepoog om maroelas te veredel. Voordat dit gedoen kan word, is dit wenslik dat al die verskillende fasette van die ontwikkeling van die vrug en saad eers bestudeer word en om dié rede is hierdie studie aangepak.

HOOFSTUK 2

MATERIAAL EN METODES VAN ONDERSOEK

Materiaal gebruik vir hierdie ondersoek is verkry van manlike en vroulike maroelabome in die Wonderboom Natuurreservaat in Pretoria. Gedurende die tydperke Julie 1980 tot Februarie 1981 en Julie 1981 tot Februarie 1982 is manlike en vroulike blomknoppe en blomme en vrugte in verskillende stadiums van ontwikkeling tweekeer per week versamel. Gedurende Julie 1981 tot Februarie 1982 is materiaal ook van 'n aangeplante vroulike boom in Meyerspark Pretoria versamel.

Drie groepe materiaal is versamel, naamlik:

- 1) F.A.A. gefikseer - blomme, vrugbeginsels en saadknoppe.
- 2) Kritieke puntdroër - stuifmeel en vrugbeginsels.
- 3) Glutaaraldehyd gefikseer - blomme, vrugbeginsels en saadknoppe.

'n Gedeelte van die versamelde materiaal is in formalien-asynsuur-alkohol (F.A.A.) gefikseer (Johansen, 1940). Van hierdie stuifmeel en vrugbeginsels is in 'n etanolreeks gedehidreer, krities gedroog soos deur O'Brien & Mc Cully (1981) beskryf, op knopies gemonteer, met goud bedamp en met behulp van 'n Phillips SEM 500 aftaselektronmikroskoop bestudeer. Stuifmeelkorrels wat bestudeer is, is volgens Erdtman (1969) se asetolisemetode wat Coetzee (1975) gewysig het, voorberei.

'n Ander gedeelte van die versamelde materiaal is in 6% glutaaraldehyd gefikseer. Om deeglike fiksering te verseker is van baie klein stukkie blom materiaal gebruik gemaak. Ontwikkelende saadknoppe is uit jong vrugbeginsels gedissekteer en saam met stukkie vrugwand gefikseer. Die gefikseerde materiaal is met alkohole gedehidreer, met glikolmetakrilaat (GMA) geïnfiltreer en gepolimeriseer (Fedor & O'Brien, 1968). Die

monomeermengsel wat gebruik is, is opgemaak soos deur Von Teichman und Logischen en Robbertse (1981) beskryf. Sneë, ongeveer twee μm dik, is met glasmesse op 'n Reichert OMÜS ultramikrotoom gesny. Die preparate is met perjodiuumsuur-Schiff se reagens (PAS) (Feder & O' Brien, 1968), met die gebruik van 0,5% toluidienblou in 'n bensoaatbuffer met 'n pH van 4,4 (Sidman et al, 1961) teengekleur en onder die ligmikroskoop bestudeer.

Vir die bestudering van meiose is jong manlike blomknoppe met tussenposes van 'n halfuur vanaf 08h00 tot 13h00 versamel. Die materiaal is vir 12 uur in Pienaar se reagens (Pienaar, 1955) gefikseer. Papdrukke van die helmknoppe is volgens die propioonkarmynmetode gemaak en gekleur (Peacock, 1966).

Vars materiaal is gebruik vir die bestudering van stuifmeelbuisse. Volwasse manlike blomme met ryp stuifmeel en vroulike blomme wat nog toe was, is versamel. Die stampers is met die hand bestuif en uitgedissekteer. Die materiaal is volgens Sedgley (1976) se metode in 0,8 mol. dm^{-3} NaOH by 60 °C vir twee ure geplaas vir die stuifmeelbuisse om te groei. Daarna is die materiaal vir 'n dag lank in 0,1% wateroplosbare anilienblou in $\text{K}_3\text{O}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ gekleur en daarna gemonteer. Die preparate is met 'n Univar mikroskoop wat met 'n optiese sisteem vir fluoresensiewerk toegerus is, bestudeer.

'n Groot aantal sneë is van die saadknop gemaak voordat die regte stadiums vir embriosakontwikkeling gevind is. Volgens Copeland (1940, 1962) het hy met Toxicodendron diversiloba en Anacardium occidentale ook probleme ondervind om die embriosakontwikkeling te bestudeer. "My experience has been this: in sagittal sections of more than one hundred ovules only two or three have shown scattered stages of normal development."

Handsneë van die saadknop is ook gemaak om die embryo te bestudeer.

HOOFSTUK 3

VERSPREIDING EN ORGANOGRAFIE VAN SCLEROCARYA BIRREA (A.RICH.) HOCHST. SUBSPESIE CAFFRA (SOND.) KOKWARD

3.1. ORGANOGRAFIE VAN DIE VEGETATIEWE PLANT

Die plante het 'n goed ontwikkelde wortelstelsel met 'n lang, dik penwortel. Kenmerkend is die groot hoeveelhede water wat hulle in die wortels kan stoor. Volgens Shone (1979) bevat 'n stuk wortel wat een meter lank en sewe sentimeter breed is, tot 250 cm³ water. Hierdie kenmerk stel die boom in staat om droogtetoestande te oorleef.

Die saailinge het pienkrooi stingels. Jong bome se stamme is gryserig en glad, terwyl die bas van die volwasse bome bruin-grys en baie grof is. Soos kenmerkend vir verteenwoordigers van die Anacardiaceae kom daar harpuiskanale in die stingels voor en as die bas beskadig word, word daar 'n rooibruin harpuisagtige sap vrygestel (Shone, 1979).

Die bome is tweehuisig, bladwisselend en word tot 20 meter hoog. Die eerste blare verskyn in September en teen Junie-maand verkleur die blare geel en val af. Die nuwe blare is liggroen maar verdonker gaandeweg tot 'n blink blou-groen aan die bokant. Die onderste oppervlak is 'n dowwe groen wat gewoonlik met 'n poeieragtige waslagie bedek is. Die blare is veervormig saamgestel en onewegeveerd met drie tot vier pare teenoorstaande pinnas en 'n terminale pinna.

Die blaarlengte varieer tussen 180 en 250 mm en die breedte tussen 80 en 150 mm. Die ovaalvormige pinnas is gemiddeld 50 mm lank en 25 mm breed, terwyl die terminale pinna vyf tot agt mm langer as die laterale pinnas is. Die petiolus is 50 tot 80 mm lank en dun met 'n opvallende blaarvoet. Die volwasse blare is effens bros en die bearing is veervormig.

Die blomseisoen van die maroela begin ongeveer in September. Die manlike en vroulike bome blom gelyktydig en 'n groot aantal blomme word gevorm. Die blomme is klein en gevolglik nie baie opvallend nie. Die manlike blomme word in laterale trosse gedra (fig 3.1A; Varghese & Grover, 1972). Al die blomme verkeer nie in dieselfde stadium van ontwikkeling nie, maar die jongste blomme is apikaal met 'n toename in ouderdom basipetaal. Trosse kom gewoonlik in groepe van drie basaal van nuwe blare voor. Die blomstiele kan tot 50 mm lank word. Die vroulike blomme word enkel of in groepe van twee of drie aan die punte van klein takkies, basaal van die nuwe blare gedra. (fig 3.1B).

3.2 VERSPREIDING

Die maroela geniet 'n wye verspreiding en kom voor in tropiese en subtropiese dele van Afrika met die mees noordelike verspreiding Ethiopië en met die Tugela as die suidelike grens. Kenmerkend is dat die bome veral in sandgrond in die warm, droë streke van Natal en Transvaal voorkom. (Shone, 1979).

Na aanleiding van die plantegroei-streke vir Suid-Afrika voorgestel deur Acocks, kom die maroela voor in die Laeveld en mopanieveld, Zoeloelandse palmveld, Zoeloelandse doringveld, Laeveldse suurbosveld en turfdoringveld, gemengde- en suurbosveld. (Sien Verspreidingskaart in Palgrave, 1977).

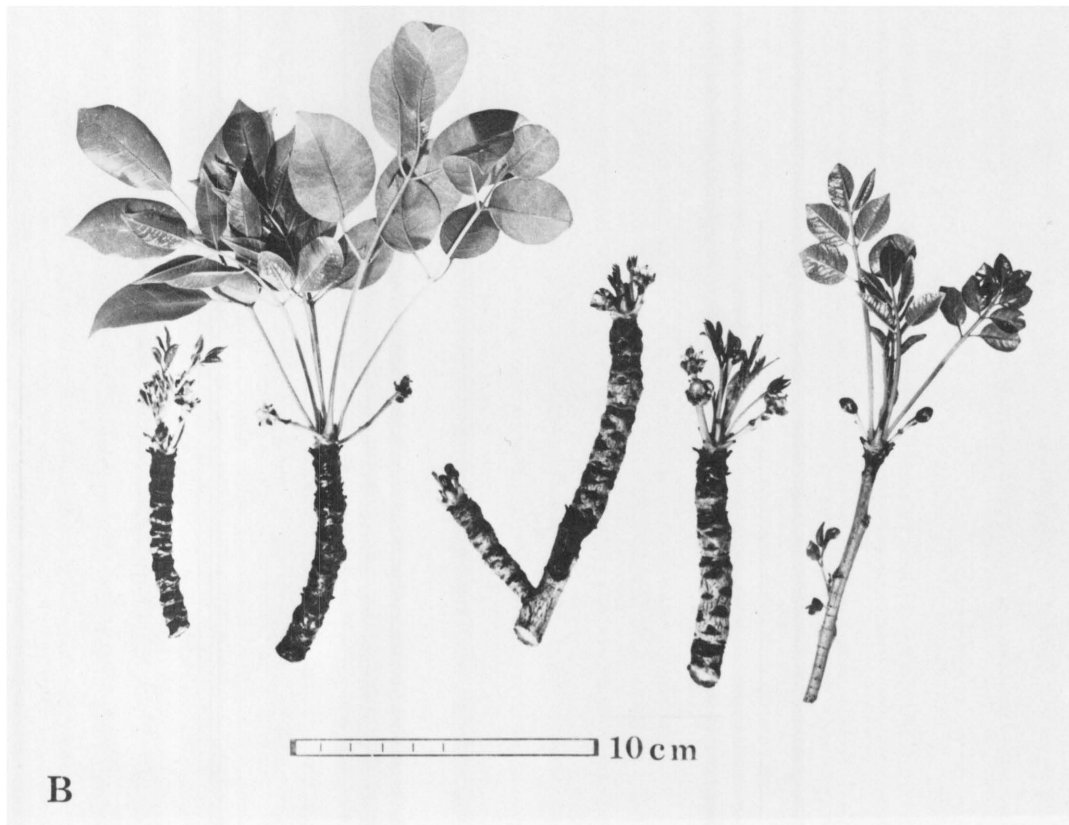
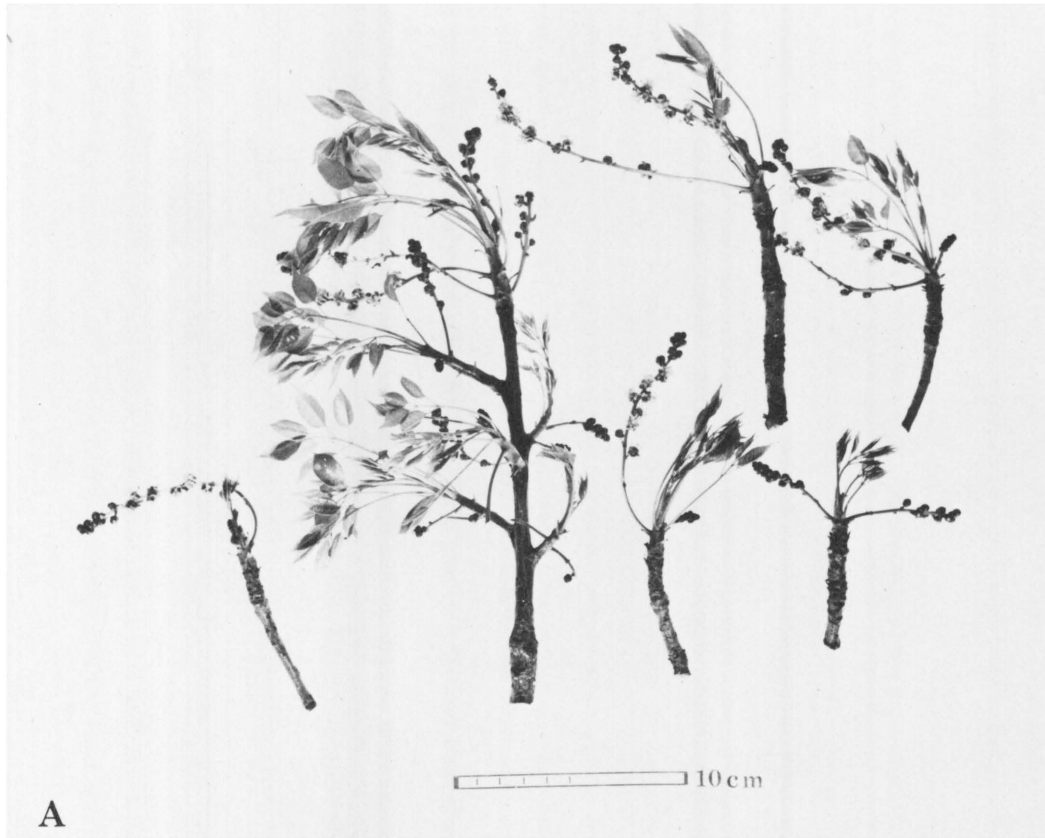
Die bome is aangepas by warm, droë gebiede met 'n reënval van 250 tot 800 mm en aard nie by hoë humiditeitstoestande nie. Jong bome is veral sensitief vir ryp. Maroelabome word gewoonlik in oop savannaveld aangetref, maar nooit in 'n digte woud nie. In ondersoek wat deur die Departement van Bosbou in die Messina-distrik uitgevoer is, is 'n digtheid van 32 bome per hektaar gevind (Shone, 1979).

Daar is verskeie faktore wat die verspreiding van die spesies strem. In die Swart tuislande, byvoorbeeld, vernietig vuur die jong bome en die aanhoudende afknibbel van die blare

deur bokke veroorsaak dat die bome uiteindelik doodgaan. Caesalpinia decapetala, wat in sekere gebiede, soos byvoorbeeld Sibasa in Noord-Transvaal groei, is 'n bedreiging vir die maroela aangesien die jong bome nie in staat is om in die digte ondergroei te oorleef nie.

FIGUUR 3.1

- A : Takke met manlike bloeiwyses.
B : Takke met vroulike blomme.



HOOFSTUK 4

MANLIKE BLOEIWYSES, BLOMME EN MIKROSPOROGENESE

4.1 DIE MANLIKE BLOEIWYSE EN BLOMME

In 'n jong bloeiwyse (fig 4.1A) is die bloeistele nog kort (ongeveer agt mm lank) en die blomknoppe kom styf teen mekaar voor. Die volwasse bloeiwyse is reeds in Hoofstuk 3 bespreek. Die blomme is klein (ongeveer sewe mm in deursnee) en donker pers-rooi. Die periant is tetrameries (fig 4.1B) en daar kom 17 tot 22 meeldrade voor. Die blomformule van die manlike blom van die maroela, aangetoon deur fig 4.1B is soos volg: $\text{♁} \downarrow \overset{\uparrow}{\text{O}} \text{K}_4 \text{K}_4 \text{A} \infty \text{G}_0$.

4.2 ALGEMENE MORFOLOGIE VAN DIE MEELDRADE

Die meeldraad bestaan uit die helmdraad wat basisfiks aan die helmknop vas is (fig 4.1C). Die helmdrade is dikker by hul basis, wat kenmerkend van verteenwoordigers van die Anacardiaceae is (Phillips, 1951). Elke helmknop bevat twee tekas (fig 4.3B) en elke teka is bisporangiaal,

met 'n steriele helmbindsel wat die twee tekas aan mekaar verbind. In die helmbindsel kom 'n enkele vaatbondel voor. Die tekas open deur lengtesplete om die stuifmeel vry te stel (fig 4.1D). Die vroulike blomme beskik oor rudimentêre meeldrade (staminodiams). Hierdie staminodiams ontwikkel slegs tot op 'n stadium wanneer die saadknoppe megaspoormoederselle bevat en die helmknoppe mikraspoormoederselle, waarna ontwikkeling nie verder plaasvind nie en die mikraspoormoederselle afsterf.

4.3 ONTOGENIE VAN DIE MEELDRADE

Die meeldraadprimordium groei as 'n koppievormige uitsteeksel uit die blombodem (Varghese & Grover, 1972). Hierdie uitsteeksel verleng vinnig en neem die vorm van 'n helmknop aan.

Volgens Fahn (1969) bestaan 'n meeldraadprimordium uit 'n protodermis en 'n grondmeristeem. Die epidermis differensieer uit die protodermis van die ontwikkelende meeldraad (Esau, 1965). 'n Paar hipodermale grondmeristeemselle in die vier hoeke van die helmknop word groter met 'n digte sitoplasma en prominente nukleusse. Die radiale verlenging van hierdie selle onderskei hulle as argesporiumselle. Die argesporiumweefsel ontstaan dus hipodermaal uit die grondmeristeem.

Die argesporiumselle deel periklinaal en vorm 'n primêre sporogene laag selle na buite, Die primêre sporogene weefsel verdeel herhaaldelik om in 'n massa mikrospormoederselle te ontwikkel (fig 4.2B, C). Die primêre pariëtale laag verdeel verder periklinaal sodat twee sekondêre pariëtale lae vorm (fig 4.2B). By die maroela is wandvorming van die helmknop van die basiese tipe (Davis, 1966), waar die twee sekondêre pariëtale lae weer periklinaal verdeel om van buite na binne die subepidermale laag (nie gedifferensieër in 'n tipiese endotekium nie), twee middellae van die mikrosporangium en 'n tapetum te vorm (fig 4.3A).

In die vroeë stadium is die meeldraadprimordium halfmaanvormig maar verleng vinnig om die vorm van die helmknop aan te neem. By die maroela word meer steriele selle gevorm in die binneste stuifmeelsakkie en gevolglik is die helmknop dus die breedste aan die buitekant. (fig 4.3B)

4.3.1. Komponente van die helmknopwand

Die protodermis ondergaan slegs in 'n vroeë stadium antiklinale delings en die epidermis, wat uit die protodermis differensieer, deel nie verder nie, maar plat af en vergroot om tred te hou met die groei van die helmknop. (fig 4.2B)

Die laag selle aan die binnekant van die epidermis is nie gedifferensieër in 'n tipiese endotekium nie (fig 4.2C, 4.3A). Hierdie baksteenvormige selle se wande het geen heliksvormige verdikkings

nie en bereik maksimum grootte op 'n stadium wanneer die stuifmeelkorrels gereed is vir vrystelling uit die helmhok (fig 4.6A; Maheshwari 1950). Tussen twee aangrensende helmhokke is die selle van die subepidermale laag kleiner en vorm saam met die aangrensende epidermisselle die stomium (fig 4.5A).

Onder die subepidermale laag is die middellaagselle gelê (fig 4.3A). By die maroela kom twee tot drie middellae voor wat kenmerkend van die Anacardiaceae is (Varghese & Grover, 1972). Die selle van hierdie middellae verdeel nie verder nie. As die helmhok tetrades bevat word die selle van die middellae teen die subepidermale laag platgedruk. (fig 4.4B) Die middellae het waarskynlik geen funksie nie en word slegs beskou as sellae wat vanaf die vroeëre Angiospermae behoue gebly het. (Varghese & Grover, 1972).

Die tapetum is net een sell laag breed (fige 4.2C ; 4.3A) en elke sel word gekenmerk deur 'n prominente nukleus en 'n digte sitoplasma. Verder is die selle groot, isodiametries en dikwels binukleêr. Twee tapetumtipes kom by die Anthophyta voor, naamlik 'n klieragtige- en ameboïdale tapetum (Maheshwari, 1950). By die maroela is die tapetum van die klieragtige tipe, waar die selle in hul oorspronklike posisie rondom die mikrospoormoederselle behoue bly. Teen die einde van meiose los die selwande van die tapetumselle op, die selinhoud begin degenerereer en die selle raak los van mekaar (fige 4.5A en C; Varghese & Grover, 1972). Uiteindelik vertoon oorblyfsels van die tapetum as 'n enkele, donkerkleurige ring aan die binneste wand van die stuifmeelsakkie (fig 4.6A).

4.3.2 Ontwikkeling van die mikrospore

Deur herhaalde delings van die primêre sporogene selle word 'n massa van mikrospoormoederselle gevorm (fig 4.2B). Elke sel het 'n opvallende nukleus met 'n goed gedefinieerde nukleêre membraan en prominente protoplast. Aanvanklik lê die mikrospoormoederselle dig teen mekaar en dig teen die tapetum.

Soortgelyk aan die werk van Kirkwood(1907) op verteenwoordigers van die Cucurbitaceae, ondergaan die mikrospoormoederselle, nadat hulle gevorm is, 'n groeiperiode waartydens daar 'n opvallende toename in grootte^{is} en struktuurveranderinge vind plaas.

Die nukleusse vergroot en vertoon baie helder (fig 4.2C) met groot donkergekleurde nukleolusse. Die nukleusse van enkele mikrospoormoederselle het 'n digte chromatiennetwerk (fig 4.3A). Die sitoplasma van hierdie selle bestaan uit 'n baie fyn netwerk van fibrille wat met die groei van die sel in grootte toeneem (Kirkwood, 1907). Volgens Esau(1965) is die mikrospoormoederselle in 'n vroeë stadium onderling deur middel van plasmodesmas met mekaar verbind, asook met die tapetum. In 'n later stadium word die protoplaste van die mikrospoormoederselle geïsoleer deur plasmolise (Varghese & Grover, 1972).

Meiotiese seldeling is waargeneem in jong helmknoppe wat om 09h30 en 10h00 versamel is (fig 4.4A). Met die aanvang van meiose is die mikrospoormoederselle dunwandig en die chromatiennetwerk ongeorganiseerd in die nukleusse. Tydens metafase I word 'n kallose wand rondom die delende mikrospoormoederselle neergelê en die verdere verloop van meiose vind in hierdie dikwandige mikrospoormoederselle plaas (fige 4.4A₂, A₃). In die Anthophyta word die delingsproses van die mikrospoormoederselle in opeenvolgende en gelyktydige verdelings-tipes onderverdeel (Maheshwari, 1950; Davis, 1966). By die maroela kom gelyktydige sitokinese voor, dit wil sê die selwande word eers aan die einde van meiose II neergelê om tetrahediese tetrades te vorm (fig 4.4B). Die tetrades vorm binne die dik kallosewand van die moedersel. Teen die tyd dat hierdie gemeenskaplike kallosewand verdwyn, het die mikrospore reeds hul eie wand gevorm (fig 4.5C; Juliano & Cuevas, 1932).

