

'N FENOLOGIESE STUDIE VAN DIE PLANTEGROEI
VAN DIE ROODEPLAATDAM-NATUURRESERVAAT

DEUR

NOEL VAN ROOYEN

VOORGELÊ TER VERVULLING VAN 'N DEEL
VAN DIE VEREISTES VIR DIE GRAAD

DOCTOR SCIENTIAE

IN DIE FAKULTEIT WIS- EN NATUURKUNDE
(DEPARTEMENT PLANTKUNDE)
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA
PRETORIA

PROMOTOR : PROF. DR. G.K. THERON
MEDE-PROMOTOR: PROF. DR. N. GROBBELAAR

1984



2538114

OPGEDRA AAN GRETEL, EUGENE EN RIAAN

INHOUDSOPGAWE

1.	INLEIDING	1
2.	DIE ROODEPLAATDAM-NATUURRESERVAAT	3
3.	DIE PLANTGEMEENSKAPPE	52
4.	FENOLOGIE	80
5.	EKOFISIOLOGIE	227
6.	SAMEVATTENDE BESPREKING EN GEVOLGTREKKINGS	366
7.	OPSOMMING	374
	SUMMARY	
8.	DANKBETUIGINGS EN CURRICULUM VITAE	380
9.	PLANTSPESIELYS	382
10.	LITERATUURLYS	395

HOOFSTUK I

INLEIDING

Die Rooideplaatdam-natuurreservaat staan onder die beheer van die Afdeling Natuurbewaring van die Transvaalse Provinsiale Administrasie en volgens Bigalke (1968) is die doelstellings van bogenoemde Afdeling om voorsiening te maak vir die bewaring en oordeelkundige benutting van die Provinsie se wilde diere en inheemse plante tot grootste voordeel van die huidige en toekomstige geslagte.

Om hierdie doelstellings te verwesenlik is 'n grondige kennis van die ekosisteem en meer spesifiek die onderlinge verwantskappe tussen die biotiese en abiotiese komponente noodsaaklik.

Fenologie is die wetenskap wat handel oor die periodisiteit van biologiese gebeurtenisse wat meesal verband hou met klimaat en ander omgewingsfaktore, en is van belang om die kompleksiteit van organisme-omgewingsinteraksies te openbaar (Newman & Beard 1962). Tot onlangs was die studie van periodiese verskynsels by plante en diere hoofsaaklik tot die waarneming van sigbare, opvallende verskynsels beperk. Die verwantskap tussen plantfisiologiese prosesse en fenologiese verskynsels lyk voor die hand liggend, maar die fisiologiese basis asook die induserende faktore van baie fenologiese verskynsels moet nog ontrafel word (Flint 1974).

Die fenologie van plante kan deur die omgewingsfaktore beheer word (eksogene beheer) of die periodisiteit is onder endogene beheer (Lieth 1974). Volgens Huxley & Van Eck (1974) is die fenologie van tropiese meerjarige plantsoorte onder sowel endogene as eksogene beheer, terwyl Borchert (1980) meen dat die groeiperiodisiteit van sommige tropiese bome slegs onder beheer van endogene prosesse is.

Vroeër was 'n beperkende faktor in die ontwikkeling van plant-ekofisiologie, die gebrek aan mikroklimatologiese inligting wat met plantreaksies verband hou. Ten spyte van pionierstudies

in mikroklimatologie, word vooruitgang nog steeds deur die beskikbaarheid van geskikte metodes vir kwantitatiewe veld=ondersoeke beïnvloed. Presiese metings van die fisiese omgewing van die plant en van die plantmetabolisme in die natuur, is belangrike voorvereistes vir ekologiese gevolgtrekkings. Die navorser word egter gekonfronteer deur baie tegniese en metodologiese probleme. Gedurende die afgelope 20 jaar is tegnieke egter ontwikkel wat die akkurate bepaling van byvoorbeeld blaartemperatuur, fotosintese- en transpirasietempo onder normale toestande in die veld moontlik maak (Lange *et al.* 1981).