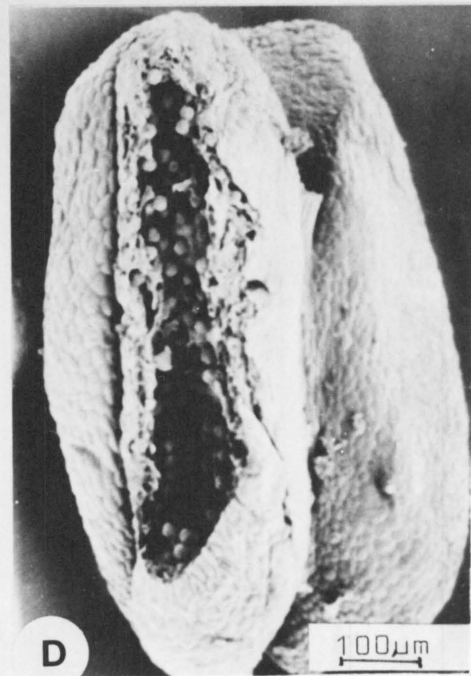
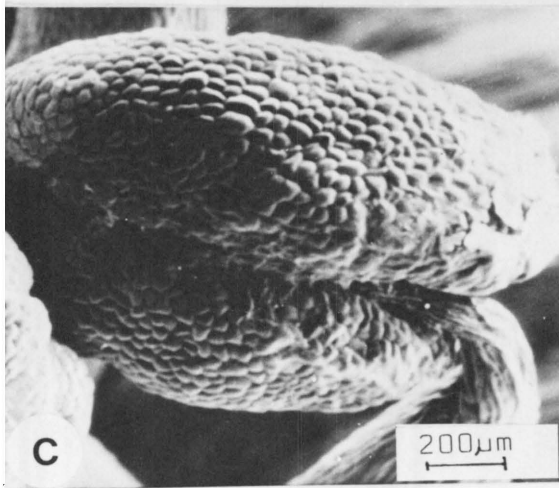
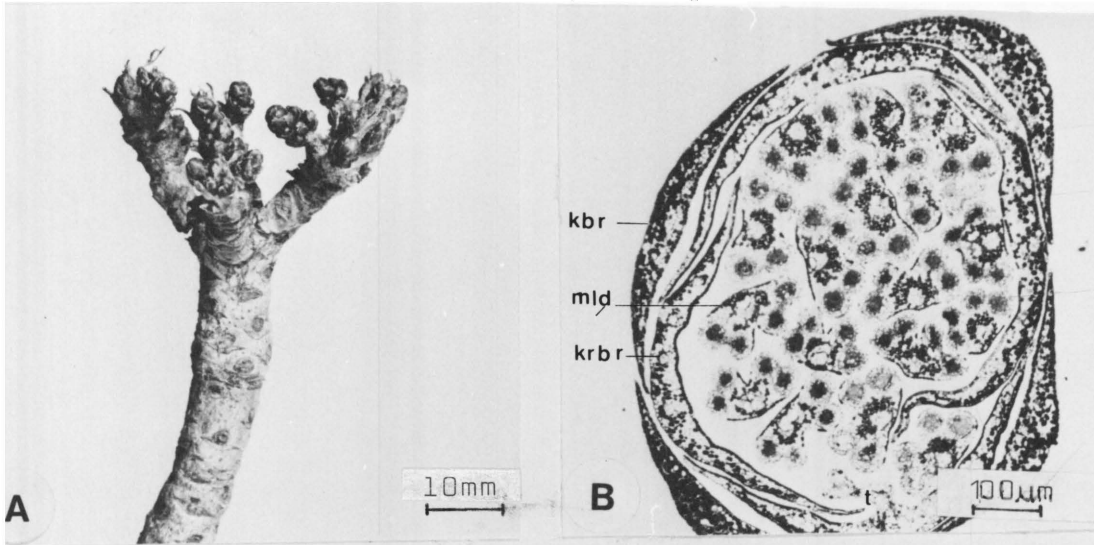
4.3.3 Die stuifmeelkorrels

Die mikrospore in die mikrosporangium het 'n dik wand (fige 4.5A; B). By stuifmeelkor-

rels van ouer blomme, is 'n digte sitoplasma en groot nukleus, wat feitlik in die middel van die sel lê, kenmerkend (fig 4.6B). In die ouer stuifmeelsakkies (fig 4.6A) is die tapetum nog net sigbaar as 'n donker gekleurde lagie. Die stuifmeelkorrels van die maroela is sferies (fige 4.6A,B en C; Erdtman (1966), monaad en apolêr. Die ambitus van die stuifmeel is triaperturaat en die stuifmeelkorrel as sodanig trikolporaat (fig 4.6C; Coetzer, Robbertse en Grobbelaar, 1981). Die drie kolpiums is eweredig gespaseer. Die stuifmeelkorrelwand bestaan uit 'n eksien- en 'n intiengedeelte (Erdtman, 1969). Die eksien word onderverdeel in 'n buitenste seksien- en 'n binneste neksienlaag. Die seksien is oortrek met striasies (fig 4.6D). Die langste gemete ekwatoriale as is 26 μm , waarvolgens Erdtman (1966) die stuifmeelkorrels as mediumgroot beskou.

FIGUUR 4.1

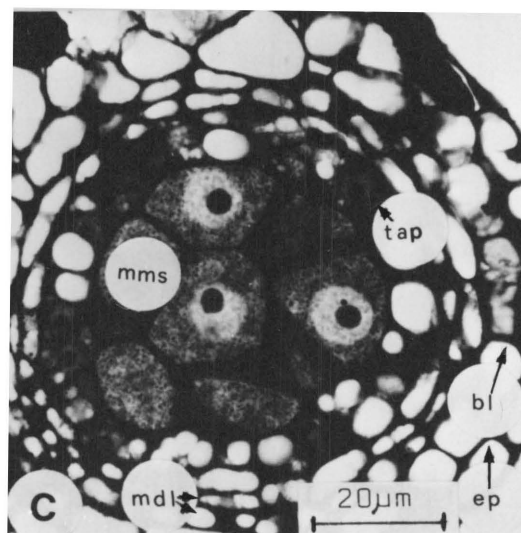
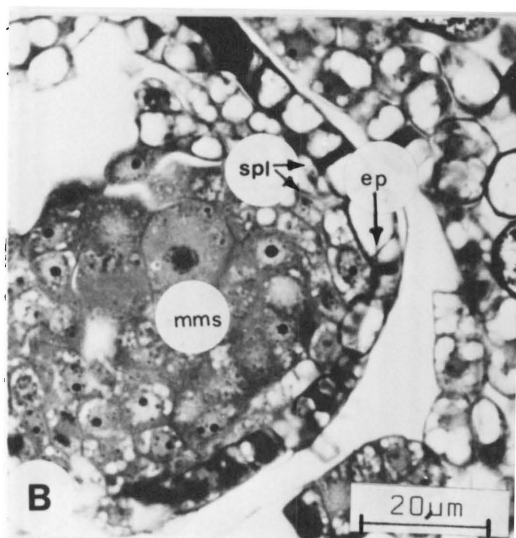
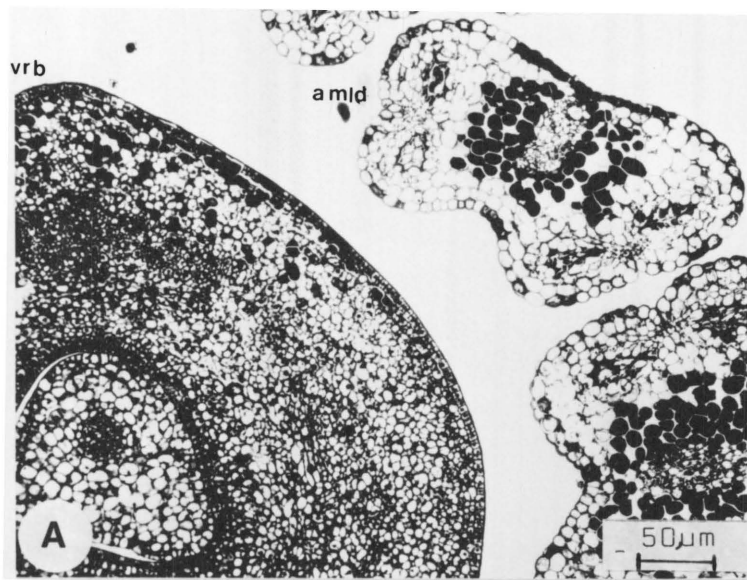
- A : 'n Tak met jong manlike bloeiwyses.
- B : 'n Dwarssnee van 'n jong manlike blom om die kelkblare, kroonblare en meeldrade aan te toon.
- C : 'n Aftaselektronmikrograaf van 'n helmknop wat die basifikse hegting aan die helmdraad toon.
- D : 'n Aftaselektronmikrograaf om die oopgaan (met 'n lengtespleet) van die teka te illustreer.
-
- kbr : kelkblaar
- krbr : kroonblaar
- mld : meeldraad



FIGUUR 4.2

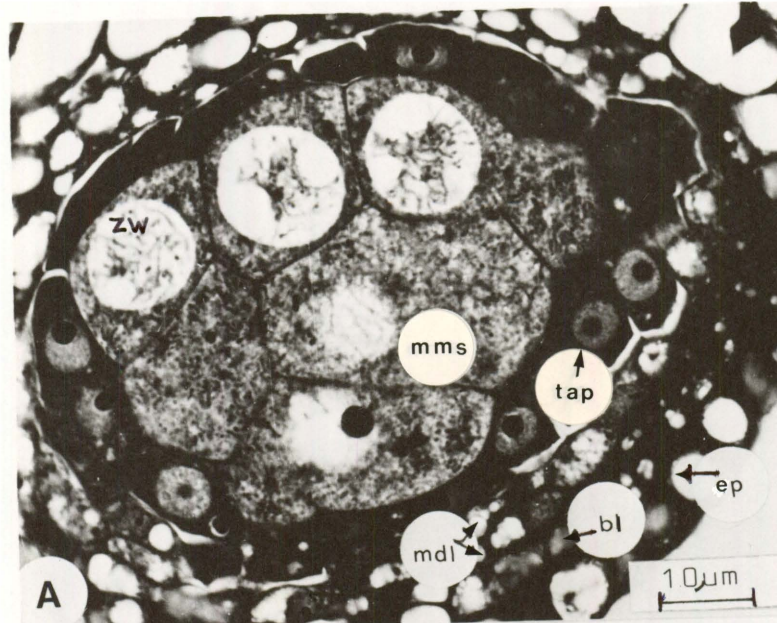
- A : 'n Dwarssnee van 'n gedeelte van 'n vroulike blom met meeldrade wat besig is om te aborteer.
- B en C : Gedeeltes van dwarsneë van jong manlike blomme om die ontwikkeling van die helmknopwand en mikrospoormoederselle aan te toon.

- amld : aborterende meeldraad
- bl : subepidermale laag
- ep : epidermis
- mdl : middellae van die mikrosporangium
- mms : mikrospoormoederselle
- spl : sekondêre pariëtale lae
- tap : tapetum
- vr̄b : vrugbeginnel



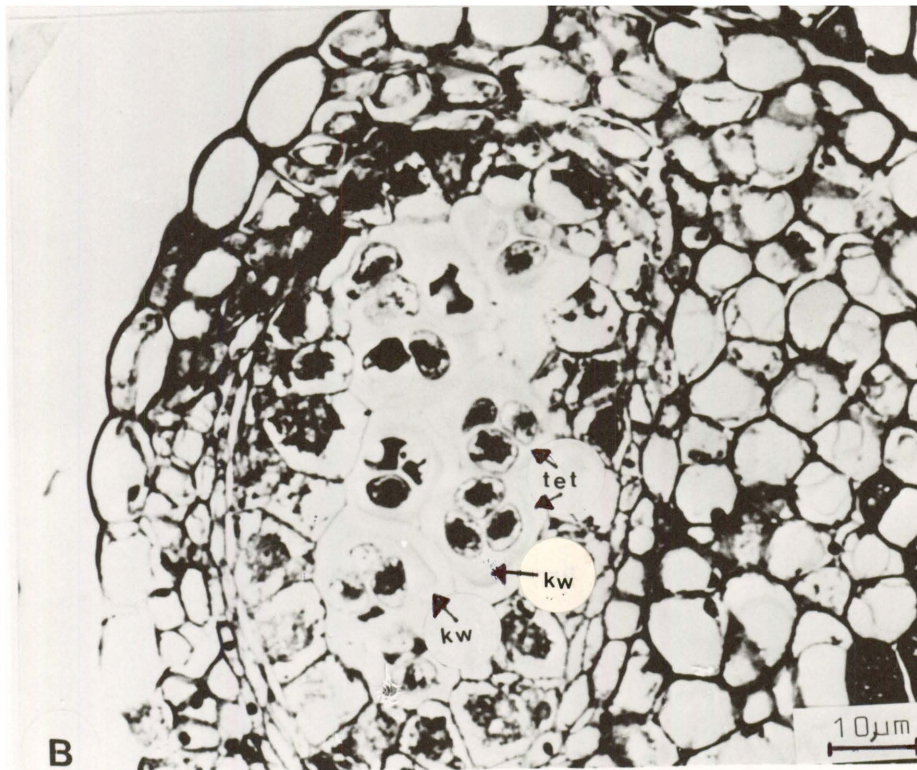
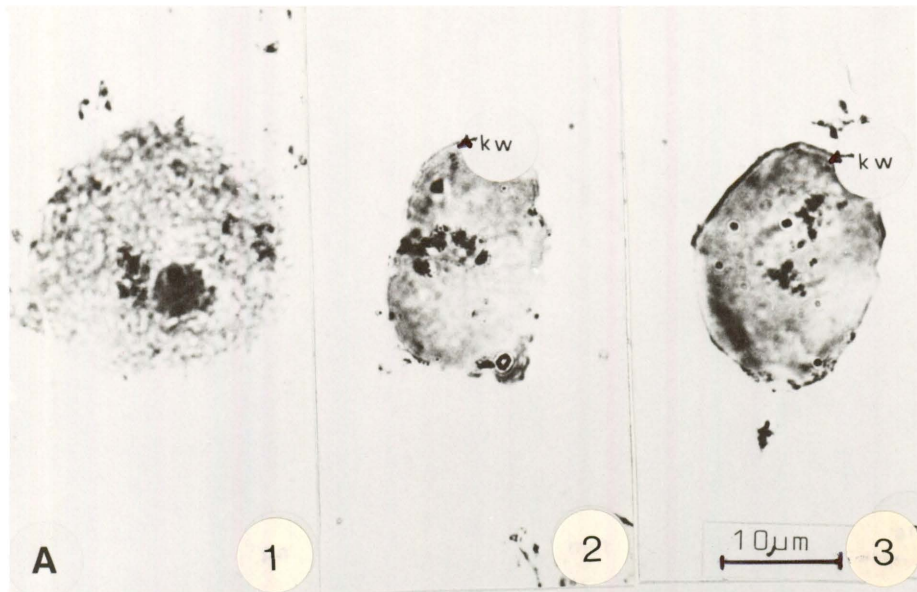
FIGUUR 4.3

- A : 'n Gedeelte van 'n dwarssnee van 'n manlike blom om die verskillende lae van die helmknopwand aan te toon.
- B : 'n Dwarssnee van 'n gedeelte van 'n manlike blom om die helmknoppe aan te toon.
- bl : subepidermale laag
ep : epidermis
mdl : middellae van die mikrosporangium
mms : mikrospoormoederselle
sg : sporangium
tap : tapetum
tek : teka
vb : vaatbondel
zw : chromatiennetwerk



FIGUUR 4.4

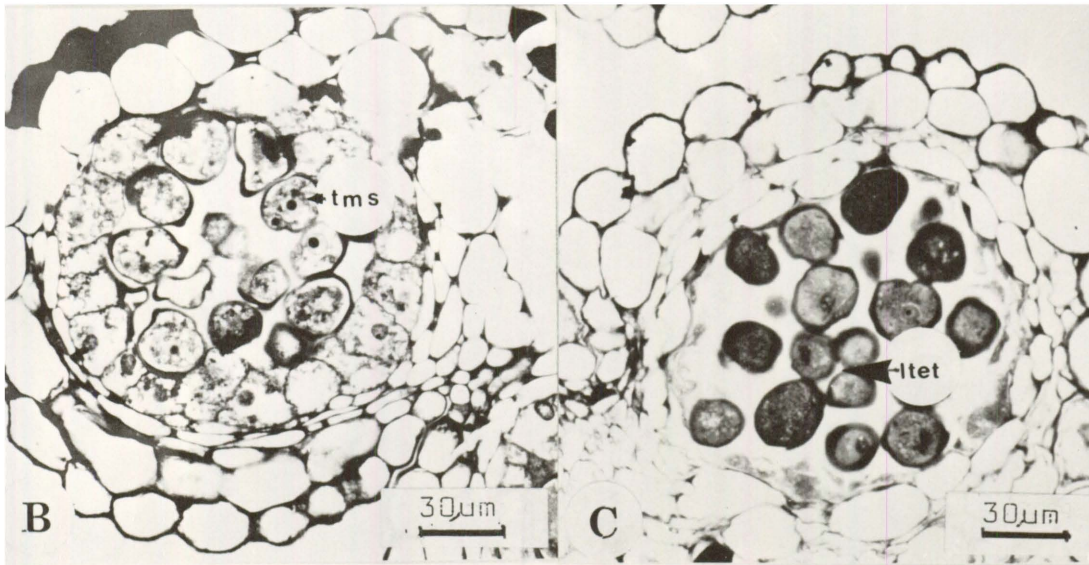
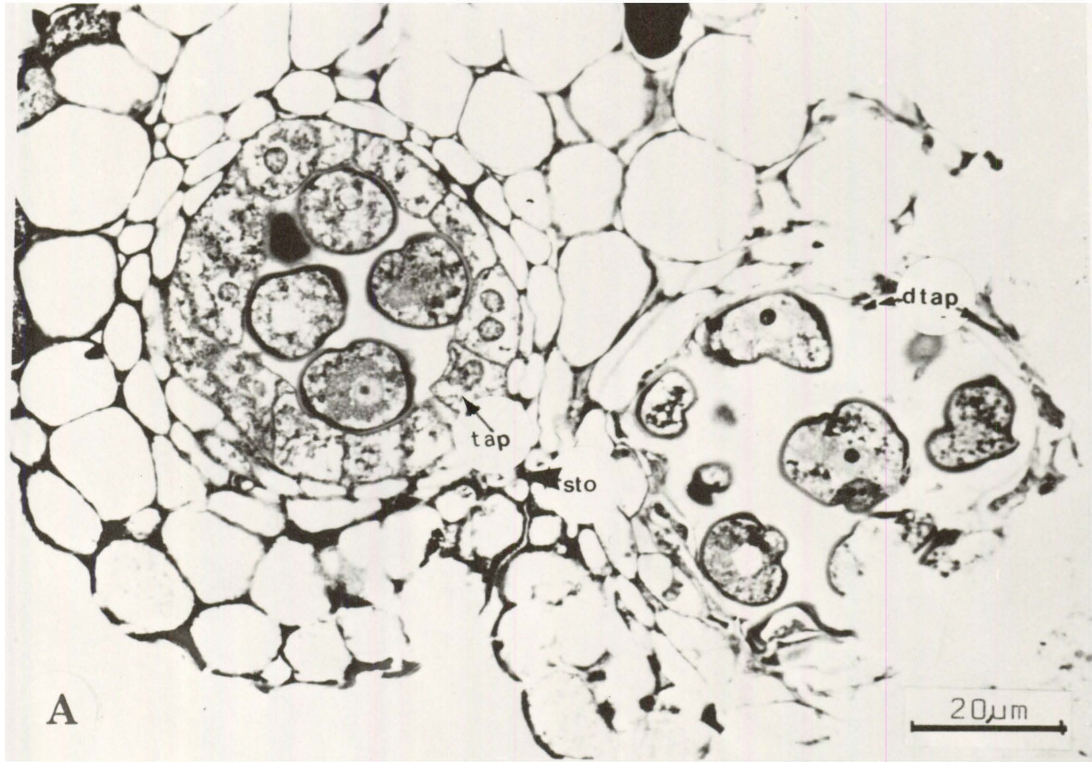
- A1 - A3 : Foto's van papdrukke van mikrospoormoederselle tydens mikrosporogenese om in A1 pagiteen; A2 metafase 1 en A3 anafase 1 te toon.
- B : 'n Dwarsnee van 'n mikrosporangium met tetrades.
- kw : kallosewand
- tet : tetrades



FIGUUR 4.5

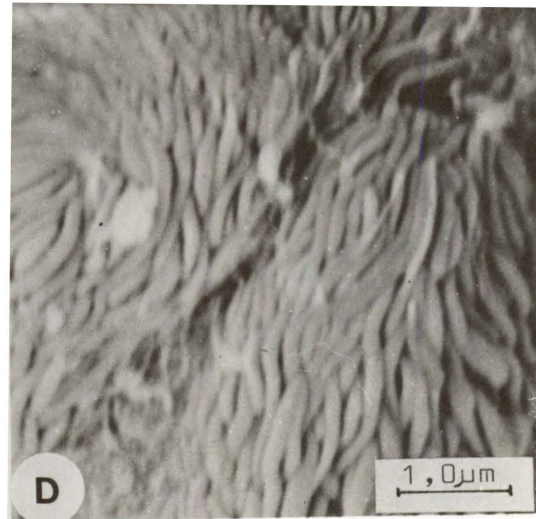
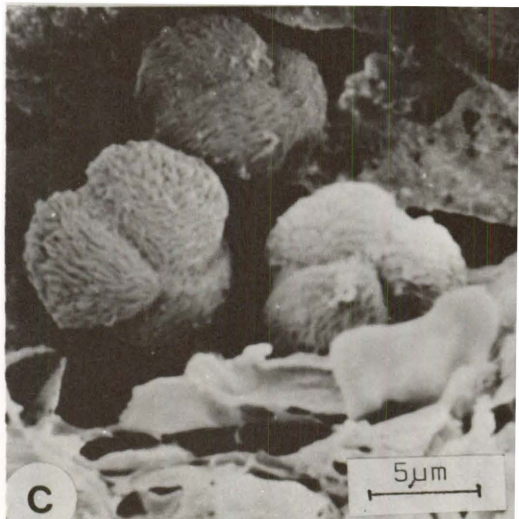
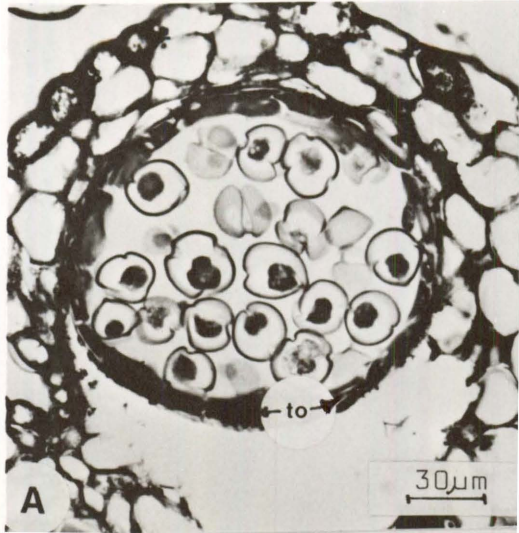
A, B en C Gedeeltes van dwarssnêë van helmknoppe om onderskeidelik losgaande tetrades, mikrospore in die tweeselstadium en degenererende tapetumselle aan te toon.

sto : stomium
dtap : degenererende tapetumselle
ltet : losgaande tetrades
tap : tapetum
tms : binuklêere mikrospoor



FIGUUR 4.6

- A en B : Dwarssneë van gedeeltes van helmknoppe om die
mikrospore in die helmhok aan te toon.
- C : 'n Aftaselektronmikrograaf van trikolporate
stuifmeelkorrels.
- D : 'n Aftaselektronmikrograaf van 'n stuifmeel-
korrel wat die oppervlakskulptuur toon.
- to : tapetum oorblyfsel
- tms : binukleêre mikrospoor



HOOFSTUK 5

VROULIKE BLOMME, SAADKNOPONTWIKKELING EN MEGASPOROGENESE

5.1 BLOMONTWIKKELING

Die jong blomknoppe van die maroela verskyn aan die punte van die klein takkies voordat die nuwe blare sigbaar is (fig 5.1A). Die blomknoppe is rooi. Die blomstiele is lank en dun (ongeveer 10 mm lank) en die volwasse blomme is 13 tot 15 mm lank. 'n Duidelike tetrameriese kelk en kroon en 20 tot 22 staminodiums kom rondom 'n sinkarpiese ginesium met twee tot drie vrugblare, voor (fig 5.1B). Die style, waarvan daar twee of drie per vrugbeginsel voorkom, is ongeveer 'n millimeter lank (fig 5.1D). By die vrugbeginsel kom die style terminaal voor, maar word geleidelik tydens die groei van die vrug lateraal verplaas sodat hulle in die volwasse vrug feitlik in die helfte van die vrug voorkom (fig 5.2A). Die bestandige vrugbeginsel is twee- tot driehokkig. In 'n lengtesnee deur 'n jong blomknop kan die ligging van die kelkblaar-, kroonblaar-, meeldraad- en vrugblaarprimordiums waargeneem word (fig 5.3A). Die kelkblare omvou die kroonblare en die vrugbeginsel kom sentripetaal ten opsigte van die staminodiums voor.

5.2 SAADKNOPONTWIKKELING

5.2.1 Aanleg en oriëntering van die saadknopprimordium

By die maroela kom daar slegs een saadknop per vrughok voor (fig 5.2B). By baie van die maroelavrugte is daar een, twee of selfs drie lee vrughokke gevind. Volgens Copeland (1955) wat dieselfde by Pistacia chinensis ondervind het, is die feit dat die saadknoppe nie verder ontwikkel nie, moontlik die gevolg van 'n gebrek aan bestuiwing. Soms kom daar in

een of meer vrugholtes slegs 'n verskrompelde saadknop voor. Terwyl die vrugbeginsel nog klein is, ontstaan die saadknop-primordium uit die plasenta as 'n koepelvormige liggaam met 'n geronde punt (fig 5.3B en C). Daar is verskeie vergroteselle aan die binnekant van die saadknopprimordium. Aanvanklik vergroot die saadknop en die vrugbeginsel ooreenstemmend. Terwyl die saadknoppe nog klein is, vul hulle omtrent die hele vrugholte (fig 5.3C). Na bevrugting vergroot die vrugbeginsel egter, net soos by Anacardium occidentale (Roth, 1977), baie vinniger as die saadknoppe en in die halfvolgroeiende vrug kom 'n groot vrugholte voor met 'n saadknop wat minder as die helfte van hierdie vrugholte vul (fig 5.2B).

Aanvanklik is die saadknopprimordium 'n regop, silindervormige struktuur met 'n kort, breë funikulus (fig 5.5A). Die funikulus vergroot baie in verhouding met die jong saadknop om 'n massiewe funikulêre arillus te vorm (fig 5.3D; Kapil et al, 1980). As gevolg van die sydelyngse buiging van die funikulus, word die saadknop anatroopies (fig 5.4A; Eames, 1961).

5.2.2 Ontstaan en bou van die integumente

Die saadknoppe van die maroela is bitegmies. Die twee integumente is duidelik sigbaar op die stadium waar die ontwikkelende megaspoor in die saadknopprimordium onderskei kan word (fig 5.5C). Die binneste integument ontstaan deur periklinale delings van die saadknopprotodermis. Kort hierna ontwikkel die buitenste integument uit die protodermis basaal van die binneste integument. In die jong stadium is die binneste integument reeds goed ontwikkel en baie breër as die ontwikkelende buitenste integument (fig 5.4B en 5.5A). Elke integument bestaan uit vier sellae, maar die buitenste integument vertoon veel dikker as gevolg van groter selle (fig 5.4A) en is ook baie langer. Die binneste integument is flesvormig en die buitenste integument skulpvormig (fige 5.4A en C). Die buitenste integument bly wyd oop, terwyl die binneste integument se punte verdik en waar-

5.2.5 Ontwikkeling van die argesporiumsel

Volgens Esau (1965) ontstaan die argesporiumsel deur periklinale delings van die hipodermis. Die argesporiumsel mag deel om 'n primêre pariëtale sel en 'n primêre sporogene sel te vorm, of dit mag direk funksioneer as die megaspoormoedersel. By die maroela kon die primêre argesporiumsel nie met sekerheid gevind word nie. Aangesien die megaspoormoedersel 'n aantal sellae onderkant die nusellêre epidermis lê (fige 5.5C en 5.6A) kan dit moontlik wees dat die primêre argesporiumsel nie direk as megaspoormoedersel funksioneer nie, maar dat periklinale delings van die primêre argesporiumsel die vorming van die megaspoormoedersel voorafgegaan het. Die megaspoormoedersel is baie groter as die omringende nusellêre selle; het 'n korrelrige sitoplasma en 'n groot, prominente nukleus (fig 5.6A) en lê drie tot vier sellae onder die nusellêre epidermis.

& Cuevas

Juliano (1932) het by Mangifera 'n delende primêre pariëtale sel gevind asook 'n binneste primêre sporogene sel wat as die megaspoormoedersel funksioneer.

5.3 MEGASPOROGENESE

5.3.1 Ontwikkeling van die megaspoormoedersel en megaspore

Met die aanvang van megasporogenese lê die megaspoormoedersel vier sellae onder die nusellêre epidermis (fig 5.5C). Die jong saadknop is op hierdie stadium nog nie anatropies nie en die integumente is nog besig om te ontwikkel (fig 5.7A). Daar vind periklinale delings in die epidermis en die subepidermale sellae van die nusellus plaas (fig 5.6A). Die pariëtale selle aangrensend aan die ^{delende} megaspoormoedersel het dikwels besonder groot, helder nukleusse. Hierdie selle lê in dieselfde aksiale lyn as die ^{delende} megaspoormoedersel en kan verkeerdelik die indruk van addisionele megaspoormoederselle skep (fig 5.6C). Die megaspoormoedersel vergroot aansienlik en verskil duidelik van die omringende nusellêre selle.

Die sitoplasma kleur donkerder (fig 5.5C) en die nukleus vergroot ook (fig 5.6A).

Die megasporoömoedersel ondergaan meiose. Tydens Meiose I ontstaan 'n diade (fig 5.6C). Voor die aanvang van Meiose II volg verdere delings van die nusselêre selle bokant die delende megasporoömoedersel. Die tweede meiotiese deling by die maroela lei tot die ontstaan van drie liniêre selle. Hier word dus nie die algemene tetraade gevorm nie, maar wel 'n triade (fig 5.6B). Volgens Maheshwari (1950) is 'n triade die gevolg van verskeie moontlikhede, naamlik (i) die afwesigheid van die tweede meiotiese deling in een van die twee diade-selle; (ii) meiose vind nie gelyktydig in albei diade-selle plaas nie en gaan 'n normale tetraade nog gevorm word; (iii) die nukleus deel normaalweg, maar geen selwande word tussen die twee nukleusse neergelê nie. Die aanwesigheid van drie megaspore in die saadknop van die maroela is waarskynlik te wyte aan die onaktiwiteit van die mikropilêre diade sel (kleinste in triade). Slegs die chalasale diade-sel ondergaan die tweede meiotiese deling (fig 5.6B). Die drie "megaspore" bestaan dus uit die mikropilêre sel van die diade en twee megaspore. Wanneer die chalasale megasporium vergroot, disintegreer sy sustersel saam met die mikropilêre diade sel (fig 5.7B). Die chalasale megasporium funksioneer dus later as die embriosak. Gedurende die vergroting van die megasporoömoedersel (fig 5.6A) word setmeel in toenemende mate in die nusselusselle en in die selle van die integumente gevorm.

Verdere periklinale delings van die pariëtale weefsel verplaas die funksionele megasporium dieper in die nusselussel in (fig 5.7C).

Die binneste epidermis van die binneste integument kleur baie donker (fige 5.9A, B en C), waarskynlik as gevolg van die aanwesigheid van looissuurverbindinge. Hierdie verskynsel vergemaklik die vasstelling van die grens tussen integumente en nusselussel tot in die vroeë stadiums van embriogenie (fig 5.6A).

As twee of meer saadknoppe in die vrug ontwikkel, is hulle nie noodwendig in dieselfde stadium van ontwikkeling nie. Figuur 5.7A toon een saadknop in die megaspoormoedersel-stadium, terwyl die ander saadknop 'n triade bevat.

5.3.2 Ontwikkeling van die embriosak

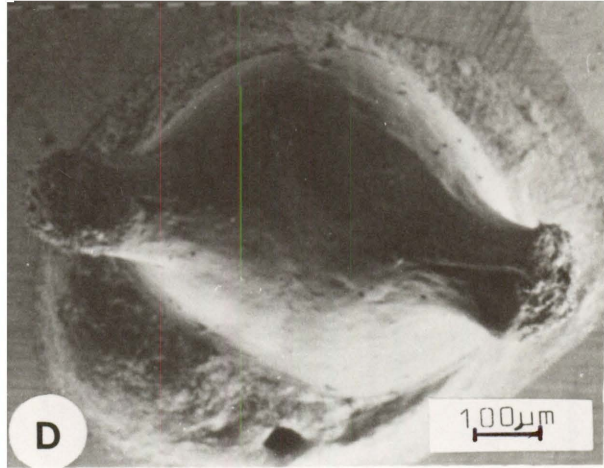
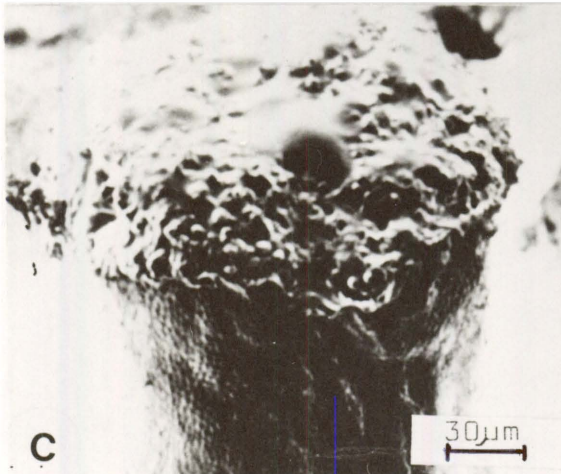
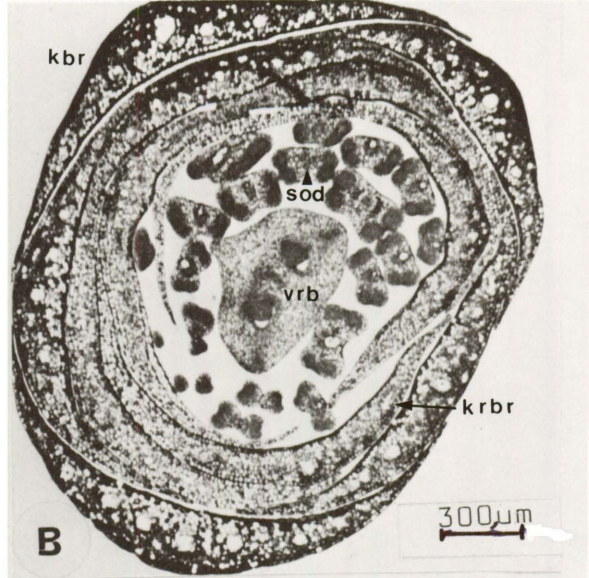
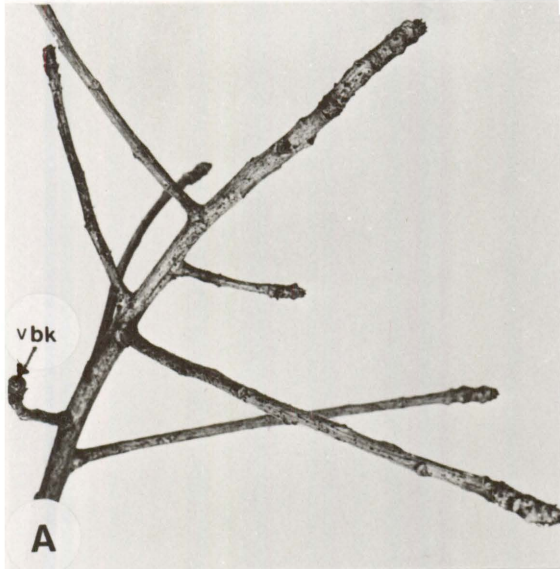
By die maroela neem net een van die megaspore deel aan die ontwikkeling van die embriosak (fig 5.7C). Die vroulike gametofiet is dus monospories (Maheshwari, 1950). Die Megasporosiet ondergaan vyf delings voor die vorming van die eiersel by die normale-tipe embriosak (Maheshwari, 1950). Die daaropvolgende nukleusverdelings is nie in hierdie ondersoek waargeneem nie. Slegs die eensellige embriosak (fig 5.7C) en dan die volwasse stadium soortgelyk aan die agtsellige Polygonum-tipe embriosak (fige 5.8 ; 5.9), soos deur Maheshwari (1950) beskryf is, is waargeneem. By die ander Anacardiaceae waarmee die maroela vergelyk is, kon ook geen van die tussenstadiums gevind word nie.

Die eierapparaat bestaan uit die eiersel en die twee sinergiede (fige 5.8A en B, 5.9B). Die eiersel is sferies (fig 5.8A) en lê in die mikropilêre kant van die embriosak.

Die twee sinergiede lê weerskante van die eiersel, maar effens basaal (fig 5.8A). 'n Filiforme apparaat is nie waargeneem nie. Die antipodale selle lê in die vorm van 'n driehoek in die chalasale hoek van die embriosak (fig 5.8C en 5.9A). In 'n vroeë stadium vertoon die selle amper rond, maar in die ouer embriosak is hulle platgedruk (fig 5.9A). Slegs een van die polêre nukleusse kon in die embriosak gevind word (fig 5.9C).

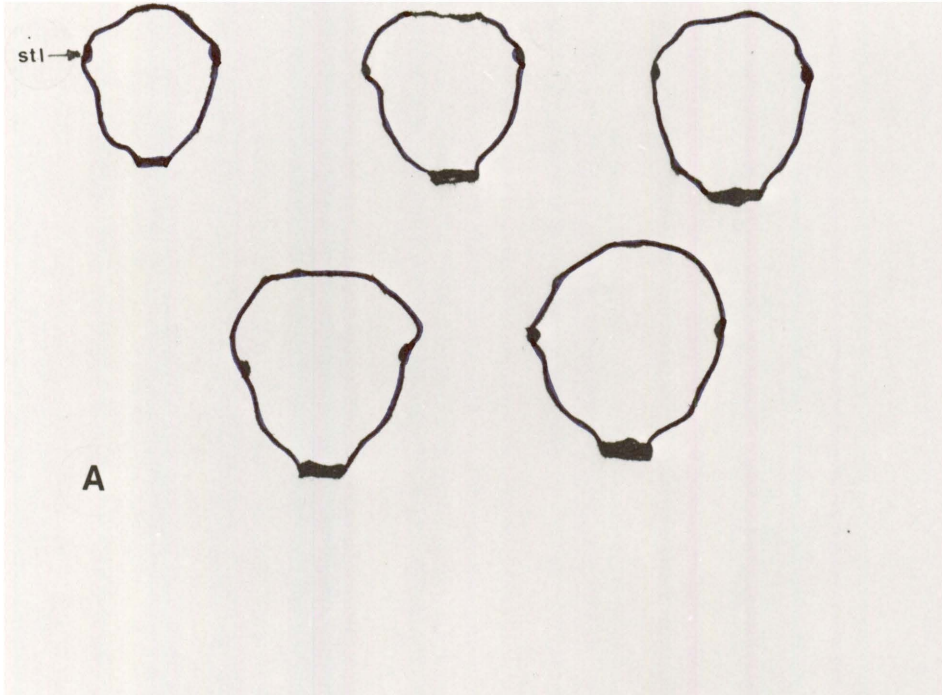
FIGUUR 5.1

- A : 'n Takkie met baie jong vroulike blomknoppe.
- B : 'n Dwarsnee van 'n vroulike blom. Vier kelkblare, vier kroonblare, 'n groot aantal staminodiums en die tweehokkige vrugbeginsel is onderskeibaar.
- C : 'n Aftaselektronmikrograaf van die stempel.
- D : 'n Aftaselektronmikrograaf van die stamper.
- kbr : kelkblaar
krbr : kroonblaar
sod : staminodium
vbk : vroulike blomknop
vrb : vrugbeginsel



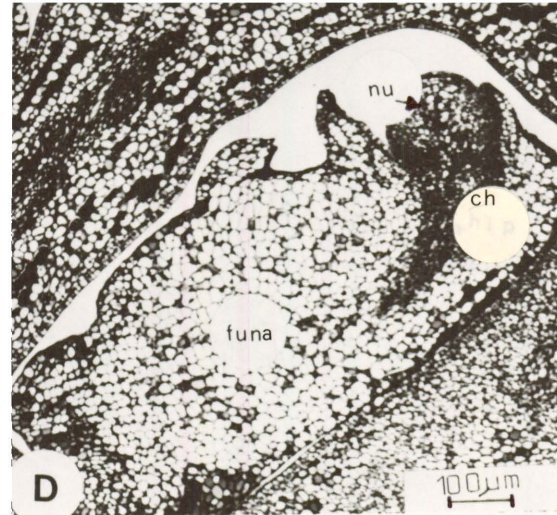
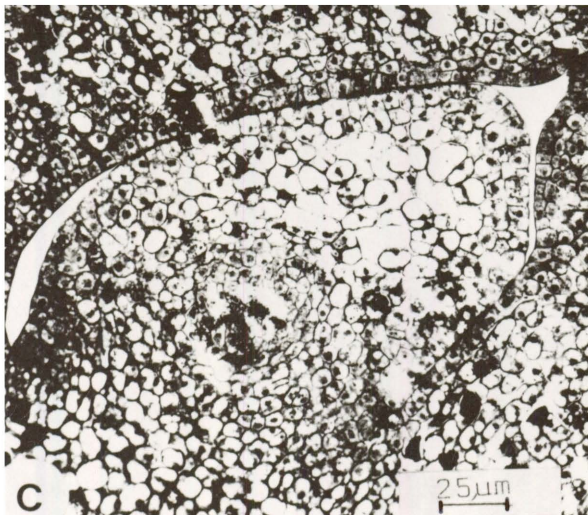
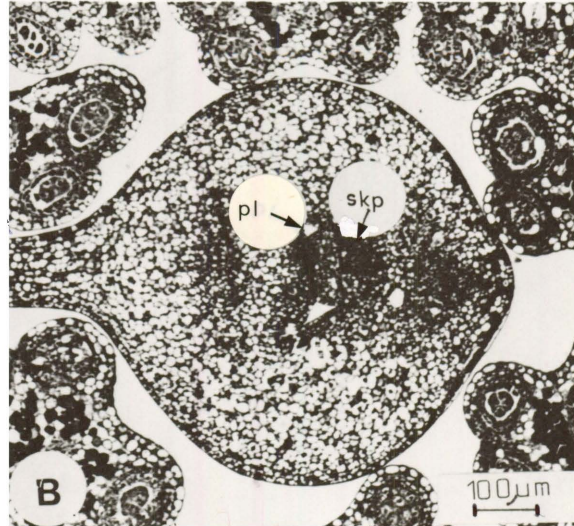
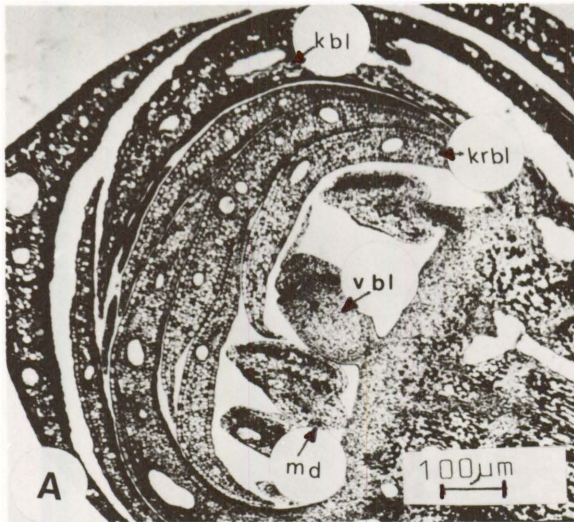
FIGUUR 5.2

- A : Sketse van die buitelyne van vrugte om die posisie van die style met 'n toename in ouderdom van die vrugte te toon.
- B : 'n Tweehokkige vrug met 'n saadknop in elke vrughok .
- stl : Styl



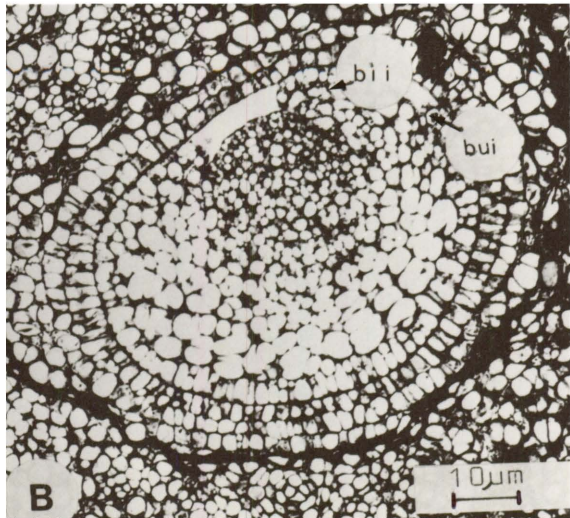
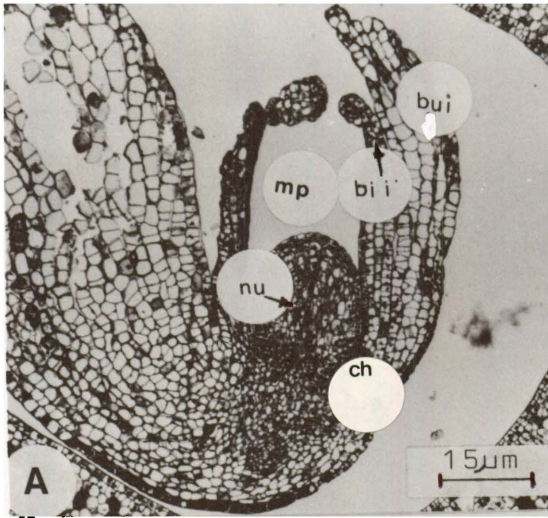
FIGUUR 5.3

- A : 'n Lengtesnee van 'n jong vroulike blomknop wat die kelkblaar-, kroonblaar-, meeldraad- en vrugblaar-primordiums toon.
- B : 'n Dwarssnee van 'n jong vroulike blom wat die saadknopprimordium toon.
- C : 'n Lengtesnee van 'n jong vroulike blomknop wat die saadknopprimordium toon.
- D : 'n Lengtesnee van die vrugbeginsel wat die funikulêre arillus van die saadknop toon.
- ch : chalasa
funa : funikulêre arillus
kbl : kelkblaarprimordium
krbl : kroonblaarprimordium
md : meeldraadprimordium
nu : nusellus
pl : plasenta
skp : saadknopprimordium
vbl : vrugblaarprimordium



FIGUUR 5.4

- A : 'n Lengtesnee van die anatropiese saadknop
- B : 'n Dwarssnee van die vrugbeginsel wat die jong saadknop toon.
- C : 'n Lengtesnee van 'n jong saadknop wat die stuifmeelbuisgeleidingsweefsel, stuifmeelbuis en chalasa toon
-
- bii : binneste integument
- bui : buitenste integument
- ch : chalasa
- ebs : embriosak
-
- mp : mikropilum
- nu : nusellus
- sb : stuifmeelbuis
- sbg : stuifmeelbuisgeleidingsweefsel



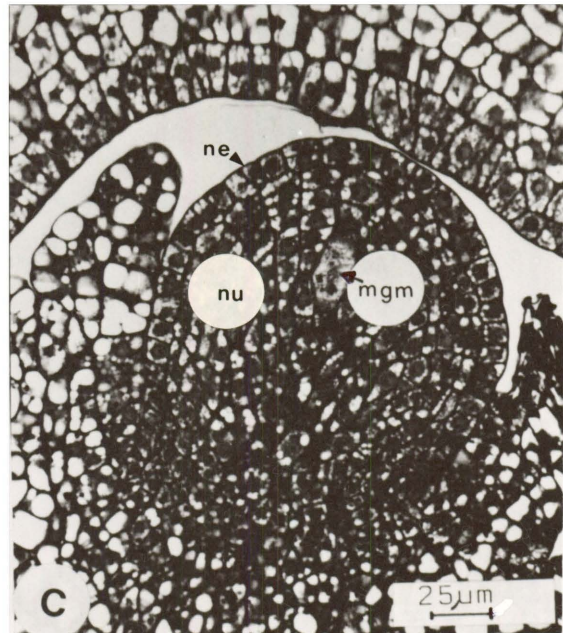
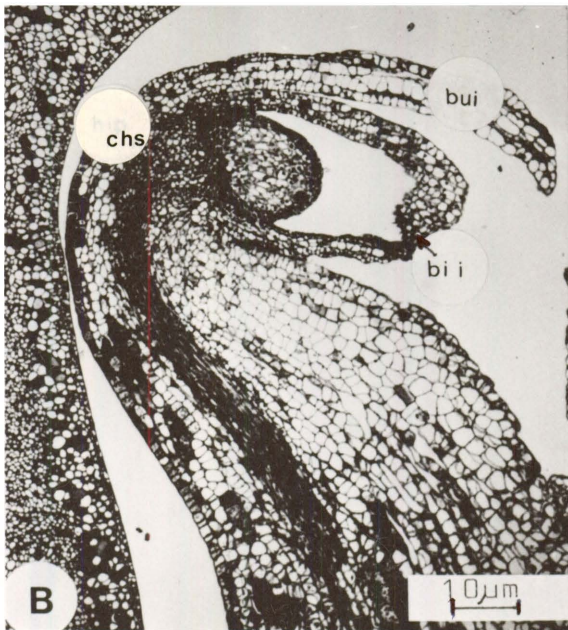
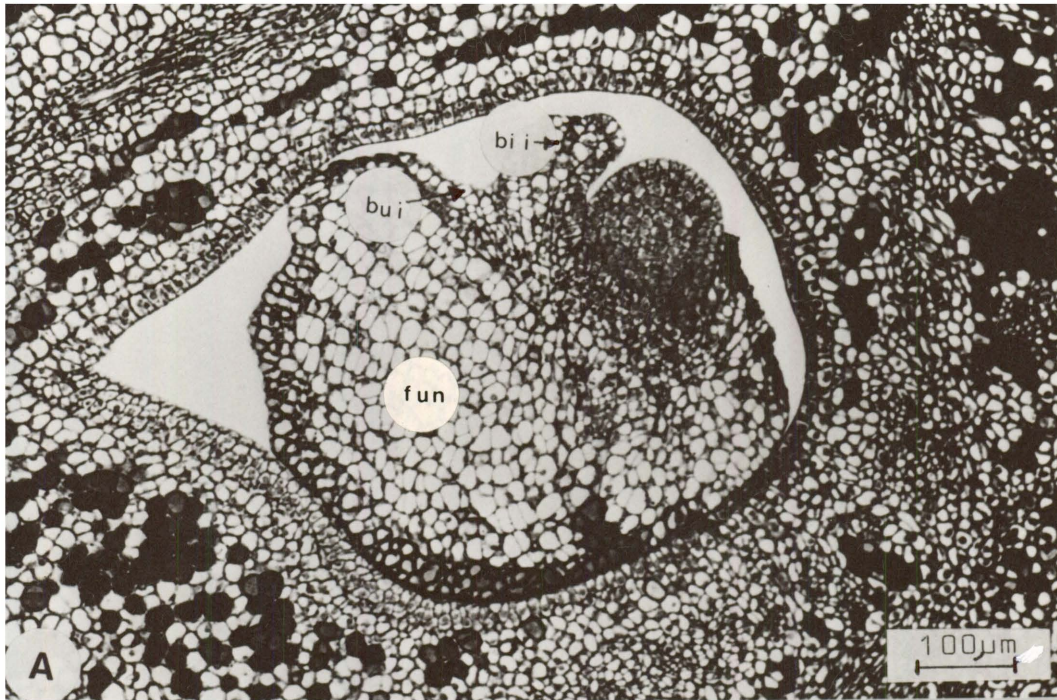
FIGUUR 5.5