Vir die beskrywing van plantegroei kan van onder andere fisionomiese, funksionele of strukturele eienskappe gebruik gemaak word. Fisionomie word deur Fosberg (1967) as die uiterlike voorkoms van plantegroei gedefinieer en dit sluit kenmerke in wat maklik sigbaar is, byvoorbeeld kleur en seisoensaspek. Funksie word vir kenmerke wat oënskynlik reaksies op of aanpassings aan omgewingsfaktore is, gebruik en word meesal aan periodisiteit gekoppel (Shimwell 1971). Die strukturele eienskappe van plantegroei hou met die ruimtelike verspreiding van die biomassa verband (Kershaw 1964).

Die doelstellings met hierdie studie was:

- i. die klassifisering van die plantegroei gebaseer op floristiese samestelling;
- ii. die analisering van die groei en ontwikkeling van die plante gebaseer op fenofases, morfologie en fisiologiese prosesse; en
- iii. die korrelering van die plantveranderlikes met die klimaat- en ander omgewingsfaktore.

HOOFSTUK 2

DIE ROODEPLAATDAM-NATUURRESERVAAT

2.1	<u>INLEIDING</u>	.....	4
2.2	<u>FISIOGRAFIE</u>	.....	6
2.3	<u>GEOLOGIE</u>	.....	6
2.4	<u>KLIMAAT</u>	.....	11
2.4.2	INLEIDING	.....	11
2.4.2	METODES	.....	14
2.4.3	RESULTATE	.....	17
2.4.3.1	<u>Sonstraling</u>	.....	17
2.4.3.2	<u>Daglengte, sonskynduur en wolkbedekking</u>	.....	20
2.4.3.3	<u>Temperatuur</u>	.....	23
	a. Lugtemperatuur	.....	23
	b. Grondtemperatuur	.....	25
2.4.3.4	<u>Reënval en ander vorme van neerslag</u>	.....	33
2.4.3.5	<u>Lugvogtigheid en grondvoggehalte</u>	.....	38
	a. Persentasie relatiewe lugvogtigheid	..	38
	b. Grondvoggehalte	.....	40
	c. pH van die grond	.....	42
2.4.3.6	<u>Potensiële evapotranspirasie</u>	.....	44
2.4.3.7	<u>Wind</u>	.....	49

HOOFSTUK 2

DIE ROODEPLAATDAM-NATUURRESERVAAT2.1 INLEIDING

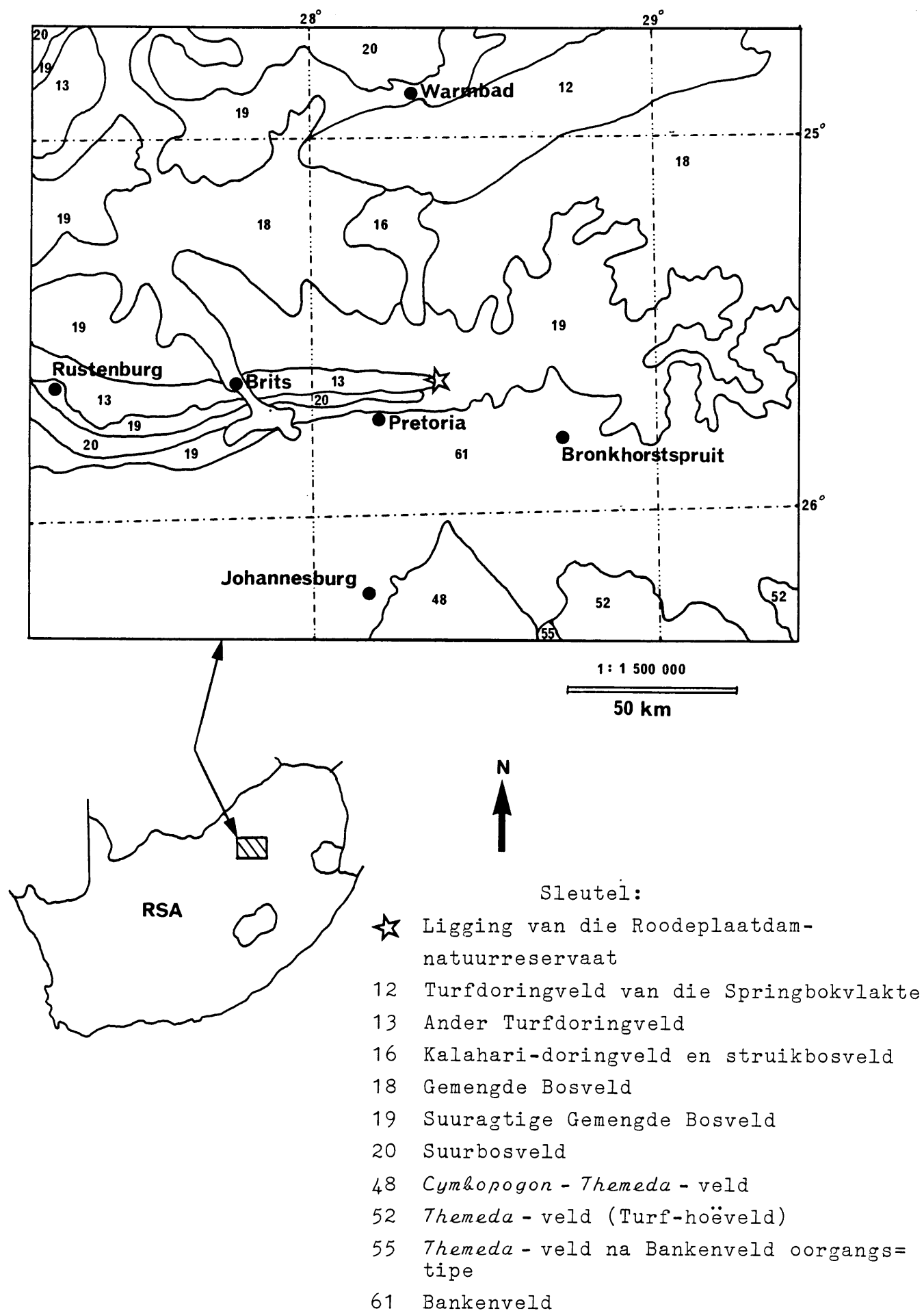
Die Roodeplaatdam-natuurreservaat is in die sentrale gedeelte van Transvaal, ongeveer 22 km noordoos van Pretoria, by 25°38' suiderbreedte en 28°21' oosterlengte, geleë (Figure 2.1, 2.2 & 2.3).