A, B en C Lengtesnee van die vrugbeginsel;

A : die jong saadknop
B : die moontlike versmelting van die binneste
integument in die mikropilêre gedeelte van die saadknop

C : die megaspoormoedersel in die saadknop

bii : binneste integument
bui : buitenste integument
chs : chalasale streek
fun : funikulus
mgm : megaspoormoedersel
nu : nusellus
ne : nusellêre epidermis

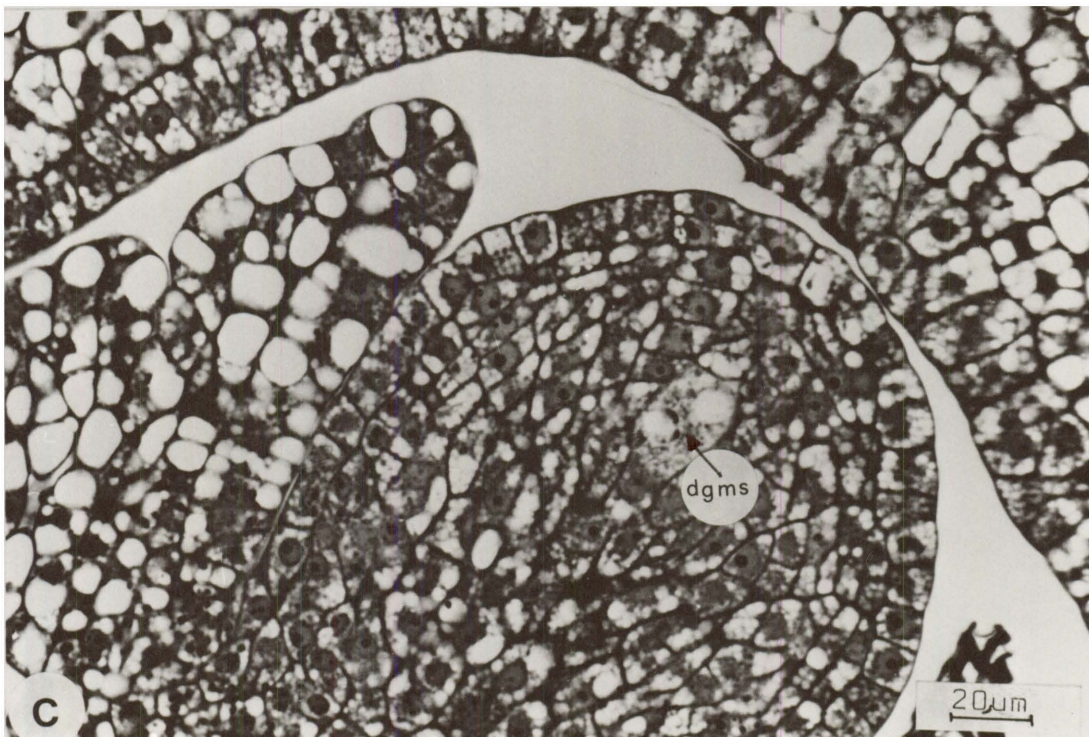
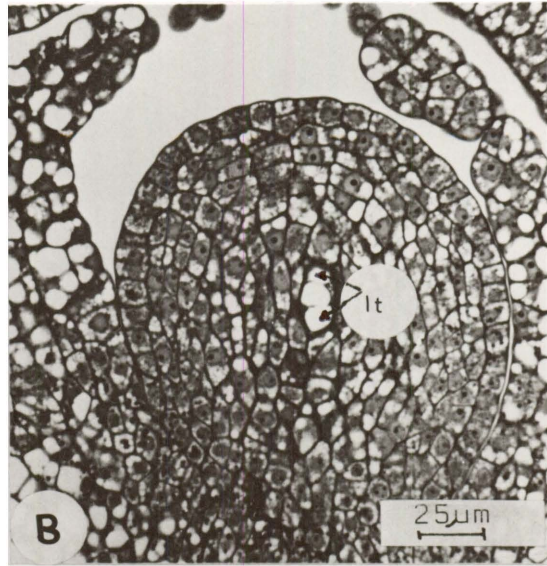
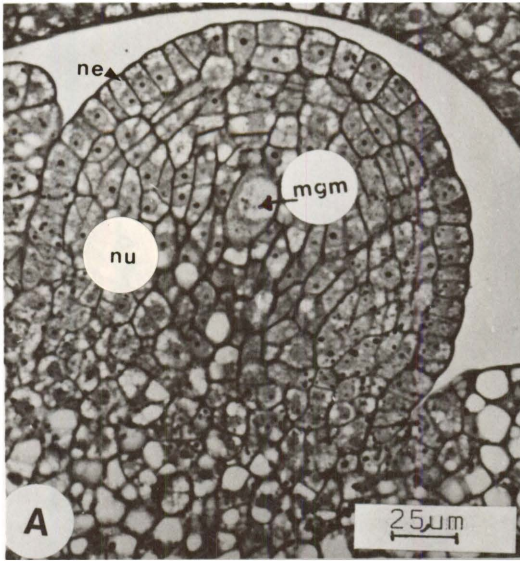


FIGUUR 5.6

A, B en C : Gedeeltes van lengtesneë van die vrugbeginsel
om in

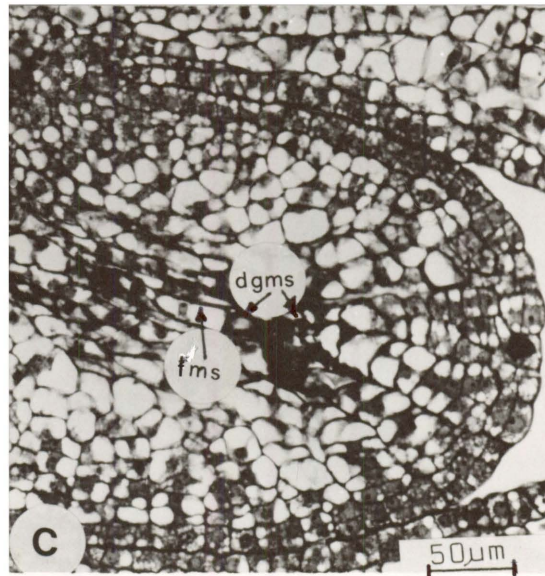
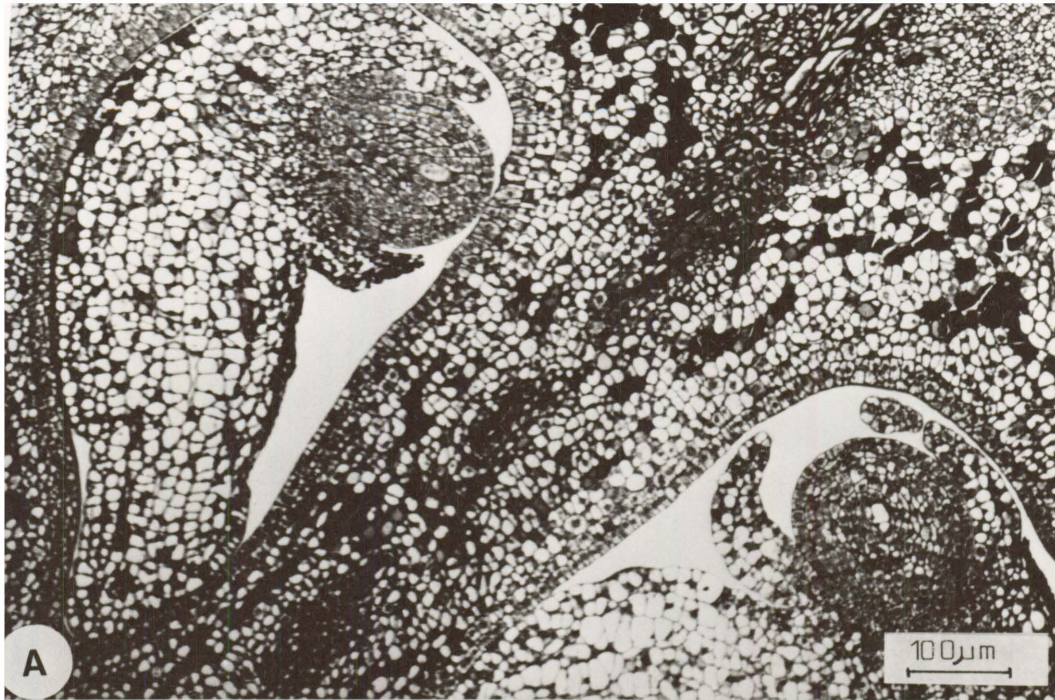
A : die megaspoormoedersel in die saadknop,
B : die liniêre triade in die saadknop,
C : die delende megaspoormoedersel in die saadknop
te toon.

dmgm : delende megaspoormoedersel
lt : liniêre triade
mgm : megaspoormoedersel
ne : nusellêre epidermis
nu : nusellus



FIGUUR 5.7

- A : 'n Lengtesnee van die vrugbeginsel wat saadknoppe in verskillende stadiums van ontwikkeling toon. Die saadknoppe het nog nie anatropies gedraai nie.
- B en C : Gedeeltes van lengtesnee van vrugbeginsels om
B : die degenererende megaspore
C : die funksionerende megaspore te toon.
- dgms : degenererende megaspore
fms : funksionele megaspore



FIGUUR 5.8

A - C : Gedeeltes van lengtesneë van die vrugbeginsel wat die volwasse embriosak toon:

A : Die embriosak met die eiersel

B : Die embriosak met een van die sinergiede

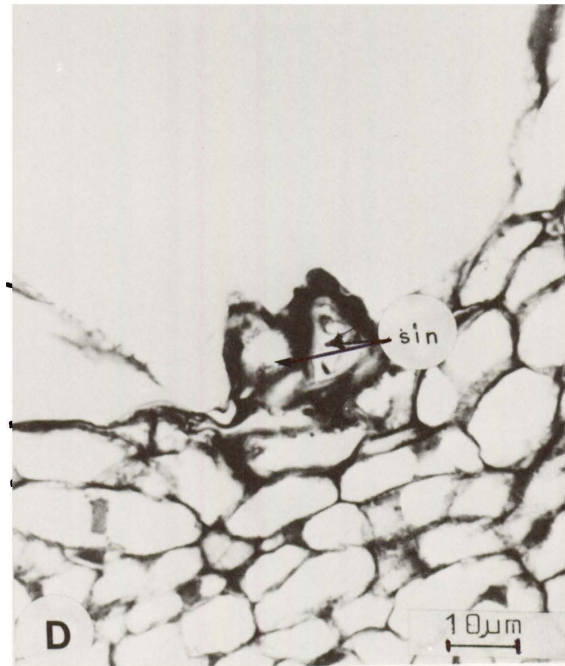
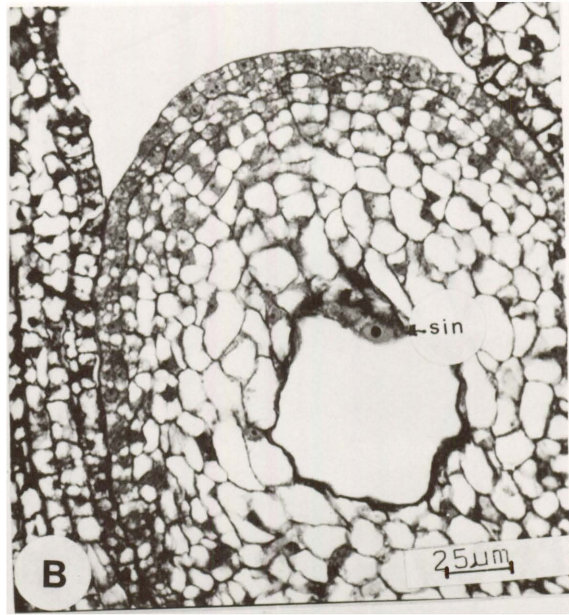
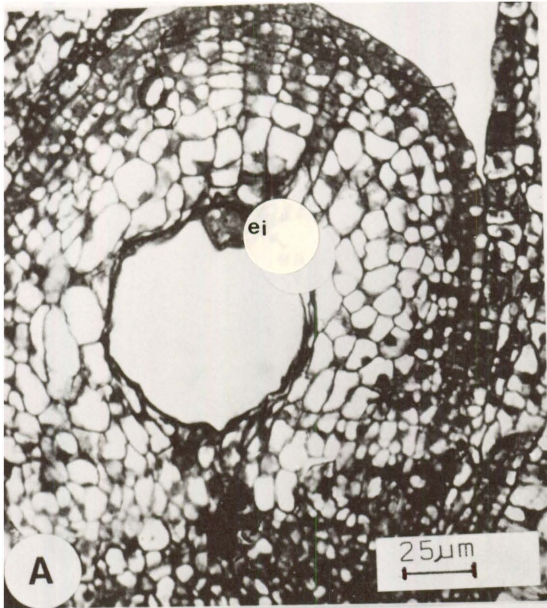
C : Die embriosak met die antipodale selle

D : 'n Gedeelte van 'n lengtesnee van 'n vrugbeginsel om die sinergiede te toon.

ap : antipodale selle

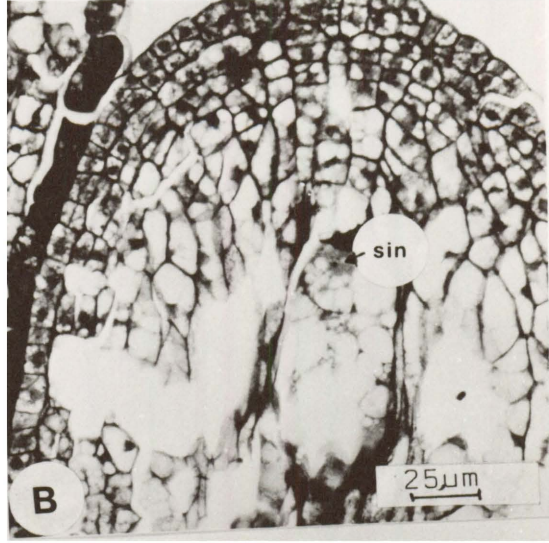
ei : eiersel

sin : sinergiede



FIGUUR 5.9

- A - C : Gedeeltes van lengtesneë van die vrugbeginsel wat:
- A' : Die embriosak met die antipodale selle toon.
B : Die embriosak met een sinergied toon.
C : Die embriosak met die een poolnukleus toon.
- ap : antipodale selle
pk : poolnukleus
sin : sinergied



HOOFSTUK 6

EMBRIOGENIE

6.1 BESTUIWING EN BEVRUGTING

Sommige stampers van vroulike blomme wat met die aftaselektronmikroskoop ondersoek is, het kiemende stuifmeelkorrels op die stempels getoon (fig 6.1A). Die stempels van vroulike blomme is met tussenposes van 'n uur vanaf 07h00 tot 13h00 kunsmatig kruisbestuif om stuifmeelbuisgroeï te bestudeer. Na ongeveer vier ure kon stuifmeelbuisgroeï onder die flurensensie-mikroskoop waargeneem word (fige 6.1B,C, D).

Soos die terminale gedeelte van die stuifmeelbuis na die saadknop groeï, degenerereer die basale gedeelte en word onsigbaar (Copeland & Doyel, 1940). Die stuifmeelbuis groeï deur die styl na die vrugholte en gaan die funikulus binne (fig 5.4C; Maheshwari, 1950). In die funikulus hou die stuifmeelbuis aan met groeï opwaarts tot by die chalasa. By die chalasa penetreer die stuifmeelbuis die hipostase en dan die nusellus van die saadknop. Hier kom dus chalasogamie voor (Foster & Gifford, 1974). Nadat die stuifmeelbuis die nusellus binnegedring het, vergroot die buis tot so 'n mate dat die nusellusweefsel tydens hierdie proses vernietig word (fig 5.4C).

Gametiese versmelting is wel by die maroela waargeneem (fig 6.2B). Volgens Maheshwari (1950) is die tydperk tussen die begin en die einde van die gametiese versmelting so kort dat 'n mens inderdaad die materiaal presies op die regte stadium moet versamel. Daar is dus baie min besonderhede van die proses bekend.

By die Pistacia vera (Anacardiaceae) bereik die punt van die stuifmeelbuis die eierapparaat ongeveer 24 uur na bevrugting (Grundwag & Fahn, 1969) en daar verloop 10 tot 12 weke tussen bevrugting en die eerste deling van die bevrugte eiersel. By die maroela kon die spesifieke tydsverloop nie vasgestel word nie. Die stuifmeelbuise gaan deur die styl en dan deur die kontakdeel tussen die vrugbeginsel en die saadknop; direk in die nusellus en die embriosak in (fig 5.4C). Stuifmeelbuisgeleidingsweefsel is ook hier sigbaar.

6.2 ONTWIKKELING VAN DIE ENDOSPERM

Die primêre endospermnukleus is die grootste van die embriosaknukleusse en het 'n groot, prominente nukleolus wat deur homogene nukleoplasma omring word (fig 6.2A).

Hierdie nukleus lê teen die kant, min of meer op die chalasale vlak, in die middel van die embriosak. Deur herhaalde mitotiese delings van die primêre endospermnukleus, word die nukleêre endosperm gevorm (fig 6.2B). 'n Dun laag periferaal sitoplasma kom in die embriosak voor (fige 6.2B en 6.3A) en die nukleusse van die nukleêre endosperm lê hierin verspreid (fig 6.2B). Die sentrale deel van die embriosak word gevul deur 'n groot vakuool. Nukleêre delings geskied vinnig (fig 6.3C). Aanvanklik word geen selwande tussen die delende nukleusse van die nukleêre endosperm gevorm nie. Die sitoplasmastringe waarin die nukleêre endosperm lê, brei soms uit om die embriosak in kompartemente te verdeel (fige 6.3C en D). Selwande word tussen die delende endospermnukleusse neergelê (fig 6.3B) en die endosperm word sellulêr (fig 6.3D). Tydens die eerste delings van die sigoot is die endosperm nog nukleêr. Op die stadium dat die pro-embrio sferies is, vul die sellulêre endosperm reeds die embriosak (fige 6.5A - D). Kenmerkend van die Anacardiaceae (Philips, 1951) word die endosperm later ten volle geabsorbeer deur die ontwikkelende embryo's (fig 6.6A)

6.3 ONTWIKKELING VAN DIE EMBRIO

Die sferiese sigoot wat teenaan die embriosakwand in die mikropilêre streek lê, het 'n groot vakuool en 'n ovaal-vormige nukleus (fig 6.4A). Die eerste delings van die embryo is nie duidelik waargeneem nie. In 'n handsnee van die saadknop is 'n T-vormige pro-embrio, met twee terminale en twee skuinsverdeelde basale dogterselle, waargeneem (fig 6.4B; Maheshwari, 1950).

Op 'n later stadium vertoon die pro-embrio peervormig (fige 6.5B-D en 6.7C, D). Die suspensor ontwikkel uit die basale selle en is aan die smaller, basale kant van die embryo wat na die mikropilum gerig is en is ongeveer die helfte van die lengte van die embryo. In 'n ouer stadium is die embryo sferies (fig 6.6A). Die selle aan die basale kant van die embryo is kleiner en donkerder gekleurd as dié aan die terminale kant. Die integumente en nusellus bly behoue rondom die ontwikkelende embryo. Die saadlobbe van die embryo is baie dik en vlesig (fig 6.6B), wat kenmerkend van die Anacardiaceae is (Philips, 1951).

6.4 ADVENTIEWE EMBRIONIE

Embrio's wat nie gevorm word deur selle van die gametofiet nie, maar van die nusellus of die integumente, word adventiewe embrio's genoem (Maheshwari, 1950). By die maroela is moontlike adventiewe embrio's, wat sewe tot agt sellae diep in die mikropilêre nusellus lê, waargeneem (fig 6.7A). Volgens Juliano (1934) wat op die mango gewerk het, is ongeslagtelike embrio's van nusellêre oorsprong en die selle ontwikkel en deel en vorm uiteindelik 'n sel wat die voorloper is van 'n embryo. Hierdie embryo groei in die embriosak in en by hierdie sade is daar geen geslagtelike sigoot teenwoordig nie.

Onder gunstige omstandighede kan die nusellus dus wel em-

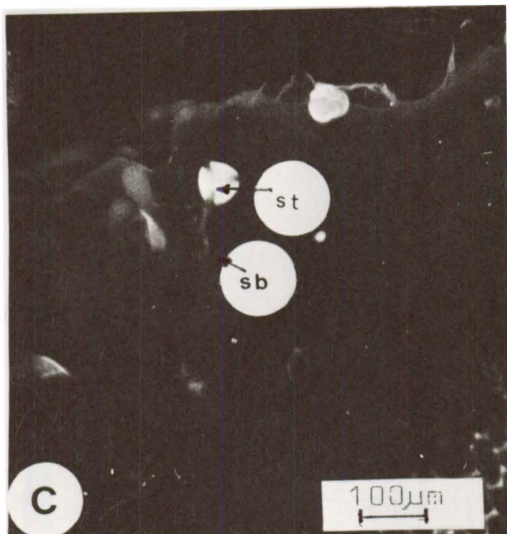
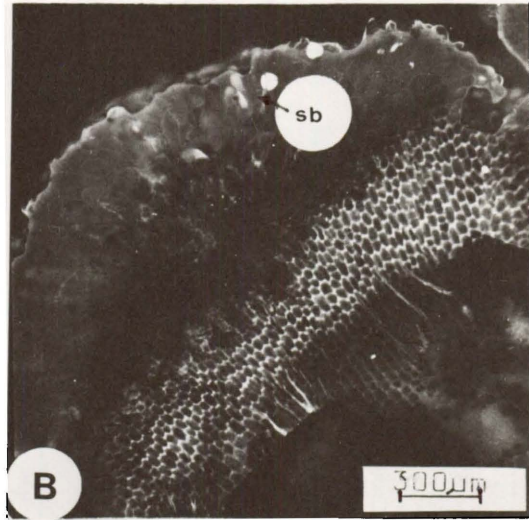
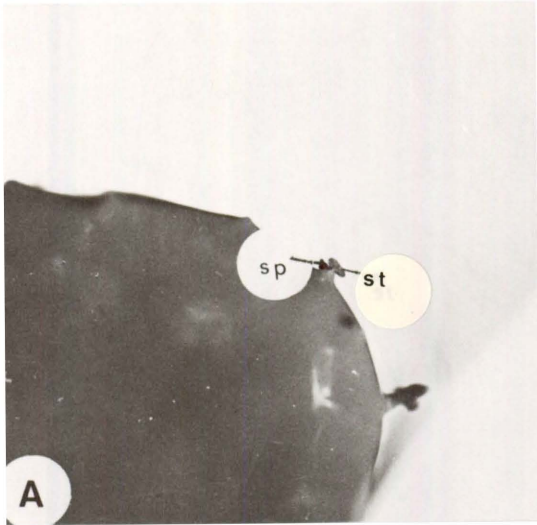
brios vorm. Soortgelyk aan die werk van Sachar en Chopra (1957) wat op die mango gewerk het, is by die maroela ook 'n adventiewe embrio, wat tussen die endospermweefsel aan die een kant van die embriosak lê, waargeneem (fig 6.7F).

6.5 POLIEMBRIONIE

Een sferiese en twee ovaal embrioes, wat aan die mikropilêre kant van die embriosak lê, is in een saadknop gevind (fig 6.7B). Die oorsprong van hierdie embrioes is nie nagegaan nie.