In 1972 is die Roodeplaatdamgebied deur die destydse Departement Waterwese aan die Afdeling Natuurbewaring van die Transvaalse Provinsiale Administrasie oorgedra, sodat die gebied daadwerklik as natuurreservaat en buitelugontspanningsoord vir die groot stedelike bevolking van die Rand en Pretoria, ontwikkel kon word (Oates 1977).

Die Roodeplaatdam-natuurreservaat is in 1977 ingevolge die bepaling van Artikel 3 van die Ordonansie op Natuurbewaring, 1967 (Ordonansie 17 van 1967) met ingang van 1 Mei 1977 geproklameer (Administrateurskennisgewing 648 van 25 Mei 1977). Die reservaat beslaan 'n oppervlakte van 1 695 ha, waarvan 395 ha deur die dam by hoogwater, beslaan word (Oates 1977).

Die gebied rondom die dam word hoofsaaklik in vier streke (Figuur 2.3 a - d) onderverdeel, naamlik:

- a. die westelike ontspanningsgebied vir hengelaars en roeibote;
- b. die noordelike ontspanningsgebied vir seil- en motorbote;
- c. die noordoostelike ontspanningsgebied vir Kleurlinge en Asiërs; en
- d. die suidoostelike natuurlike gebied wat as wild-, plantegroei- en voëlreservaat bestuur word.



Figuur 2.1 Veldtipekaart van die Roodeplaatdam-omgewing

(Acocks, 1953)

2.2 FISIOGRAFIE

Die Roodeplaatdam-natuurreservaat is tussen ongeveer 1 220 m en 1 280 m bo seespieël geleë en die golwende landskap word deur enkele lae rante, dreineringsweë en die damwateroppervlak, afgewissel (Figuur 2.2). Die hoogste terreine kom in die suidoostelike deel van die reservaat voor, terwyl die laagste gedeeltes by watervlak op 'n hoogte van ongeveer 1 220 m bo seespieël geleë is.

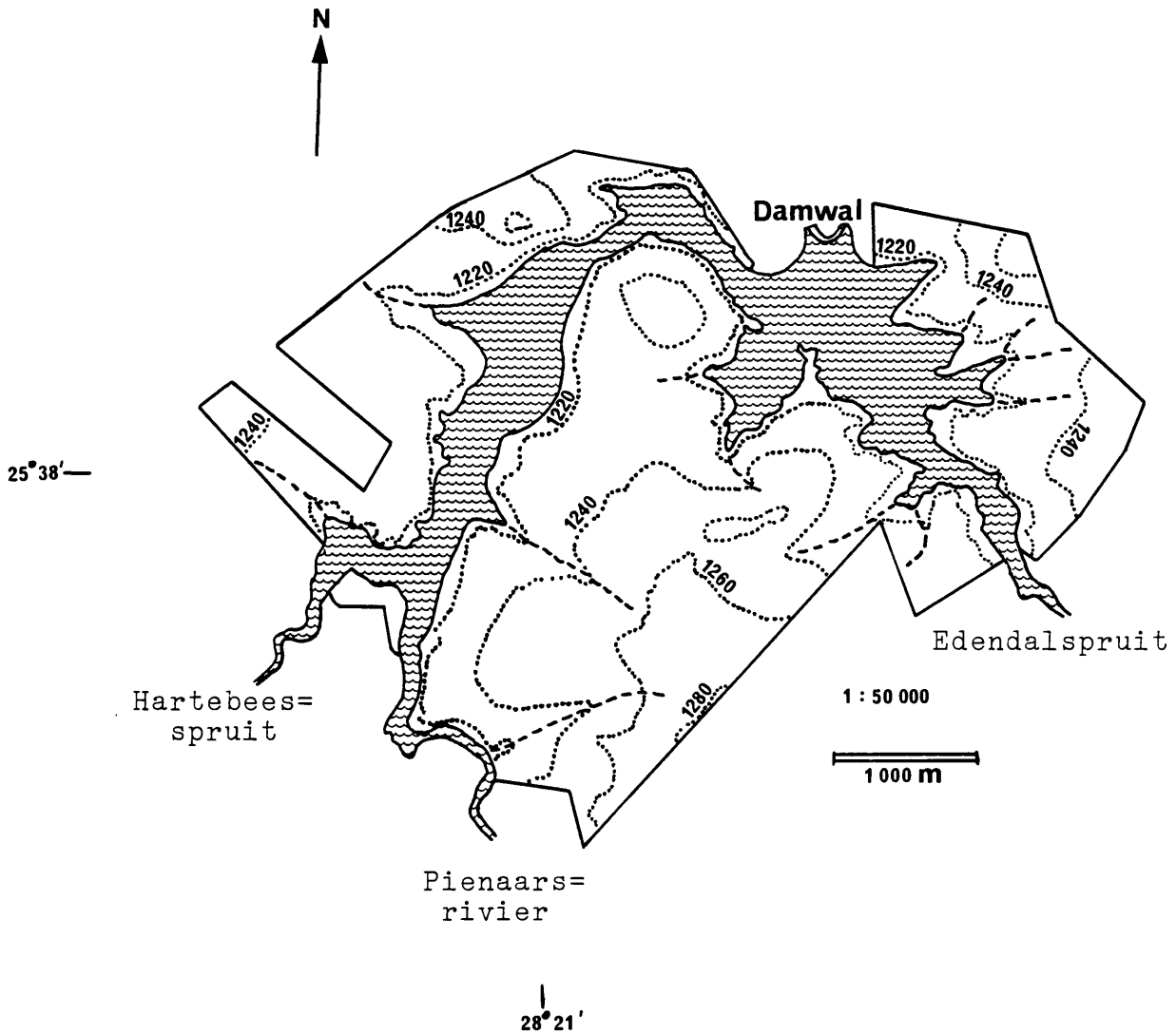
Die hoof watervoedingsbron van die Roodeplaatdam is die Pienaarsrivier, met die Hartebeesspruit en Edendalspruit as twee ander belangrike toevoerstrome. Enkele, meesal droë spruite het hul oorsprong in die reservaat en hul bydrae tot watervoorsiening aan die dam is minimaal (Figuur 2.2).

2.3 GEOLOGIE

Die geologie van die Roodeplaatdam-natuurreservaat word in Figuur 2.4 aangetoon (Kyk ook Hoofstuk 3).