FIGUUR 6.1

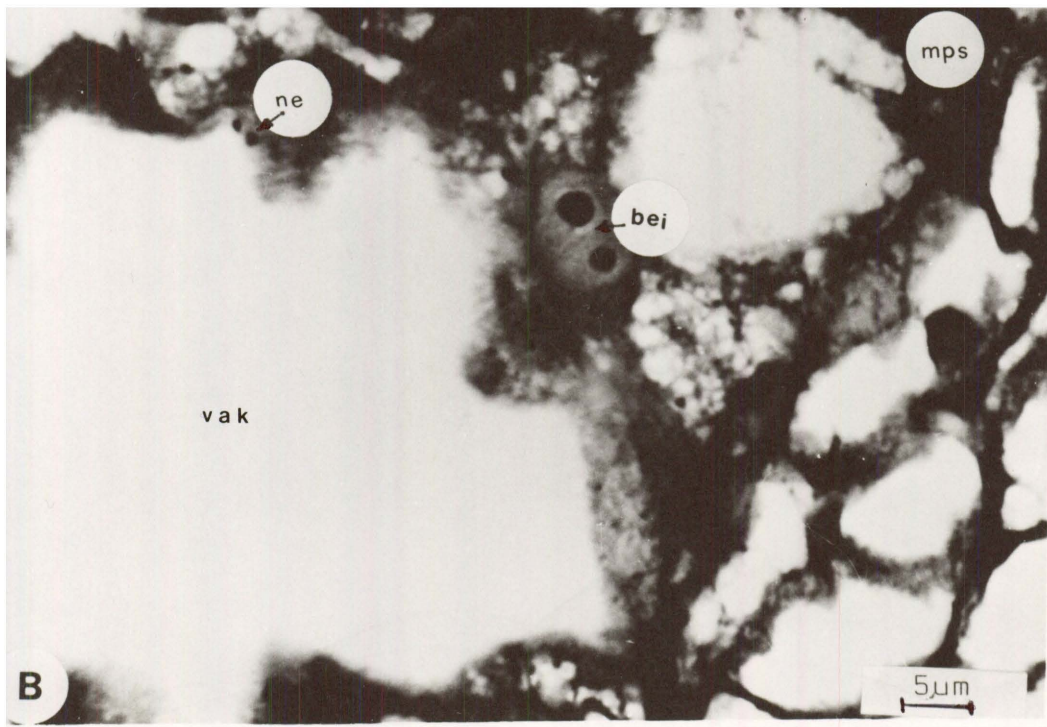
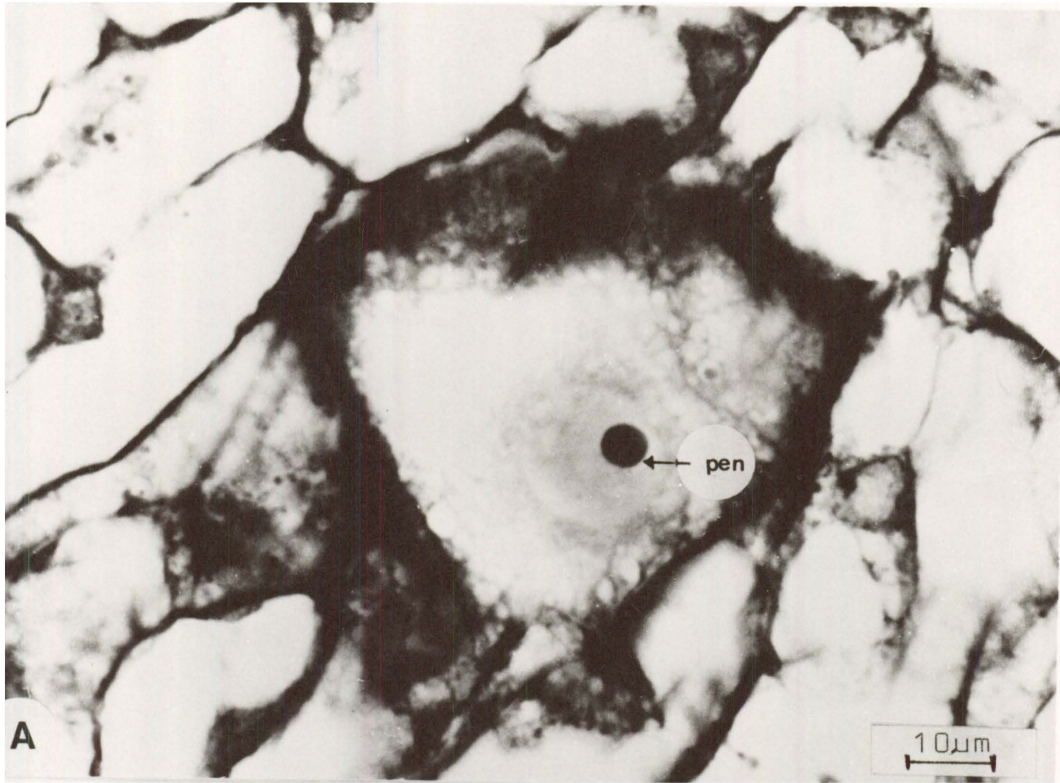
- A : 'n Aftaselektronmikrograaf van die stamper om die kiemende stuifmeelkorrel op die stempel aan te toon.
- B : Fluoresensiemikrograwe van kiemende stuifmeelkorrels met stuifmeelbuis wat in die styl afgroei.
- sb : stuifmeelbuis
sp : stempel
st : stuifmeelkorrel



FIGUUR 6.2

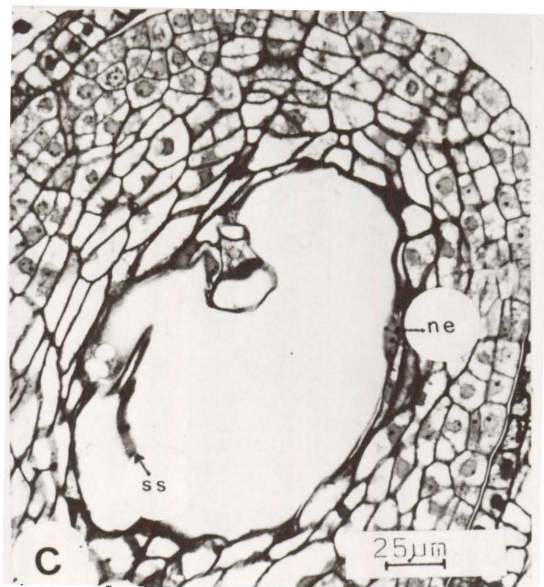
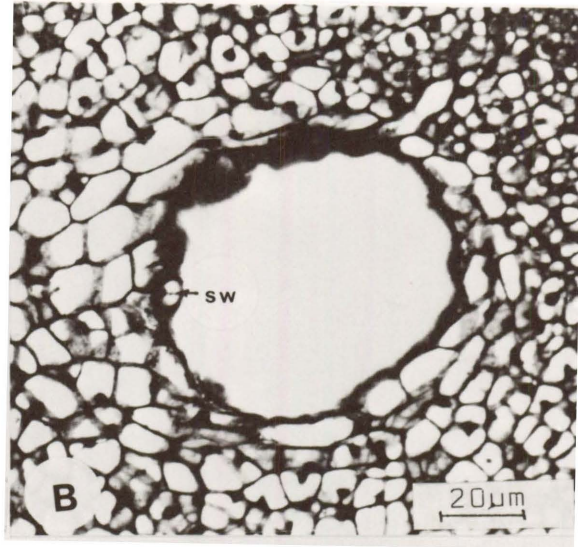
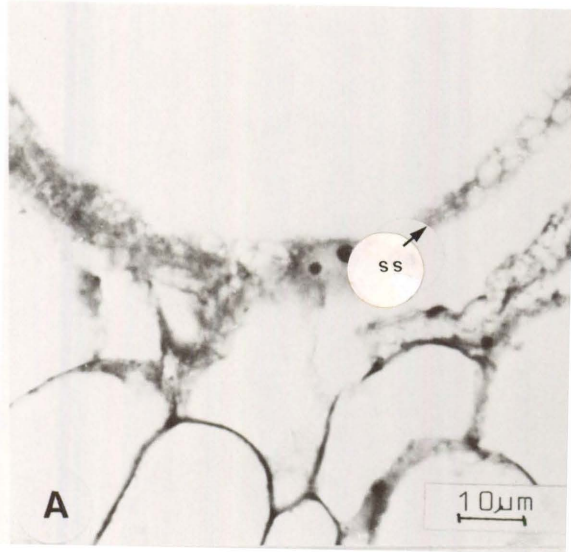
A en B: Gedeeltes van lengtesneë van volwasse saadknoppe om in A die primêre endospermnukleus en in B die bevrugte eiersel te toon.

bei : bevrugte eiersel
ne : nukleêre endosperm
mps : mikropilêre streek
pen : primêre endospermnukleus
vak : vakuool



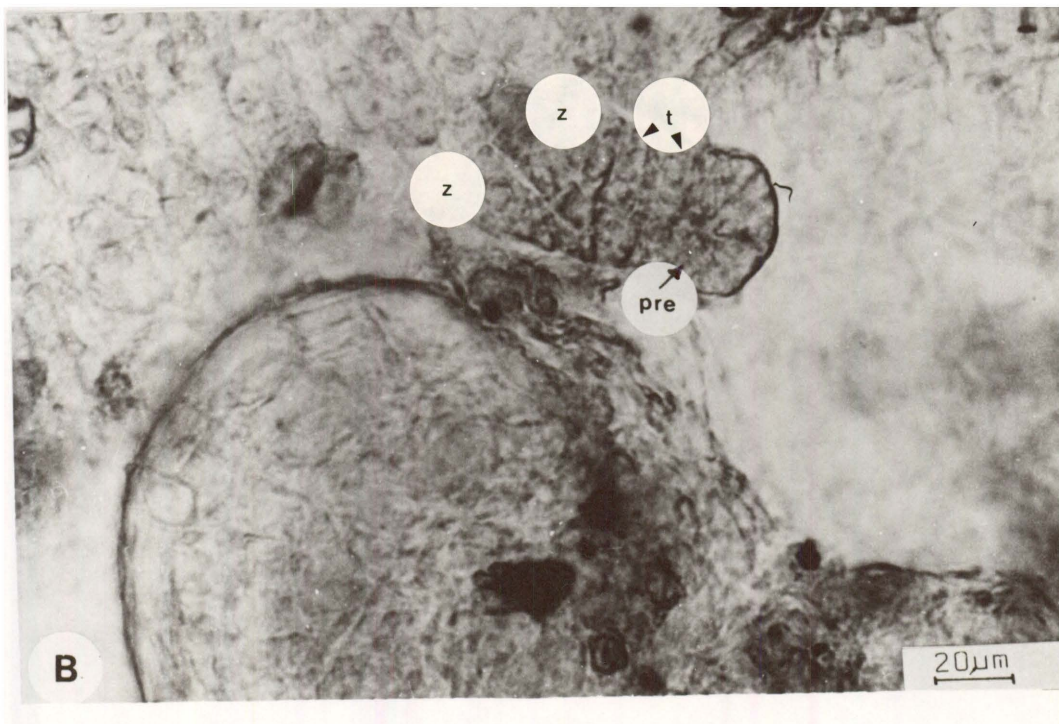
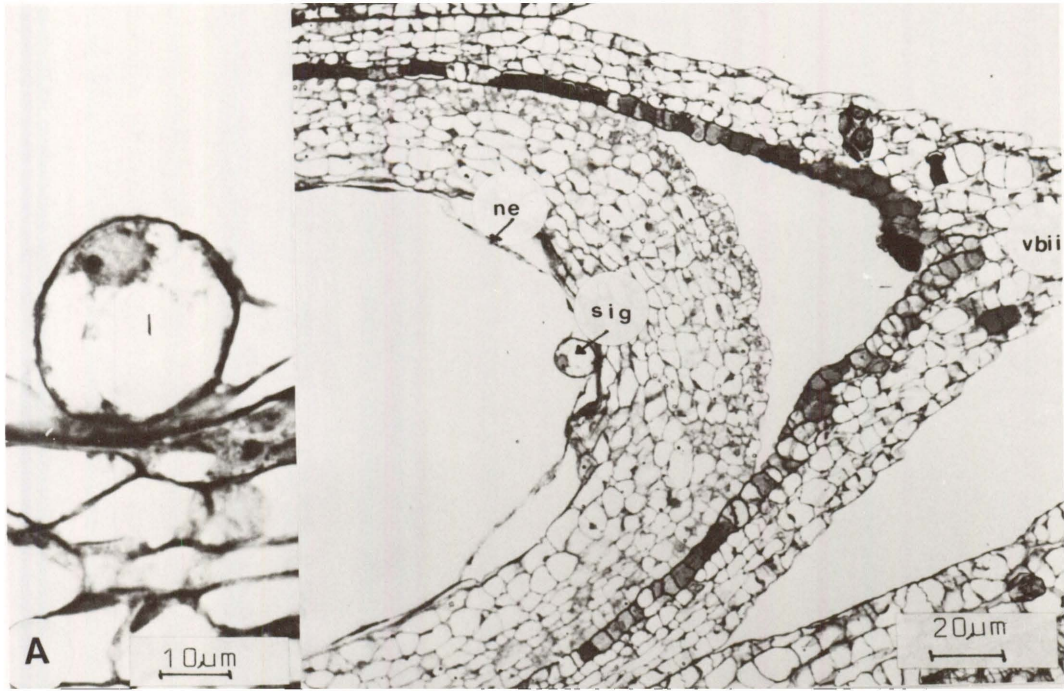
FIGUUR 6.3

- A - D : Gedeeltes van lengtesneë van saadknoppe
- A : Sitoplasmastringe
- B : 'n Selwand wat vorm in die nukleêre endosperm
- C : Nukleêre endosperm
- D : Sellulêre endosperm te toon.
- INLAS : 'n Vergroting van die sellulêre endosperm.
-
- ne : nukleêre endosperm
- se : sellulêre endosperm
- ss : sitoplasmastringe
- sw : selwand



FIGUUR 6.4

- A : 'n Lengtesnee van 'n gedeelte van 'n saadknop
wat die sferiese sigoot toon.
- Inlas : Vergroting van die sigoot
- B : 'n Handsnee van die saadknop wat die pro-
embrio toon.
- ne : nukleêre endosperm
pre : pro-embrio
t : terminale sel
vbi : versmelte binneste integument
z : basale sel

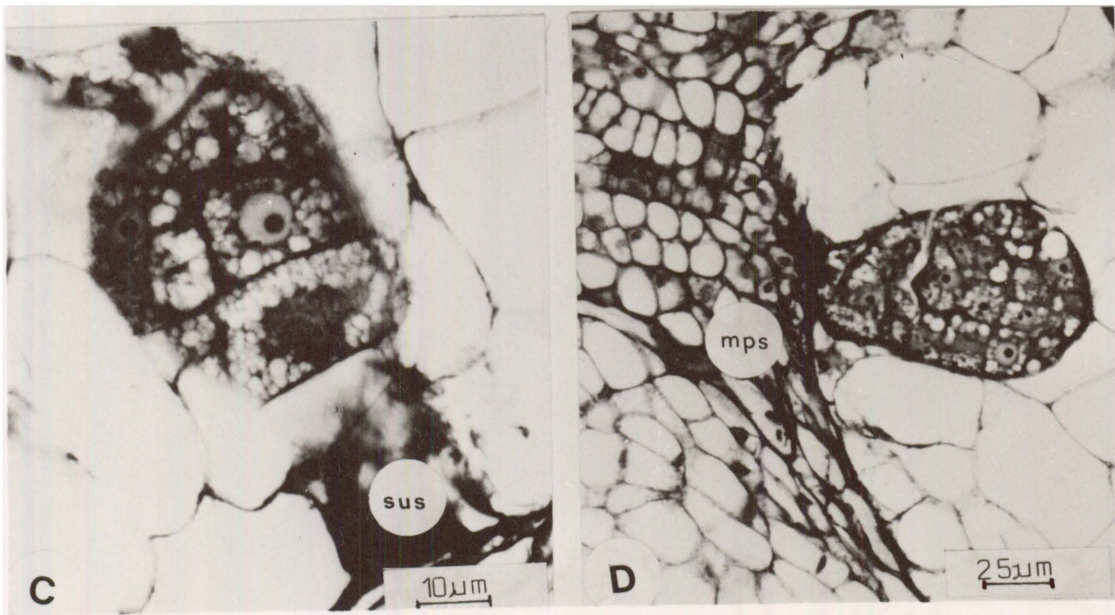
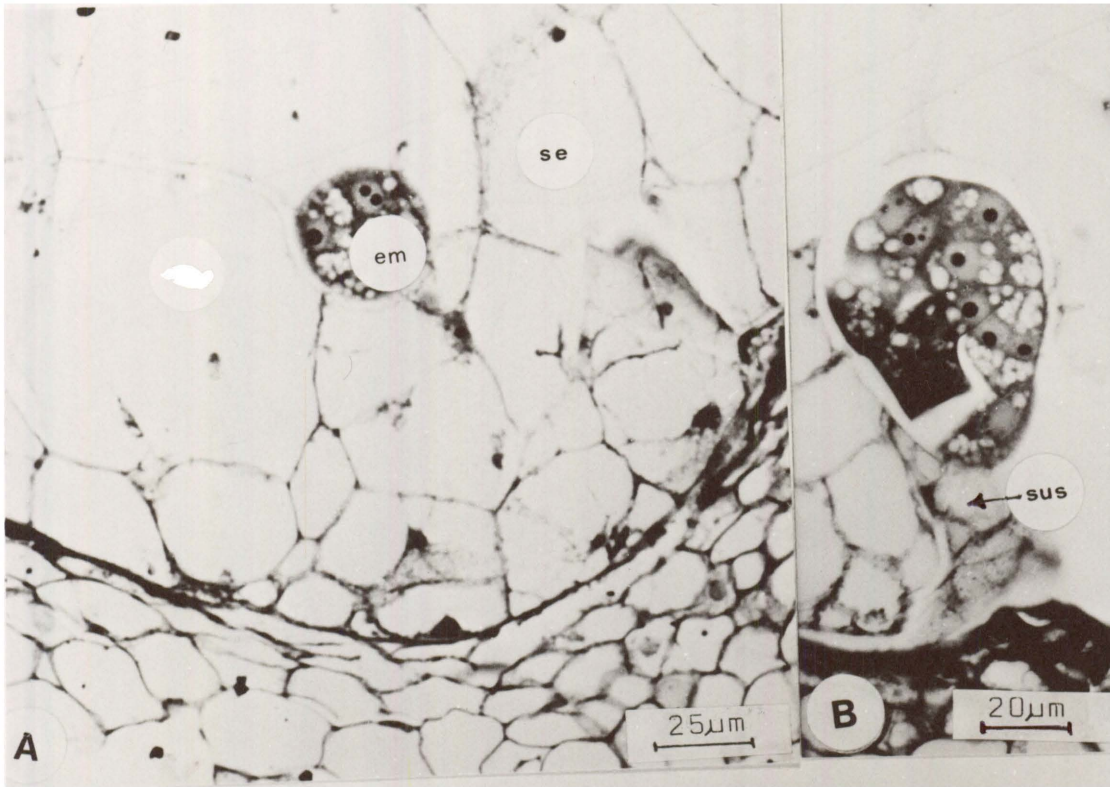


FIGUUR 6.5

A : 'n Gedeelte van 'n lengtesnee van die saadknop
wat die sellulêre endosperm, wat die embriosak
vul, toon.

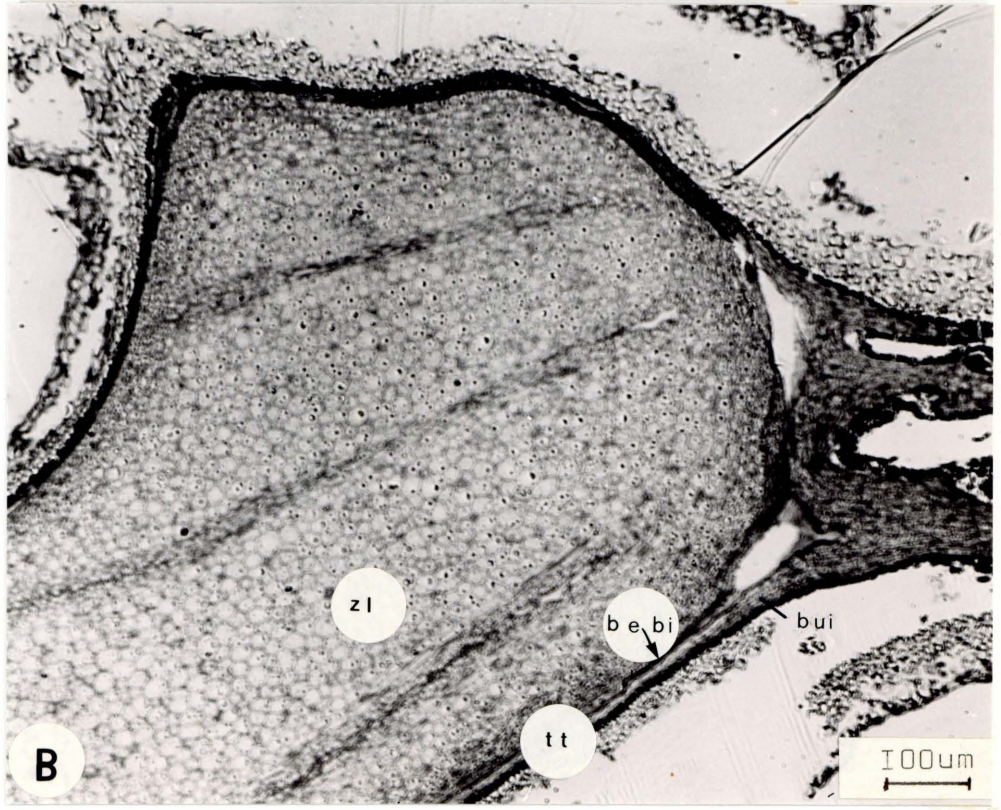
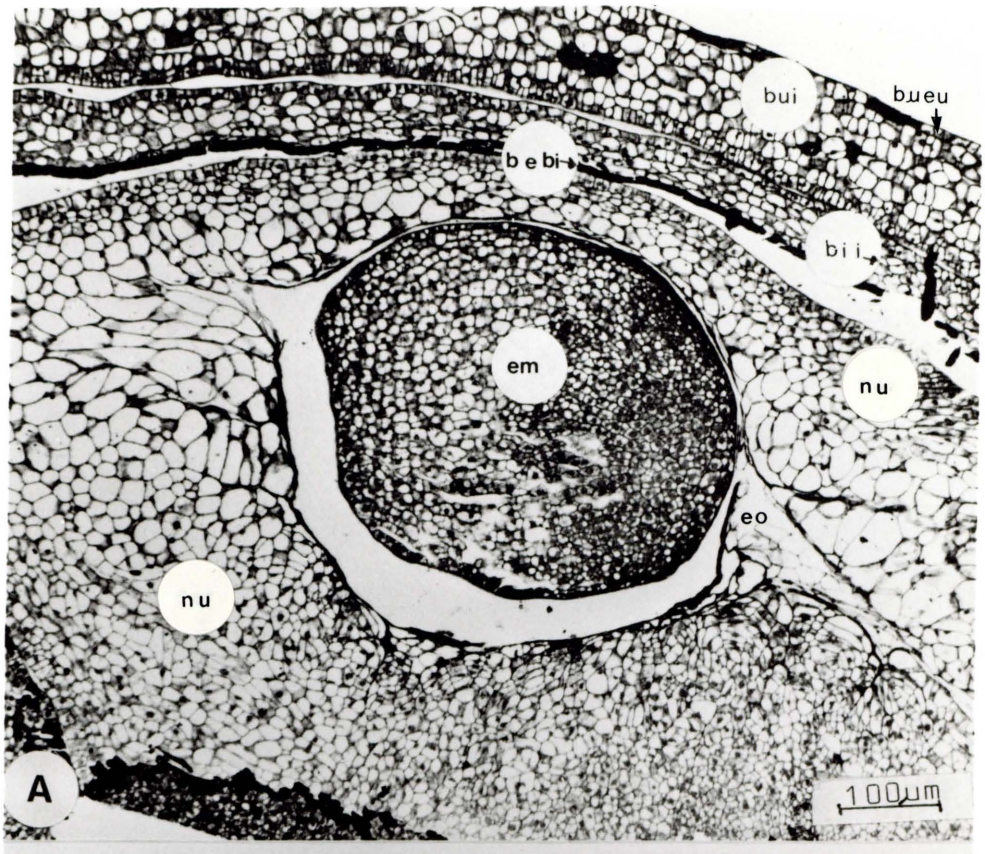
B - D : Gedeeltes van lengtesnee van saadknoppe om die
peervormige embryo's in opeenvolgende stadiums
van ontwikkeling te toon.

em : embryo
mps : mikropilêre streek
se : sellulêre endosperm
sus : suspensor



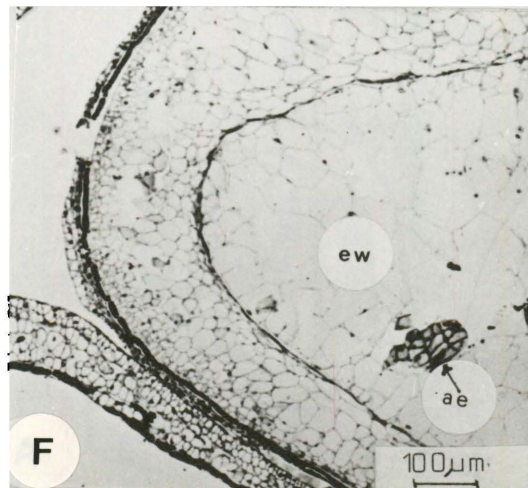
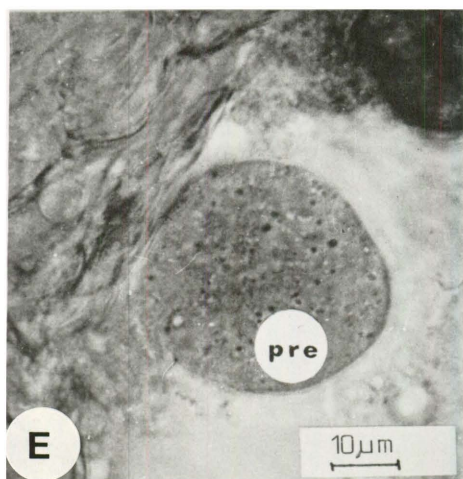
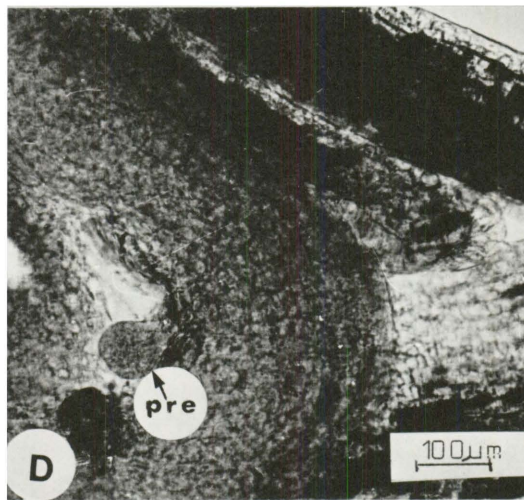
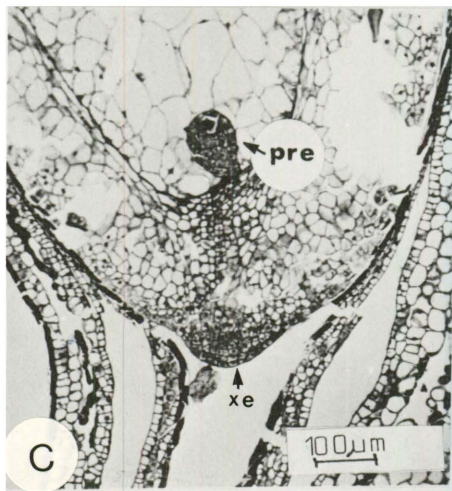
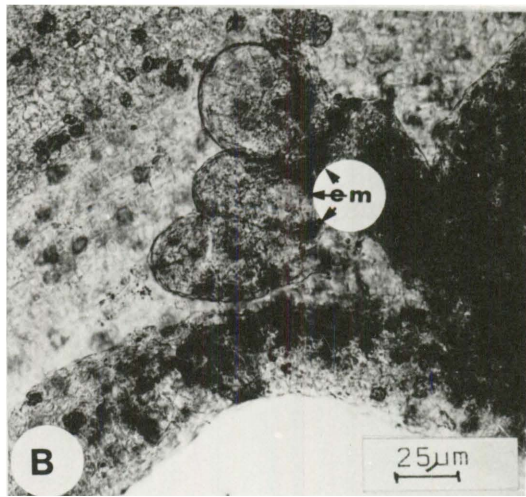
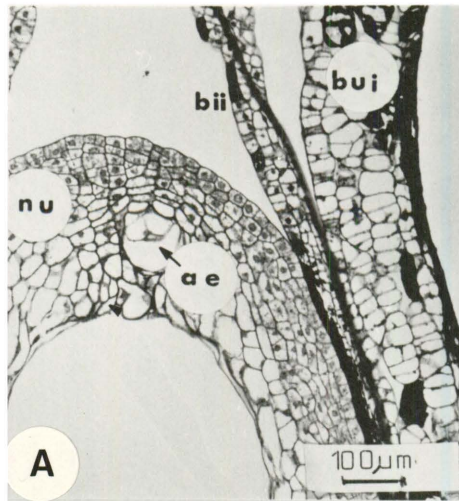
FIGUUR 6.6

- A : 'n Lengtesnee van 'n saadknop wat die groot, sferiese embrio in die nusellusweefsel toon.
- B : 'n Lengtesnee van 'n gedeelte van die volwasse saad wat die saadlob en die testa toon.
- bebi : binneste epidermis van binneste integument
bii : binneste integument
bueu : buitenste epidermis van buitenste integument
bui : buitenste integument
em : embrio
eo : oorblyfsels van die endosperm
nu : nusellus
tt : testa
zl : saadlob



FIGUUR 6.7

- A : 'n Gedeelte van 'n lengtesnee deur 'n saadknop wat 'n adventiewe pro-embrio in die nusellusweefsel toon.
- B : 'n Handsnee van 'n saadknop wat poliembrionie toon.
- C : 'n Lengtesnee van 'n gedeelte van die saadknop wat 'n peervormige pro-embrio en epistase toon.
- D en E : Handsneë van 'n gedeelte van die saadknop met sferiese pro-embrio's.
- F : 'n Gedeelte van 'n lengtesnee deur 'n saadknop wat 'n adventiewe pro-embrio in die endospermweefsel toon.
- ae : adventiewe pro-embrio
em : embrio
ew : endospermweefsel
nu : nusellus
pre : pro-embrio
te : epistase



HOOFSTUK 7

ONTWIKKELING VAN DIE VRUGWAND EN DIE SAAD

7.1 INLEIDING

Die pasgevormde vruggies is aanvanklik rooipers, maar verkleur tydens rypwording na donkergroen en uiteindelik tot 'n ligter groen net voordat hulle van die boom afval. Nadat die vrugte van die boom afgeval het, is hulle kleur liggroen en op die grond verander hulle kleur dan na roomkleurig. Die geelbruin vrugsteel bly aan die tak agter lank nadat die vrugte reeds afgeval het.

Die vrug is 'n steenvrug met 'n deursnee van 25 tot 35mm en 'n vrugmassa van ongeveer 30 gram. Die volwasse perikarp is saamgestel uit (a) 'n buitenste leeragtige taai eksokarp, ongeveer drie mm dik, wat die skil is; (b) die middelste dik, veselrige mesokarp wat 'n verfrissende soet-suur smaak het (die vesels is egter so stewig vas aan die endokarp dat dit slegs afgesuig kan word); en (c) 'n binneste steenagtige endokarp. Die vrugte is met 'n dik waslaag bedek.

7.2. VRUGWANDONTWIKKELING

By 'n jong vrugbeginsel kan daar van buite na binne die volgende lae onderskei word (fig 7.1A): (i) 'n buitenste epidermis; (ii) 'n parenchimatiese laag, wat uit ongeveer 12 lae isodiametriese selle bestaan waarvan sommige reeds perikli-nale delings ondergaan het en die binneste twee sellae wat uit baksteenvormige selle bestaan en (iii) 'n binneste epidermis van baksteenvormige selle. Voor bevrugting plaasvind, differensieer die perikarp sodat die ekso- en endokarp onderskei kan word (fig 7.1B). Die mesokarp het op hierdie stadium nog nie gedifferensieer nie.

7.2.1 Die eksokarp

Die eksokarp ontstaan uit die buitenste epidermis en die buitenste subepidermale lae van die vrugbeginselwand. By 'n jong vrugbeginsel (fige 7.1B en 7.2A) word die eksokarp verteenwoordig deur (i) die buitenste epidermis wat met 'n waslagie bedek is; (ii) die daaropvolgende twee hipodermale lae; (iii) 'n buitenste en (iv) 'n binneste parenchiemlaag.

In die vroeë stadium van vrugwandontwikkeling (fig 7.1B) is die selle van die buitenste parenchiemlaag van die eksokarp groot, isodiametries en dunwandig met intersellulêre lugruimtes. Die binneste parenchiemlaag van die eksokarp bestaan uit dunwandige, isodiametriesse selle wat kleiner as die selle van die buitenste parenchiemlaag is. Die buitenste parenchiemlaag is breër as die binneste parenchiemlaag en die selle is groter.

Die buitenste epidermisselle asook die hipodermale selle van die eksokarp deel periklinaal (fige 7.2A en 7.3A). Periklinale seldelings vind ook in die selle van die buitenste en binneste parenchiemlaag van die eksokarp plaas. Daar kom vaatbondels in die buitenste parenchiemlaag voor en harpuiskanale in die binneste parenchiemlaag. Die harpuiskanale is groot en onreëlmatig en uitgevoer met 'n enkele laag gestrekte, donkerkleurige sekreetselle (fig 7.2B).

As die perikarp verder differensieer, vind periklinale seldelings vrylik plaas in die selle van die buitenste parenchiemlaag en die selle bly steeds isodiametries (fig 7.3A). Die buitenste epidermis- en buitenste hipodermiselle vertoon baie donker (fig 7.3B). Die buitenste parenchiemselle van die eksodermis is kleiner en donkerder gekleur as die binneste parenchiemselle (fige 7.3B en 7.5A).

Tydens die verdere vergroting van die vrug vind die volgende veranderinge in die eksokarp plaas: (i) die selwande van die bui-

ste epidermis verdik (fig 7.5B); (ii) die buitenste hipodermale selle vorm deur herhaalde periklinale delings ongeveer vyf kollenchimatiese sellae (fig 7.5B en 7.6A); (iii) die buitenste hipodermiselle raak tannienhoudend (fige 7.5B, 7.6A en 7.7A) en (iv) die selle van die buitenste- en binneste parenchiemlae van die eksokarp verdik sklerenchimaties (fige 7.5B, 7.6A en 7.7A). Die selle van die buitenste sklerenchiemlaag in die ryp vrug is kleiner as die selle van die binneste sklerenchiemlaag en is ook meer afgeplat (fige 7.6A en 7.7A).

7.2.2 Die mesokarp

Die mesokarp ontstaan waarskynlik uit die binneste parenchimatiese lae van die eksokarp en die buitenste parenchimatiese lae van die endokarp (fig 7.5A). Die mesokarp bestaan aanvanklik uit groot, dunwandige, parenchimatiese selle wat radiaal verleng (fig 7.4A en B). Die binneste parenchiemselle van die mesokarp is meer verleng as die ongeveer twee lae selle van die buitenste parenchiemlaag van die mesokarp (fige 7.5B en 7.6B). Die radiaal-gestreekte selle van die mesokarp is waarskynlik met slym gevul (fig 7.7B).

As die vrug ryp is, disintegreer die wande van die parenchiemselle van die mesokarp (fig 7.6B en 7.8A) en die hele weefsel word sag, sappig en eetbaar.

7.2.3 Die endokarp

Die endokarp ontstaan uit die binneste epidermis en die binneste subepidermale lae van die vrugbeginsel. In 'n baie jong stadium bestaan die endokarp uit (i) die binneste epidermis; (ii) twee lae baksteenvormige selle van die binneste hipodermis; (iii) ongeveer drie lae groot, isodiametriese selle met intersellulêre ruimtes en (iv) die buiten-

ste parenchimatiese laag van die endokarp wat die grootste gedeelte van die endokarp beslaan en uit 'n groot aantal lae tangensiaalgestrekte selle bestaan (fig 7.1B).

Tydens die vergroting van die vrug verleng die selle van die endokarplaag radiaal en vesels begin ontwikkel (fig 7.5A). As die perikarp verder differensieer raak die selle van die endokarp gelignifiseerd en vorm 'n soliede steenlaag. Op hierdie stadium is dit nie meer moontlik om deur die harde endokarp van die maroelavrug te sny nie. In 'n slypsnee van die perikarp van die volwasse vrug is die heel binneste laag van die endokarp 'n donker, glansende sementeringslaag. Die sementeringslaag verweer as die sade kiem. In die volwasse vrug is die endokarp ongeveer drie mm dik en vorm 'n ondeurdringbare omhulsel om die saad. Die kleur van die endokarp verander van swartbruin na 'n ligter grysbruin as dit op die grond lê en aan omgewingsfaktore blootgestel word. By die Anacardiaceae neem die endokarp die beskermende funksie van die testa of tegmen oor (Corner, 1976).

In die endokarp wat afsonderlike sade omgewe kom daar 'n operkulum of sogenaamde "dekseltjie" voor, wat uitval as die saad kiem. Dit is moontlik om die operkulum met 'n skerp voorwerp uit te lig, maar die saad kan nie by hierdie opening uitgehaal word nie. Op die slypsnee is dit duidelik dat die operkulum dieselfde ontstaan as die endokarp het.

7.3 ONTWIKKELING VAN DIE SAADHUID

Voor bevrugting plaasvind, is die volgende veranderinge in die saadknop waarneembaar (fig 7.8B): (i) die binneste integument is versmelt en (ii) die buitenste epidermis van die binneste integument word dikwandig en is gevul met tanniene.

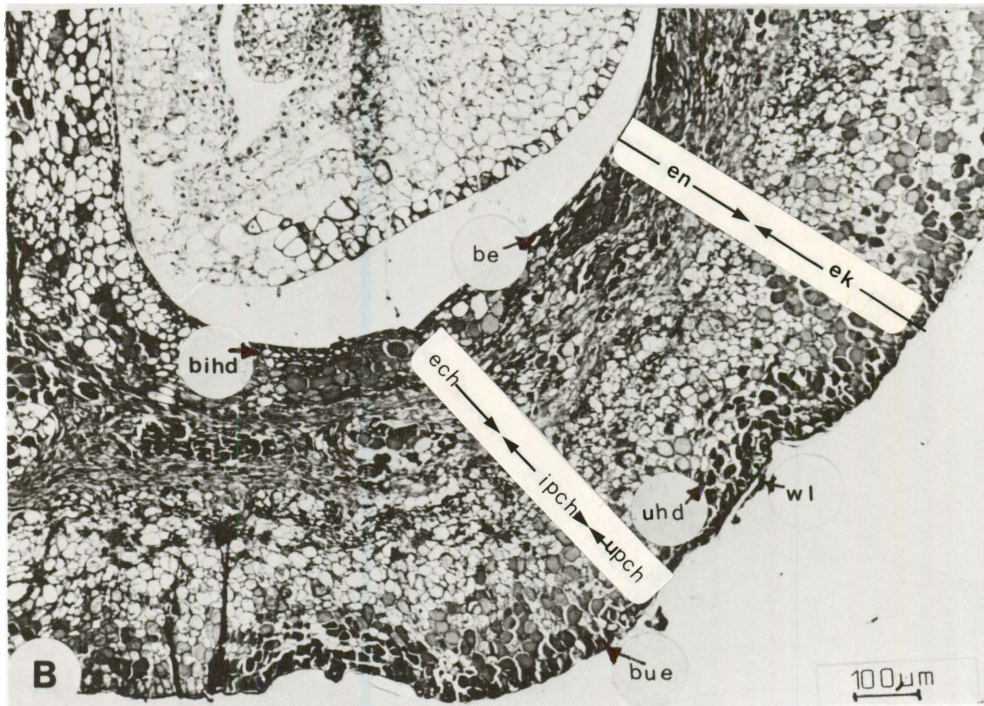
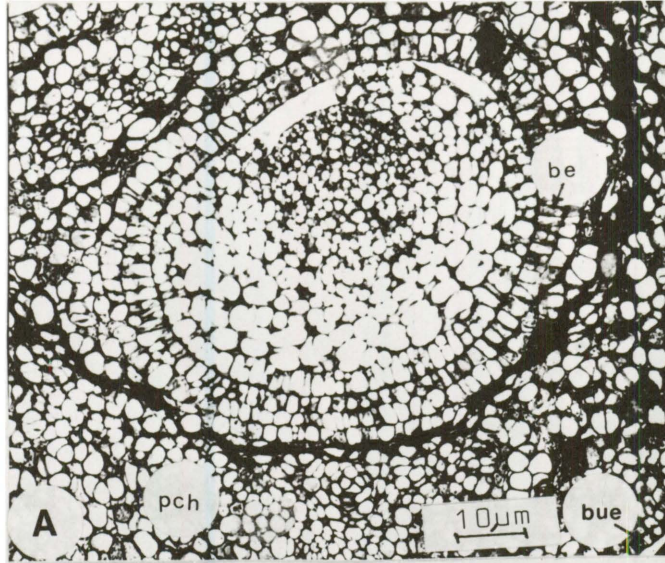
As die pro-embrio groot en sferies is (fig 6.6A) is albei integumente nog teenwoordig. Die buitenste epidermis van die buitenste integument en die binneste epidermis van die binneste integument is baie duidelik as gevolg van hul donker gekleurde inhoud en kan dus ook onderskei word as die saadhuid ontwikkel.

Albei integumente neem deel aan die vorming van die saadhuid, maar slegs die buitenste integument en die binneste epidermis van die binneste integument (fig 6.6B). Die buitenste epidermis en parenchimatiese selle van die binneste integument aters af. Die volwasse saad vul die hele vrugholte en die saadlobbe is baie groot. Die testa het dus geen beskermende funksie nie, aangesien die endokarp die beskermende funksie daarvan oorgeneem het.

FIGUUR 7.1

- A : 'n Dwarssnee van 'n gedeelte van die vrugbeginsel
wat die verskillende lae van die vrugwand toon.
- B : 'n Dwarssnee van 'n ouer vrugbeginsel as in A
wat die samestelling van die jong perikarp toon.

be	: binneste epidermis	}	endokarp
bihd	: binneste hipodermis		
ech	: parenchium van endokarp		
bue	: buitenste epidermis	}	eksokarp
uhd	: buitenste hipodermis		
upch	: buitenste parenchium		
ipch	: binneste parenchium		
ek	: eksokarp		
en	: endokarp		
pch	: parenchium		
wl	: waslaag		

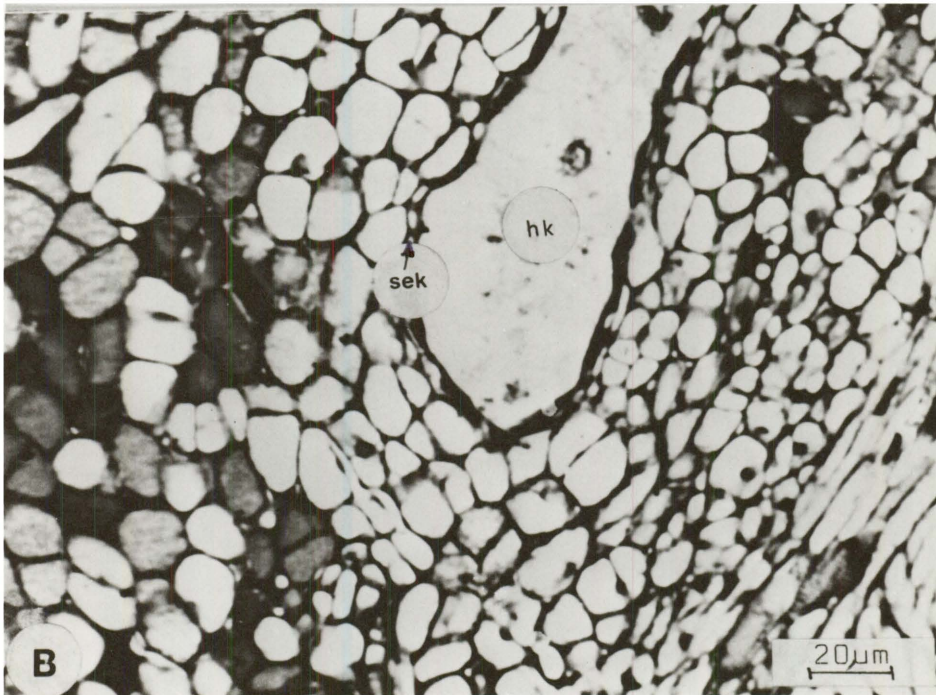
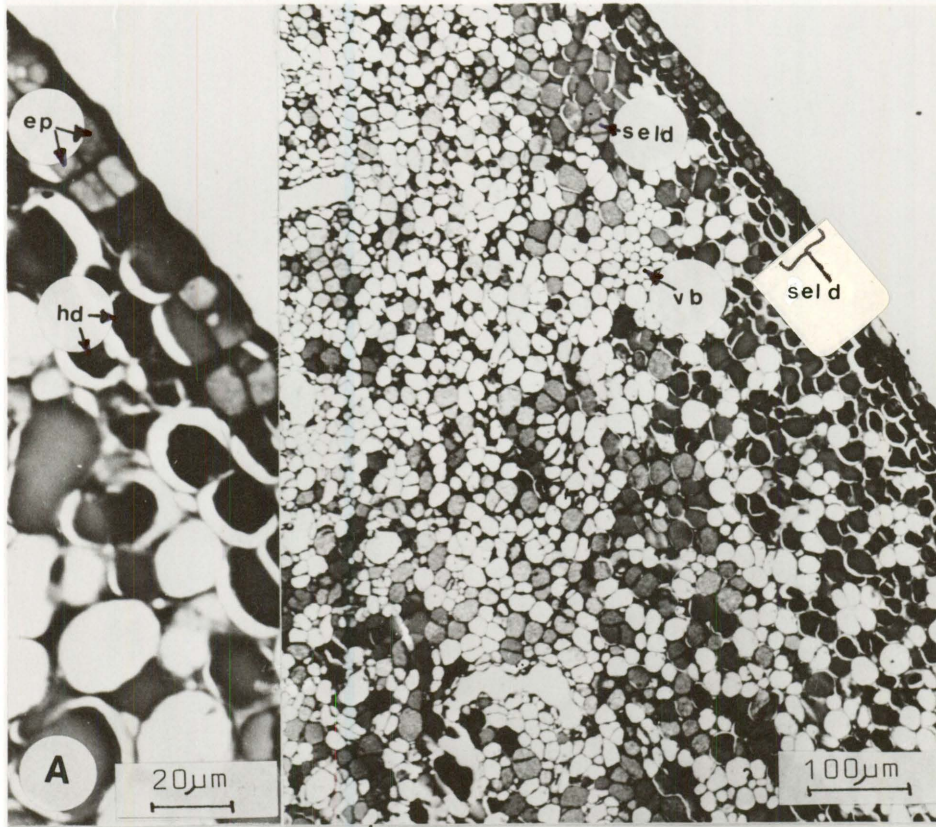


FIGUUR 7.2

A : 'n Gedeelte van 'n dwarsnee van die perikarp wat seldelings in die eksokarp toon. A bestaan uit 'n hoë en 'n lae vergroting.