Die suidelike en sentrale gedeelte van die reservaat word hoofsaaklik deur gemetamorfiseerde sedimentêre gesteentes (kwartsiete, horingfelse en kalksilikate) van die Transvaalsupergroep bedek. Hierdie gesteentes is deur noriet- en diabaasplate binnegedring, gevolg deur die magma van die Bosveldkompleks. Laasgenoemde het dan bogenoemde metamorfose van die ouer sedimentêre gesteentes veroorsaak.

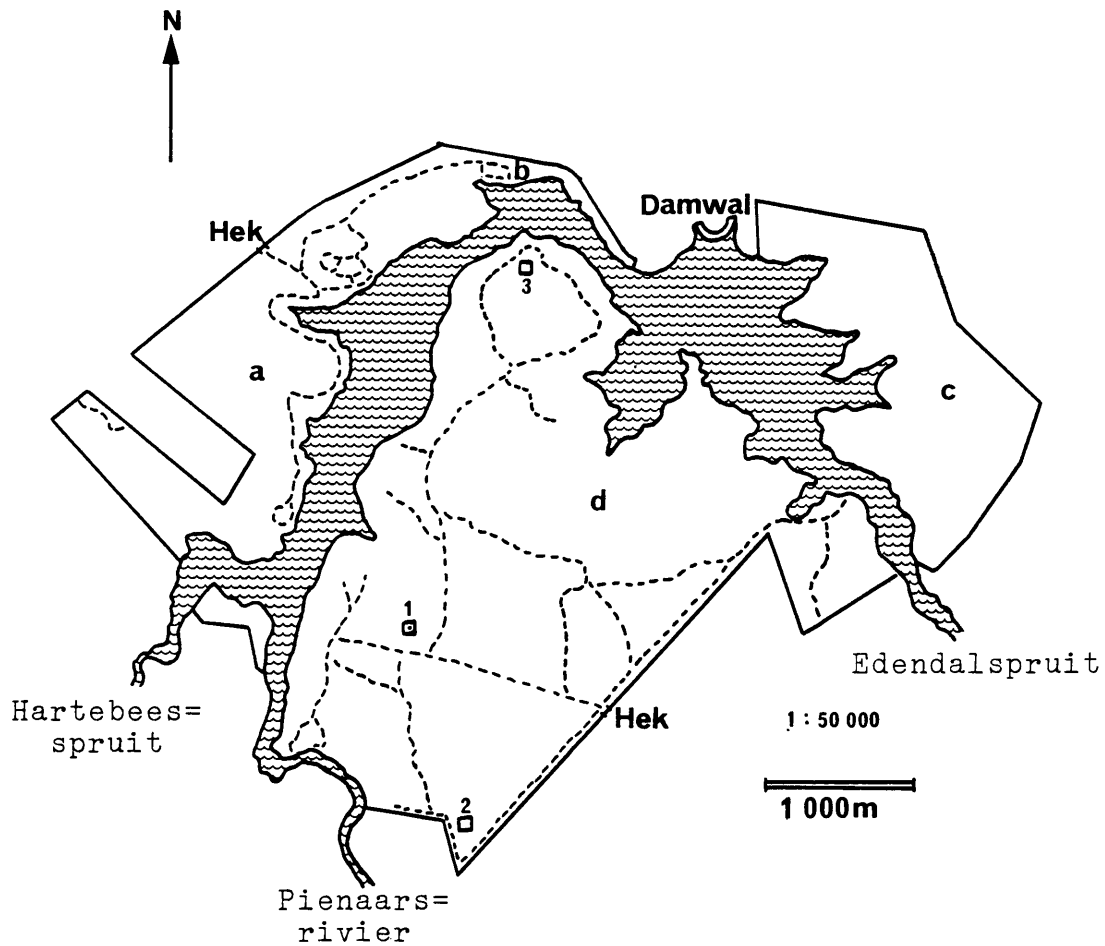
Gabbroïese gesteentes van die Bosveldkompleks vorm die westelike en sentrale gedeeltes van die reservaat. Lae van rooi ysteroksiedryke konglomerate, sandstene en skalies van die Waterberggroep strek oor die gebied deur die noordelike gedeelte van die dam. Die vulkaniese gesteentes van die Roodeplaatsuite en geassosieerde plate sny oor die genoemde ouer gesteentes en dagsom ook in die noordelike deel van die reservaat. Intrusiewe gesteentes van die Leeuwfontein=suite sny weer op hulle beurt deur al die ander gesteentes, en maak 'n propvormige liggaam asook plate en gange in die



Sleutel:

- Spruite
- Grens van die reservaat
- ..1220... Kontouerlyne en hoogte bo seespieël in meter (20 meter kontouerinterval)

Figuur 2.2 Die topografie en dreinerings van die Roodeplaatdam-natuurreservaat (Nageteken vanaf kaart: 2528CB SILVERTON 1975 1:50 000 4^e uitgawe, Staatsdrukker Privaatsak X85 PRETORIA).