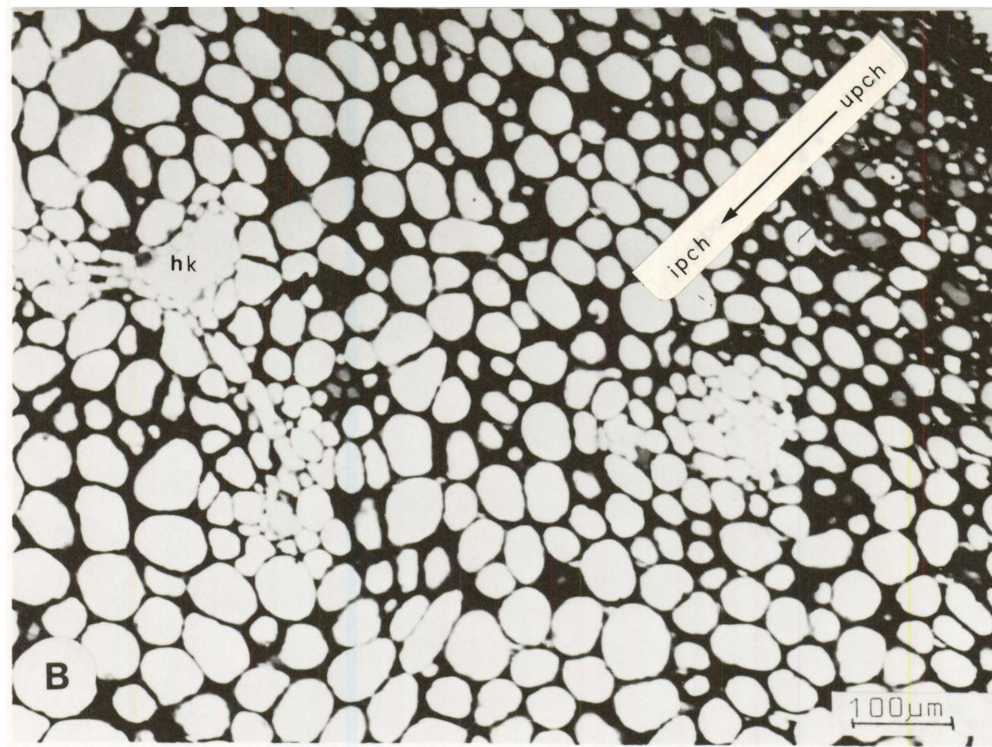
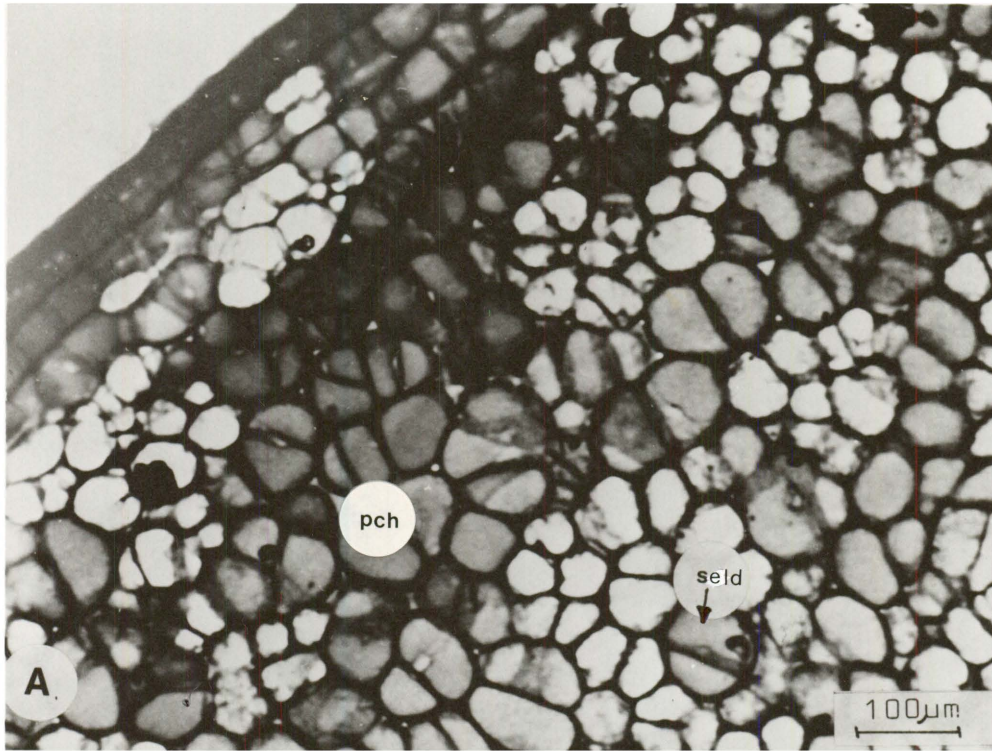
B : 'n Gedeelte van 'n dwarsnee van die perikarp wat 'n harpuiskanaal in die binneste parenchiemlaag van die eksokarp toon.

ep : epidermis
hd : hipodermis
hk : harpuiskanaal
sek : sekreetselle
seld : seldeling
vb : vaatbondel



FIGUUR 7.3

- A : 'n Gedeelte van 'n dwarsnee van die vrugwand wat periklinale delings in die parenchiumweefsel van die eksokarp toon.
- B : 'n Gedeelte van 'n dwarsnee van die vrugwand wat die afbakening van die buitenste en binneste parenchiumlae van die eksokarp toon.
- hk : harpuiskanaal
- ipch : binneste parenchium van die eksokarp
- pch : parenchium
- seld : 'n sel wat deling ondergaan
- upch : buitenste parenchium van die eksokarp



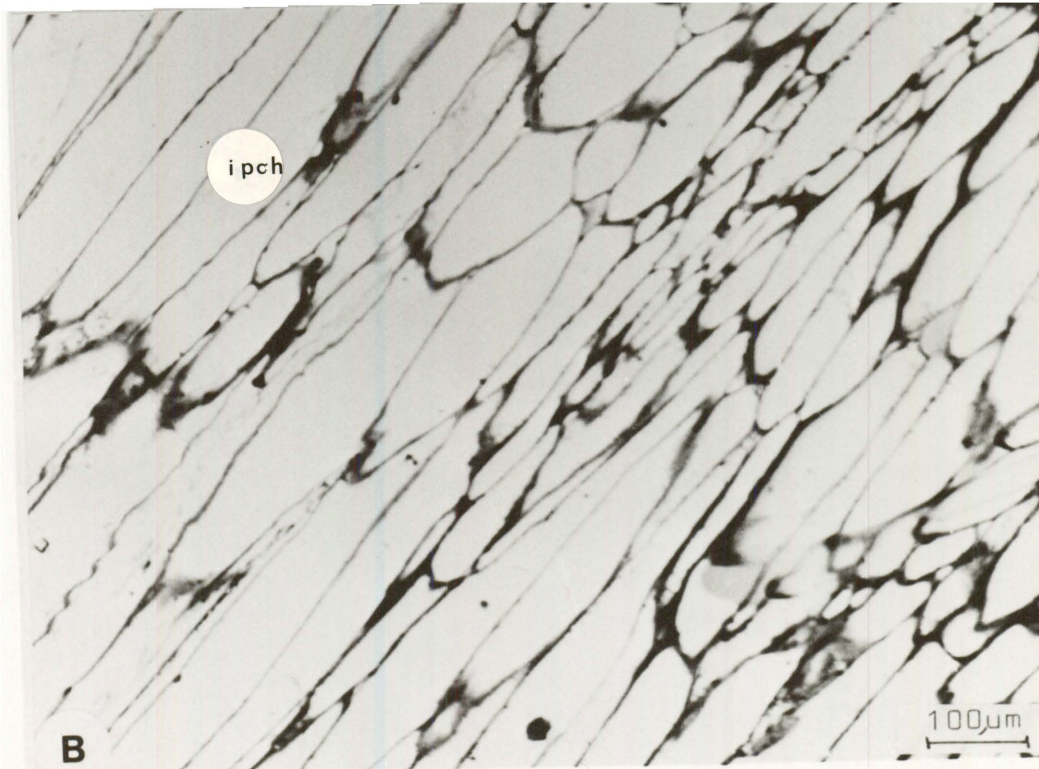
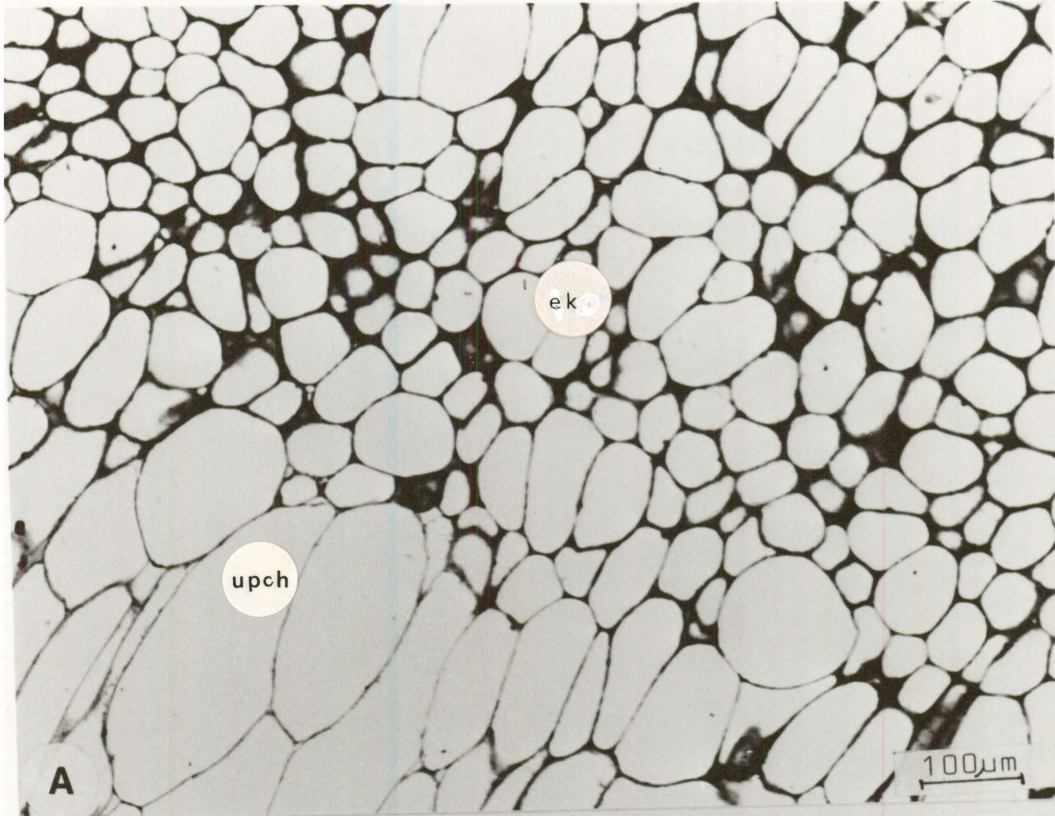
FIGUUR 7.4

A en B : Dwarssnee van gedeeltes van die perikarp om die eksokarp en mesokarp te toon.

ek : eksokarp

ipch : binneste parenchium van die mesokarp

upch : buitenste parenchium van die mesokarp

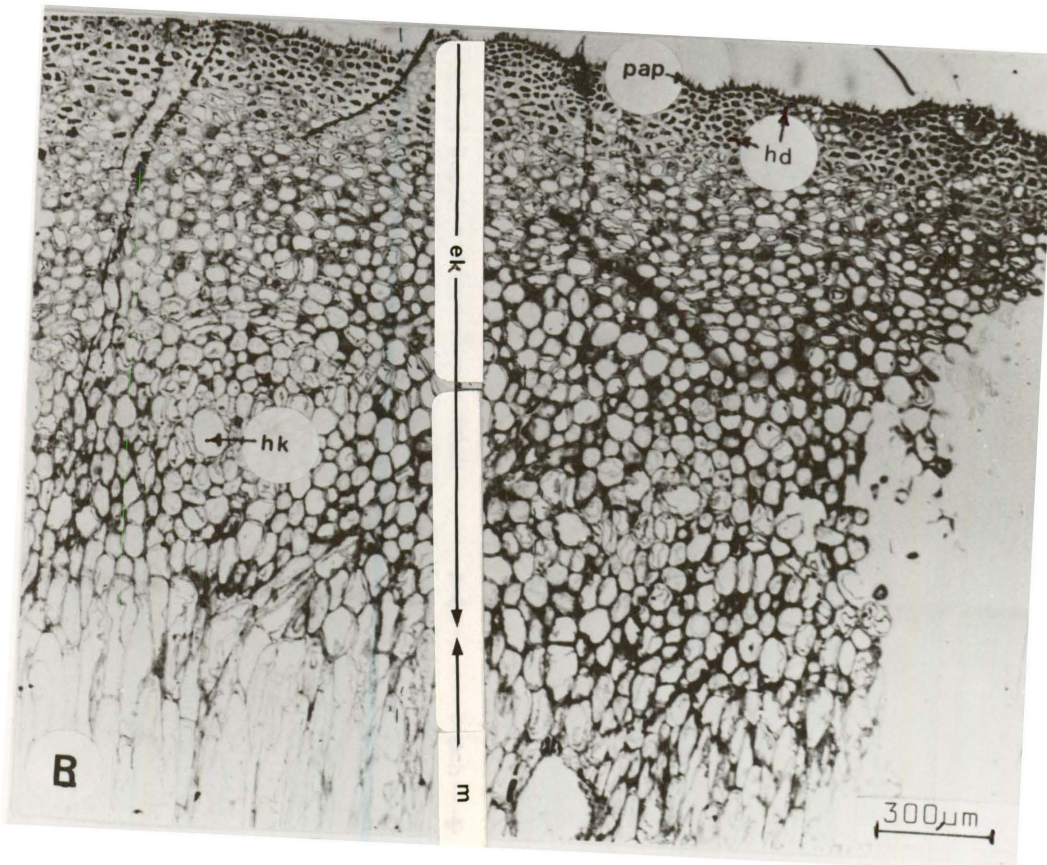
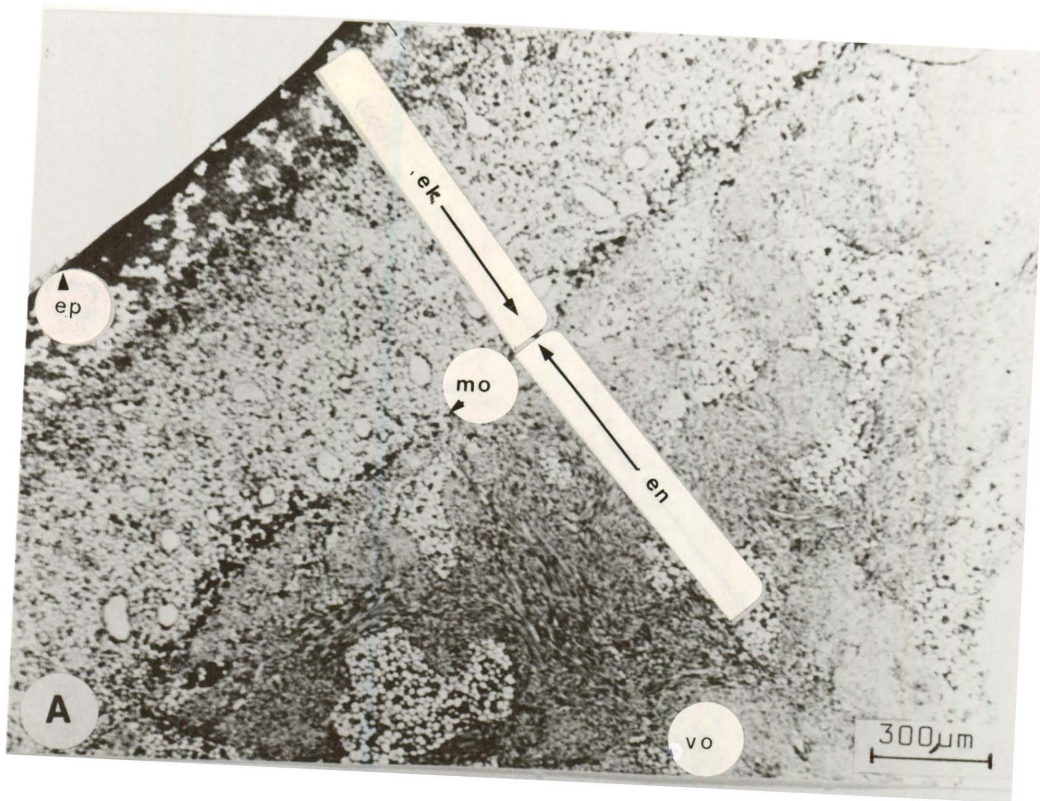


FIGUUR 7.5

A : 'n Dwarsnee van 'n gedeelte van die perikarp wat die eksokarp, die ontwikkeling van die mesokarp en die endokarp toon.

B : 'n Dwarsnee van 'n gedeelte van die perikarp wat die eksokarp en mesokarp toon.

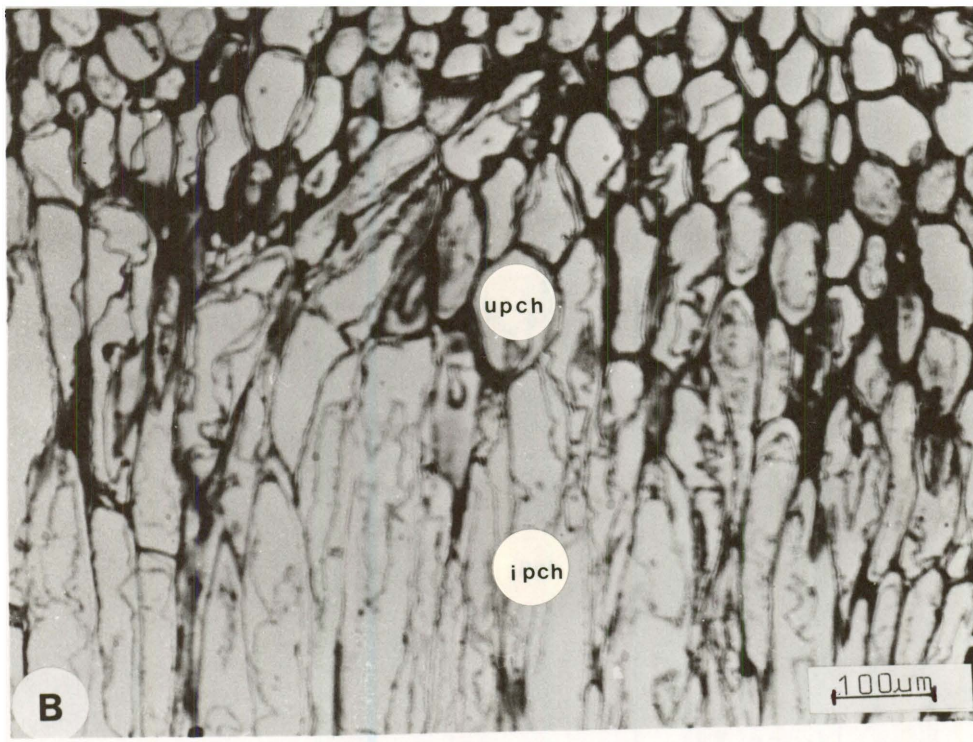
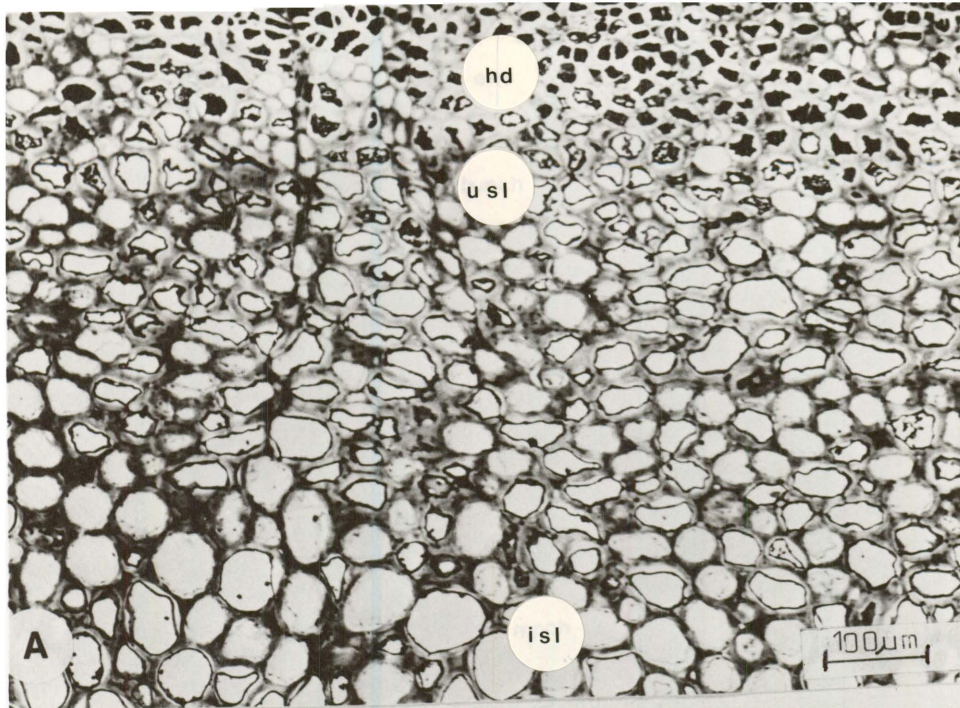
ek : eksokarp
en : endokarp
ep : epidermis
hd : hipodermis
hk : harpuiskanaal
m : mesokarp
mo : mesokarp begin ontwikkel
pap : sellūmen
vo : vesels begin ontwikkel



FIGUUR 7.6

A en B : 'n Dwarssnee van 'n gedeelte van die perikarp
wat die sklerenchimatiese eksokarp en die
parenchimatiese mesokarp toon.

hd : hipodermale tannienhoudende selle
ipch : binneste parenchium van die mesokarp
isl : binneste sklerenchium van die eksokarp
upch : buitenste parenchium van die mesokarp
usl : buitenste sklerenchium van die eksokarp



FIGUUR 7.7

A : 'n Dwarssnee van 'n gedeelte van die perikarp om die selwandverdikkings in die eksokarp te toon.

B : 'n Dwarssnee van 'n gedeelte van die perikarp om die eksokarp met 'n harpuiskanaal en die mesokarp te toon.

ek : eksokarp

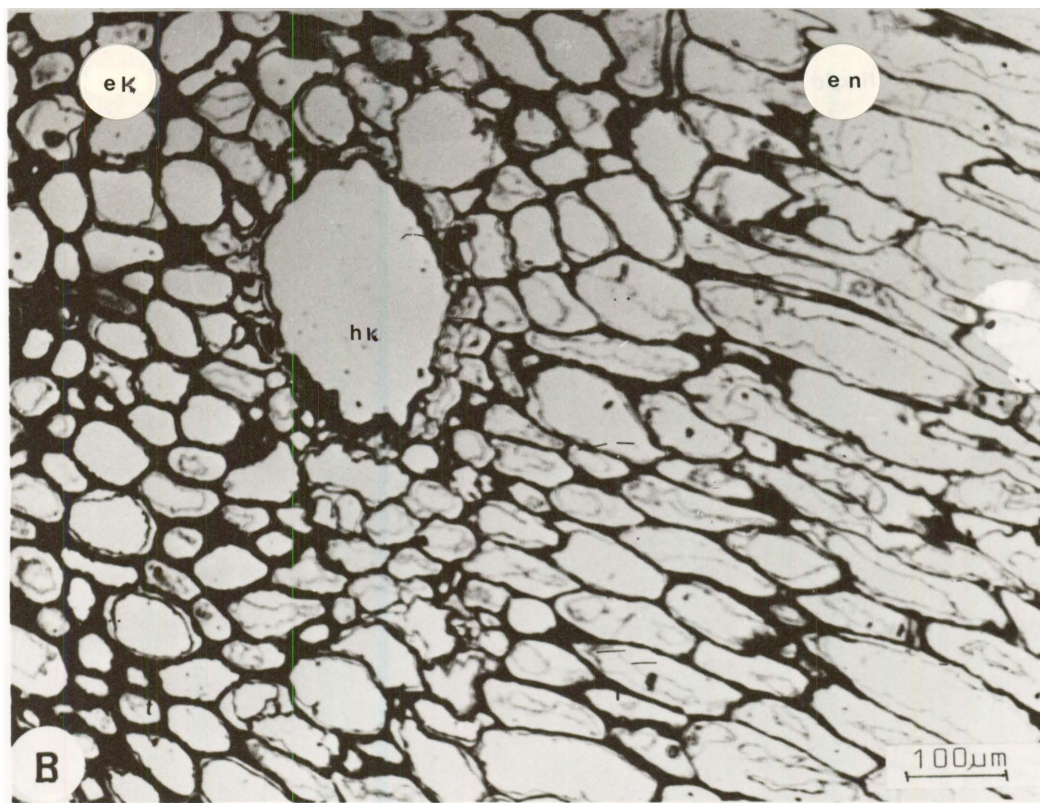
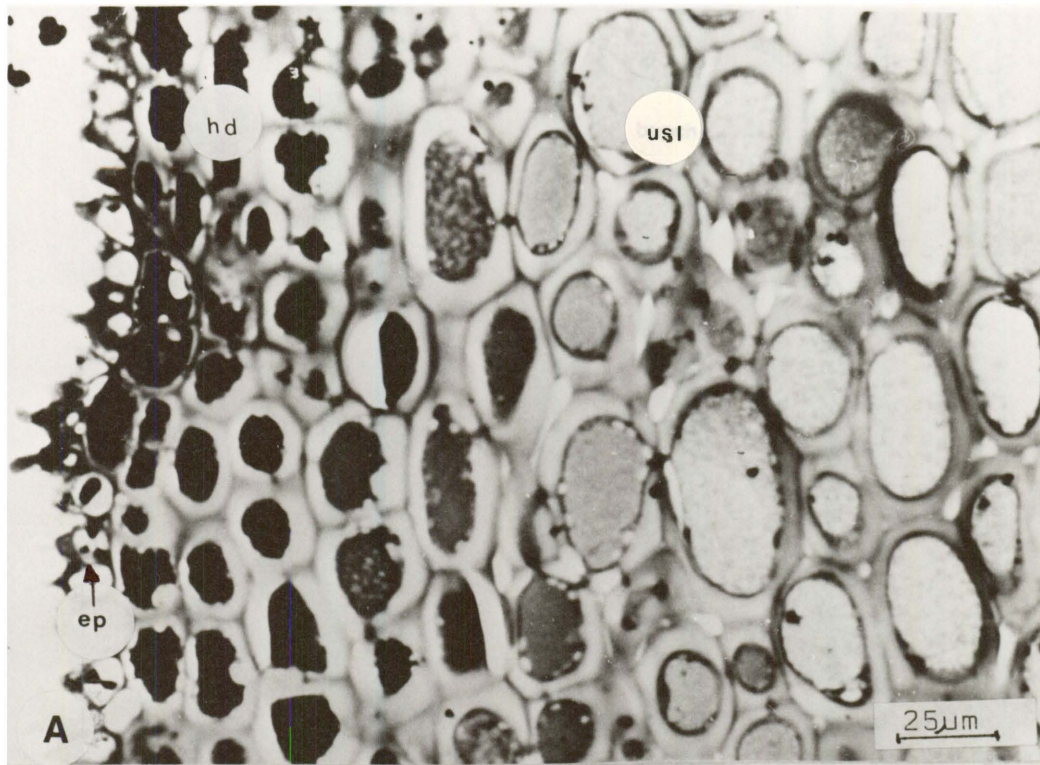
en : endokarp

ep : epidermisselle met papille

hd : hipodermale tannienhoudende selle

hk : harpuiskanaal

usl : buitenste sklerenchiem van die eksokarp

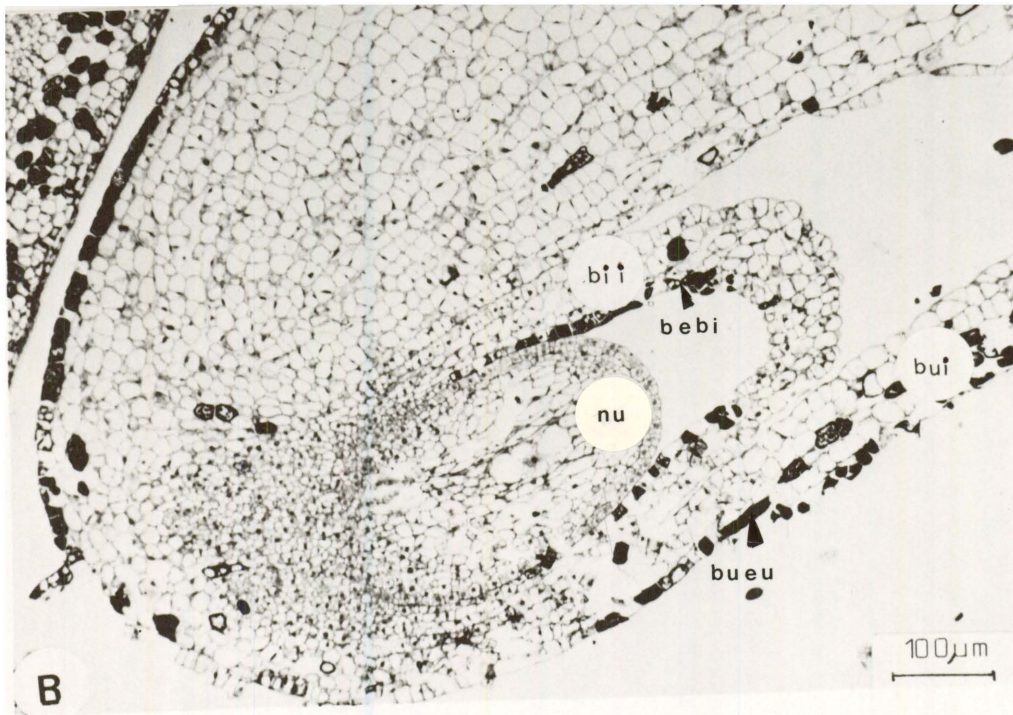


FIGUUR 7.8

A : 'n Dwarssnee van 'n gedeelte van die perikarp wat die verlengde, parenchimatiese selle van die mesokarp toon.

B : 'n Lengtesnee van 'n gedeelte van die vrugbeginsel om die integumente voor die ontwikkeling van die testa te toon.

bebi : binneste epidermis van binneste integument
bii : binneste integument
bueu : buitenste epidermis van buitenste integument
bui : buitenste integument
nu : nusellus



HOOFSTUK 8

BESPREKING

Alhoewel meeldraad-, vrug- en saadontwikkeling van die maroela in baie opsigte met ander verteenwoordigers van die Anacardiaceae, soos byvoorbeeld Mangifera indica L, Pistacia chinensis (Bunge), Toxicodendron diversiloba (Torr.& A.Gray), Pistacia vera L., Anacardium occidentale L. en Trifolium pratense L. ooreenstem, is daar ook duidelike verskille in baie opsigte.

By die maroela het die vroulike blomme staminodiams wat slegs ontwikkel tot op 'n stadium wanneer die saadknop megaspoormoederselle bevat en die helmknoppe mikrospoormoederselle bevat. Dieselfde word gevind by Toxicodendron diversiloba (Copeland & Doyle, 1940). Die ontwikkeling van die helmknopwand by die maroela stem ooreen met die wandontwikkeling van ander verteenwoordigers van Anacardiaceae, behalwe dat geen tipiese endotekium by die maroela voorkom nie.

Die saadknop van die maroela is anatropies, wat ook die geval is by die ander Anacardiaceae. Moontlik was die saadknoppe van die voorouerlike tipes atropies, aangesien die saadknop in 'n jong stadium nog atropies is en eers later, by die ouer saadknoppe, anatropies word.

'n Flesvormige binneste integument en 'n skulpvormige buitenste integument kom by die saadknop van die maroela voor. By Anacardium occidentale het die twee integumente versmelt tot 'n enkele, massiewe struktuur (Copeland, 1962). Pistacia vera se buitenste integument is nie volledig ontwikkel nie (Grundwag & Fahn, 1969). Juliano en Cuevas (1932) het gevind dat by Mangifera indica die binneste integument in die mikropilêre gebied versmelt en die mikropilum van die volwasse saadknop bedek, soos moontlik ook by die maroela waargeneem is.

Soortgelyk aan Pistacia chinensis (Copeland, 1955) en Pistacia vera (Grundwag & Fahn, 1969), kom daar by die maroela

waarskynlik ook 'n hipostase in die chalasale streek voor. Die funksie van die hipostase is nog nie bekend nie (Maheshwari, 1950).

'n Krassinusellêre nusellus word by die maroela aangetref. Volgens Esau (1965) word 'n krassinusellêre nusellus en twee integumente as meer primitief beskou as die tenuïnusellêre nusellus met een integument. By die ander verteenwoordigers van die Anacardiaceae waarmee die maroela vergelyk is, kom ook 'n krassinusellêre nusellus voor.

In teenstelling met die maroela, waar daar 'n liniêre triade megaspore voorkom en waarvan die chalasale megaspoor in die embriosak ontwikkel, kom daar by Pistacia chinensis (Copeland, 1955) geen werklike diade of triade voor nie, maar wel 'n funksionele- en 'n kleiner, nie-funksionele megaspoor. By Pistacia vera het Grundwag en Fahn (1969) gevind dat 'n diade vorm waarvan die mikropilêre sel kleiner is as die megaspoor aan die chalasale kant en dan 'n liniêre triade, waarvan die chalasale sel in die embriosak ontwikkel. Liniêre tetrades kom voor by die mango (Juliano, 1937) en Toxicodendron diversiloba (Copeland, 1940). By die maroela is die triade waarskynlik te wyte aan die feit dat slegs die onderste diade-sel die tweede meiotiese deling ondergaan.

'n Polygonum-tipe embriosak kom by die maroela, sowel as die ander verteenwoordigers van die Anacardiaceae waarmee dit vergelyk is, voor.

Chalasogamie kom by die maroela asook Toxicodendron diversiloba (Copeland+Doyle, 1940) voor. Copeland (1955) het gevind dat by Pistacia chinensis die stuifmeelbuis tot in die chalasa gaan, maar waarskynlik nie die hipostase binnedring nie. Hulle groei langs die hipostase verby en daarvandaan direk na die embriosak waar hulle al langs die oppervlak van die

embriosak groei tot by die eiersel. "One does not see the entire course of an individual pollen tube, but brief lengths of fine channel". By Mangifera indica L (Joël & Eisenstein, 1980) vorm, nadat bestuiwing plaasgevind het, 'n uitgroeisel van beide die saadknop en die vrugbeginsel. Hierdie uitgroeisel is bekend as 'n pontikulus, wat 'n "klein brug" tussen die saadknop en die vrugbeginsel vorm.

Kenmerkend van die maroela en ander verteenwoordigers van die ander Anacardiaceae waarmee dit vergelyk is, is dat die endosperm nukleêr is. Die endosperm word later sellulêr en uiteindelik geabsorbeer deur die ontwikkelende embryo's.

Soortgelyk aan Pistacia chinensis (Copeland, 1955) bly die integumente en die nusellus by die maroela ook behoue as lewende selle in die ryp vrug. Die ontwikkelende embryo's absorbeer eers die endosperm en dan die nusellusweefsel. Die epidermis van die binneste integument is 'n laag donkergekleurde selle wat die grens tussen die integumente en die nusellus aandui.

Buiten die geslagtelike embryo's, kom by die maroela ook adventiewe embrionie voor. Hierdie ongeslagtelike embryo's is moontlik soortgelyk aan die embryo's van Mangifera indica (Juliano, 1937), wat van nusellêre oorsprong is. By Citrus trifoliata L. (Osawa in Juliano, 1937), Citrus aevanticem L. en andere (Coulter & Chamberlain in Juliano, 1937), is enkele adventiewe embryo's aangetref. By die maroela is een geval gevind waar 'n adventiewe embryo omtrent in die middel van die embriosak, in die endospermweefsel voorkom. By die mango (Sachar & Chopra, 1957) is 'n soortgelyke embryo beskryf. By die Carabao mango ontstaan adventiewe embryo's uit epidermisselle van die mikropilêre nusellus (Juliano, 1937). Een sferiese en twee ovaalvormige embryo's wat aan die mikropilêre kant van die embrosak geheg is, is by die maroela in een saadknop gevind. Soortgelyke embryo's

is by Pistacia vera (Grundwag & Fahn, 1969) beskryf.

Die perikarp van die maroela differensieer aanvanklik net in 'n eksokarp en 'n endokarp. Die mesokarp ontstaan eers later, waarskynlik net voordat die endokarp gellignifiseerd raak, uit die binneste parenchimatiese lae van die eksokarp en die buitenste parenchimatiese lae van die endokarp. Die endokarp ontwikkel in 'n harde steenlaag, wat die beskermende funksie van die testa oorneem. By die Pistacia chinensis (Copeland, 1955) en die mango (Juliano & Cuevas, 1932), ontwikkel die endokarp ook in 'n baie harde steenlaag.

By die maroela neem die integumente nie volledig deel aan die vorming van die testa nie, maar slegs die buitenste integument en die binneste epidermis van die binneste integument. Die testa van Pistacia chinensis (Copeland, 1955) is 'n dun laag van saamedrukte selle wat die integumente verteenwoordig. Die saadhuid by Pistacia vera (Grundwag & Fahn, 1969) is opgebou uit integumente en oorblyfsels van die nusellus.

Volgens Baijnath (1983) bestaan daar twyfel oor die geslagte van die maroela, aangesien 'n paar eenhuisige bome tesame met die tweehuisige bome in die Durban-gebied gevind is. Van die 119 bome wat ondersoek is, was 52 manlik, 51 vroulik, vyf eenhuisig en 11 vegetatief.

SAMEVATTING

IN ONTOGENETIESE STUDIE VAN DIE SAAD EN VRUG VAN SCLEROCARYA
BIRREA (RICH.) HOCHST. SUBSPESIE CAFFRA (SOND.) KOKWARO

deur

ESTELLE VAN DER MERWE

Leier : Prof. dr. P J Robbertse
Mede-leier : Dr. W F Reyneke
Departement : Plantkunde
Graad : M.Sc.

Sclerocarya birrea (Rich.) Hochst. subspesie caffra (Sond.)
Kokwaro, of die maroelaboom, soos dit algemeen bekend is,
behoort aan die plantfamilie Anacardiaceae. Die maroela is
'n eenslagtige, bladwisselende, groot boom (15 tot 20m hoog)
met enkelveervormig-saamgestelde, blink blougroen blare.

By manlike bome word die gesteelde manlike blomme in laterale
trosse gedra en die blomme is tetrameries. Die
gesteelde vroulike blomme van die vroulike bome word enkel
of in groepe van drie aan die punte van die takke gedra.
Daar kom 17 tot 22 meeldrade in die manlike blom voor en
die helmknoppe is basifiks met helmdrade wat aan hul ba-
sisse verdik is.

Wandvorming van die stuifmeelsakkies is volgens die basiese
tipe, maar geen tipiese endotekium kom voor nie. 'n Klieragtige
tapetum kom rondom die mikrospoormoederselle voor. Deur ge-
lyktydige deling van die mikrospoormoederselle word tetrahe-

diese tetrades gevorm. Die stuifmeelkorrels is sferies, monaad, apolêr en trikolporaat. Die helmhokke gaan deur lengtesplete oop en stel die stuifmeelkorrels waarskynlik in die tweesestadium vry. Die vroulike blomme het staminodiums wat slegs ontwikkel tot op 'n stadium wanneer die saadknoppe megaspoormoederselle bevat en die helmknoppe mikrospoormoederselle bevat. Hierna sterf hulle af.

Die vrugbeginsel is bostandig en twee- tot driehokkig met twee tot drie baie kort stempels en style. In elke vrughok kom slegs een anatropiese saadknop voor. Die volwasse saadknop is bitegmies en krassinusellêr met 'n funikulêre arillus en 'n koppievormige hipostase. 'n Monosporiese, Polygonum-tipe embriosak word uit die chalasale megaspoor van die liniêre triade megaspore gevorm. Behalwe die geslagtelike embrio's kom adventiewe embrionie en poli-embrionie ook voor. Die saadlobbe is baie dik en vlesig. Die endosperm is aanvanklik nukleêr, later sellulêr en word uiteindelik opgebruik deur die ontwikkelende embrio.

Gedurende die ontwikkeling van die saad vul die embrio die embriosak en die oorblyfsels van die nusellus vorm 'n stoorweefsel, die perisperm. Die testa word deur die buitenste integument en die binneste integument se binneste epidermis gevorm.

Die volwasse vrug is 'n steenvrug met 'n leeragtige, taai eksokarp. Die eetbare mesokarp het 'n verfrissende soetsuur smaak en die endokarp vorm 'n harde, ondeurdringbare steenlaag wat die beskermende funksie van die testa oorneem. Die klein vruggies is rooipers en verkleur donkergroen; die jong vrugte word ligter tydens rypwording totdat hulle liggroen is en afval. Op die grond verkleur die vrugte geel en word uiteindelik bruin.

SUMMARY

AN ONTOGENETIC STUDY OF THE FRUIT AND SEED OF SCLEROCARYA
BIRREA (RICH.) HOCHST. SUBSPECIE CAFFRA (SOND.) KOKWARO

by

ESTELLE VAN DER MERWE

Supervisor : Prof. dr. P J Robbertse
Co-supervisor : Dr. W F Reyneke
Departement : Botany
Degree : M.Sc.

Sclerocarya birrea (Rich.) Hochst. subspecie caffra (Sond.) Kokwaro, or the marula tree, as it is commonly known, belongs to the plant family Anacardiaceae. The marula is a dioecious, deciduous, big tree (general height of 10m to 15m) with pinnately compound shiny blue-green leaves.

Male flowers are grouped in a lateral raceme and the flowers are tetramerous. The female flowers are borne single or in groups of three on the branches. The flowers are pedicelated. The 17 to 22 stamens of the male flower are basifixed and the filaments of the anthers are swollen at the base. The wall formation of the pollen sac is of the basic type but a typical endothecium is absent.

A glandular tapetum occurs around the microspore mother cells. Tetrahedric tetrads are produced by simultaneous division. The pollen grains are spherical, monade, apolar and tricolporate. The anthers open by means of a longitudinal crevasse and probably release the pollen grains in the two cell stage.

Stamens are also present in the female flowers but they stop developing when the ovules contain macrospore mother cells.

The bi- or trilocular ovary is superior with two to three very short, fused styles and stigmas. Each of the locules contain a single anatropous ovule. The mature ovule is bitegmic and crassinucellate with a massive funiculus and a cup shaped hypostase. A monosporic Polygonum-type embryo sac develops from the megaspore nearest to the chalaza. Apart from the sexual embryos adventitious embryony as well as polyembryony are found. The cotyledons are extremely thick and pulpy. Nuclear endosperm becomes cellular and is eventually absorbed by the developing embryo.

During maturation of the seed the embryo fills the embryo sac and nucellu remnants develop into a storage tissue, the perisperm. The testa is formed by the outer integument and the inner epidermis of the inner integument.

The fruit is a drupe with a tough, leathery exocarp. The edible mesocarp has a tart, sweet, refreshing taste and a stony layer is produced by the endocarp. The endocarp fulfills the protective function of the testa. The small, reddish purple fruit change to a dark green, then to a lighter green during maturation. Once they have fallen to the ground the colour changes rapidly and becomes a pale yellow and eventually the fruit turns brown.

DANKBETUIGINGS

Graag betuig ek hiermee my opregte dank aan my twee leiers, prof. dr. P J Robbertse en dr. W F Reyneke vir hulle hulp en leiding met hierdie projek.

'n Woord van dank ook aan die volgende instansies en persone: die Universiteit van Pretoria en die WNNR vir finansiële steun tydens die navorsing; my eggenoot Chris en my seun Werner, vir hulle geduld en ondersteuning; my moeder vir haar aanmoediging; mejj. H van Rensburg en I von Teichman vir hulle hulp; mev. S Venter vir die tik van die verhandeling; mej. H Visser vir haar hulp met fotografiese werk en bo alles;

AAN GOD MY DANK VIR SY GENADE

LITERATUURVERWYSINGS

BAIJNATH, H. 1983. Sexes in Sclerocarya caffra Sond. (Anacardiaceae). Proc. S.A. Ass. Bot. Ninth annual congress. Univ. of the Witwatersrand Johannesburg.

* BRINK, R.A. & COOPER, D.C. 1947. The endosperm in seed development. Bot. Rev. 13: 423-541.

* CODD, L.E.W. 1951. Plantkundige opname nommer 26. Pretoria: Die Staatsdrukker.

COETZEE, J. 1975. The pollen morphology of the South African Malvales and some taxonomical implications. Unpublished D.Sc. thesis, Univ. of Pretoria.

COETZER, L.A., ROBBERTSE, P.J. & GROBBELAAR, N. 1981. Morfologie van die sporoderm van Tylosema esculentum en T. fassoglense. S.A. Bot. 47(4): 769-781.

COPELAND, H.F. & DOYEL, B.E. 1940. Some features of the structures of Toxicodendron diversiloba. Am J. Bot. 27: 932-939.

COPELAND, H.F. 1955. The reproductive structures of Pistacia chinensis (Anacardiaceae). Phytomorphology 5: 440-449.

COPELAND, H.F. 1962. Observations on the reproductive structures of Anacardium occidentale. Phytomorphology 11(4): 315 - 325.

- CORNER, E.J.H. 1976. The seeds of Dicotyledons. Vol. 1
London: Cambridge.
- DAVIS, G.L. 1966. Systematic embryology of the Angio-
sperms. London: Wiley.
- * EAMES, A.J. 1961. Morphology of the Angiosperms. New
York: Mc. Graw-Hill.
- ERDTMAN, G. 1966. Pollen morphology and plant taxonomy
of the Angiosperms. New York: Hafner Publ. Co.
- ERDTMAN, G. 1969. Handbook of palynology. New York:
Hafner Publ. Co.
- ESAU, K. 1965. Plant Anatomy. 2nd edn. New York: Wiley.
- FAHN, A. 1969. Plant anatomy. London: Pergamon.
- FEDER, N. & O'BRIEN, T.P. 1968. Plant microtechnique: some
principles and new methods. Am. J. Bot. 55: 123-
142.
- FOSTER, A.S. & GIFFORD, E.M. 1974. Comparative morphology
of vascular plants. London: Freeman.
- GRUNDWAG, M. & FAHN, A. 1969. The relation of embryology
to the low seed set in Pistacia vera (Anacardia-
ceae) Phytomorphology 19: 225-235.
- * HEYWOOD, U.H. 1978. Flowering plants of the world. London:
Oxford Univ. Press.
- * HINDMARSH, G.J. 1964. Gametophyte development in Trifolium
pratense L. Aust. J. Bot. 12: 1-14

- * HOLTZHAUSEN, L.C., VAN DEN BERG, P.N. & STIPPEL, A.D. 1981. Die potensiaal en gebruike van die maroela (Sclerocarya caffra Sond.) Pretoria: Dept. Tuinboukunde U.P.
- * HUTCHINSON, J. 1926. The families of flowering plants. Vol. I: Dicotyledons. London: Clarendon.
- JOËL, D.M. & EISENSTEIN, D. 1980. A bridge between the ovule and ovary wall in Mangifera indica (Anacardiaceae). Acta Bot. Neerl. 29(3): 203-206.
- JOHANSEN, D.A. 1940. Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill.
- JULIANO, J.B. & CUEVAS, N.L. 1932. Floral morphology of the mango (Mangifera indica Linn.) with special reference to the Pico variety from the Philippines. Philip. Agric. 21: 449-472.
- JULIANO, J.B. 1934. Origin of embryos in the Strawberry mango. Philip. Journ. Sci. 54(4): 553-561.
- JULIANO, J.B. 1937. Embryos of Caraboa mango (Mangifera indica Linn.) Philip. Agric. 25: 749-757.
- KAPIL, R.M., BOR, J. & BOUMAN, S. 1980. Seed Appendages in Angiosperms. I Introd. Bot. Jahr. Syst. 104 (4) 555-573.
- KIRKWOOD, J.E. 1907. Some features of pollen-formatic in the Cucurbita. Bull Torey bot. Cl. 34: 221-242.
- KOKWARO, J.O. & GILLETT, J.B. 1980. Notes on the Anacardiaceae of Eastern Africa. Kew Bull. 34: 745-760.

- * LAWRANCE, H.M. 1951. Taxonomy of vascular plants. New York:
The Macmillan Co.
- * LEISTNER, O.A. & MORRIS, J.W. 1976. South African place names.
Ann. Cape Prov. Mus. 12: 1-565.
- * LETTY, C. 1980. Ons eie boomboek. Kaapstad: Nas. Pers
Tafelberg Uitg. Bpk.
- MAHESHWARI, P. 1950. An introduction to the embryology of
Angiosperms. New York: Mc Graw-Hill.
- * MUSTARD, M.J. & LYNCH, S.J. 1946. Flower bud formation and
development in Mangifera indica. Bot. Gaz. 108:
136-140.
- O'BRIEN, T.P. & McCULLY, M.E. 1981. The study of plant
structure principles and selected methods.
Wantirna Victoria: Termaccurphi (Pty.) Ltd.
- * O'BRIEN, T.P. & von TEICHMAN, I. 1974. Aid in the clearing
of plant specimens. Stain technol. 49: 175-176.
- * PALGRAVE, K.C. 1977. Trees of Southern Africa. Cape Town:
C. Struik.
- PALMER, E. & PITMAN, N. 1972. Trees of South Africa Vol II
Cape Town: Balkema.
- PEACOCK, H.A. 1966. Plant microtechnique. London: Arnold.
- PIENAAR, R. de V. 1955. Combinations and Variations of
techniques for improved chromosome studies in
Graminae. Jl S. Afr. Bot. 21: 1-8.
- PHILIPS, E.P. 1951. The genera of South African flowering
plants. 2nd edn. Pretoria: Government Printer.

- QUINN, P.J. 1959. Foods and feeding habits of the Pedi.
Johannesburg: Witwatersrand University Press.
- REDELINGHUYS, H.J., WESSELS, F.J. & HEINEN, E.A. 1976. Die
tegnologiese en ekonomiese potensiaal van maroelasap-
vervaardiging. S.A. Food Review. 3: 75, 77, 79, 81&85.
- ROTH, I 1977. Fruits of Angiosperms. In: Zimmerman, W.,
Carlquist, S., Ozenda, P. & Wuff, H.D. (eds.).
Handbuch der Pflanzenanatomie.
- SACHAR, R.C. & CHOPRA, R.N. 1957. A study of the endosperm
and embryo in Mangifera L. Indian J. Agric. Sci.
28: 219-228.
- SEDGLEY, M. 1976. Control by the embryosac over pollen tube
growth in the style of the avocado (Persea ame-
ricana Mill.). New Phytol. 77: 149-152.
- * SHARMA, M.R. 1954. Studies in the family Anacardiaceae -
I Vascular anatomy of the flower of Mangifera
indica L. Phytomorphology 4: 201-208.
- SHONE, A.K. 1979. Notes on the marula. Buletin 58. Pretoria:
Die Staatsdrukker.
- * SIDMAN, R.L., MOTTLA, P.A. & FEDER, N. 1961. Improved poly-
ester wax embedding for histology. Stain Technol.
36: 279-284.
- * TAKHTAJAN, A. 1961. Flowering plants: Origin and dispersal.
Uit Russies vertaal deur JEFFREY, C. 1969. In
KOK, P.D.F., VAN WYK, A.E. & GROBBELAAR, N. 1980.
Anthophyta (Blomplante) U.P. Dept. Plantkunde
(Ongepubliseer).

- * VAN WYK, P. 1974. Bome van die Nasionale Krugerwildtuin.
Deel II. Johannesburg: Perskor Uitgewery.
- * VASIL, I.K. 1960. Studies on pollen germination of Cucurbitaceae. Am. J. Bot. 47: 239-247.
- VARGHESE, T.M. & GROVER, R.K. 1972. Vistas in plant sciences
Vol II. Hissar: International Bio-science Publishers.
- * VON TEICHMAN UND LOGISHEN, I. & ROBBERTSE, P.J. 1981. The
subterranean intermediary organs of Dioscorea
cotinifolia Kunth. 2. Anatomy of these organs
in comparison with that of a typical root and
shoot Jl. S.Afr. Bot. 47: 637-651.
- * Literatuur gesien maar nie gesiteer.

CURRICULUM VITAE

ESTELLE VAN DER MERWE (geb. Wessels) is op 12 Mei 1950 te Middelburg, Transvaal gebore en matriculeer in 1968 aan die Middelburgse Hoërskool.

In 1969 skryf sy in aan die Universiteit van Pretoria en behaal in 1971 die B.Sc graad met Plantkunde en Genetika as hoofvakke. Vanaf 1972 tot 1978 is sy werksaam as Vak-kundige by Plant- en Saadbeheer, Roodeplaat. In 1974 sit sy haar studies in Plantkunde voort aan die Randse Afrikaanse Universiteit waar sy in 1975 die B.Sc. (Hons.) graad verwerf.

Sedert 1981 is sy voltyds ingeskryf vir die M.Sc.-graad in Plantkunde by die Universiteit van Pretoria.