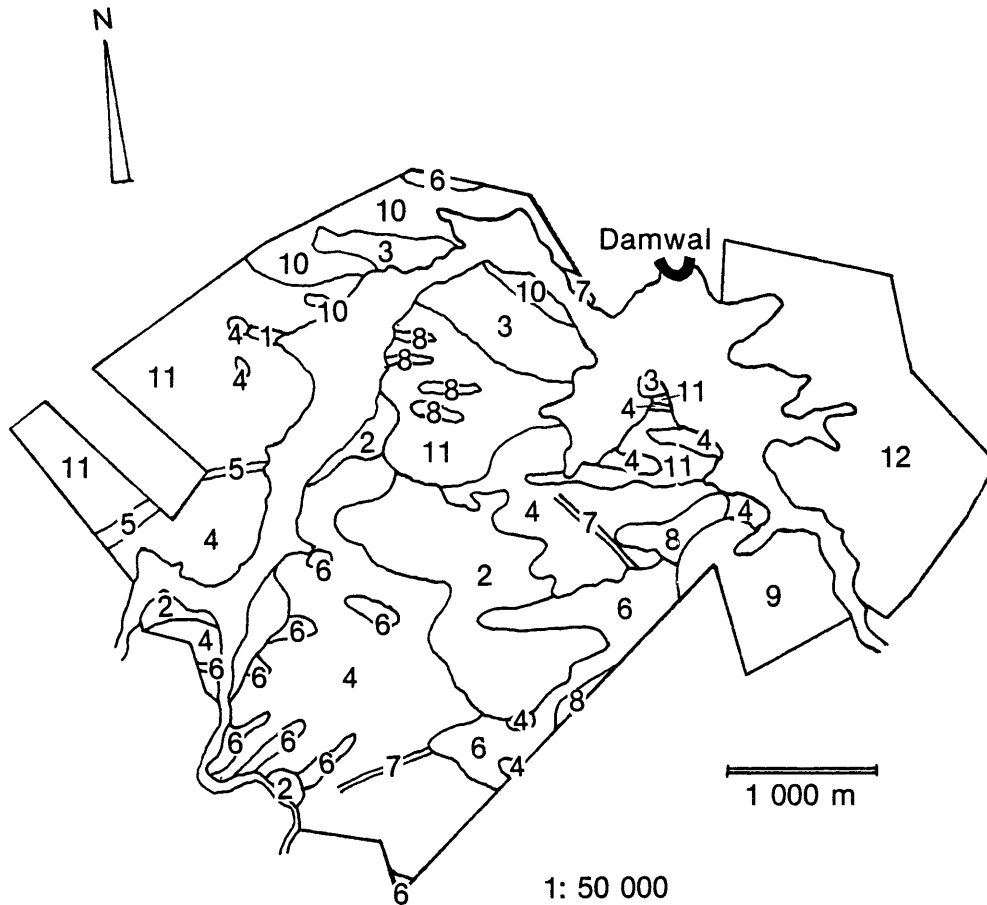
Sleutel:

- Tydelike weerstasie in hoofperseel (1)
- ▣ Fenologie-studiepersele: 1 Hoofperseel
2 *Burkea* sp.-perseel
3 *Combretum* sp.-perseel
- Paaie
- Grensheining
- a-d** Kyk afdeling 2.1
- ~~~~~ Watermassa van dam

Figuur 2.3 Kaart van die Roodeplaatdam-natuurreservaat om paaie en die ligging van die intensiewe studiepersele aan te dui.

Sleutel

- | | | | | |
|-----------------------|---|--|---|--------------------------|
| 1. |  | Alluvium | } | Resente
afsettings |
| 2. |  | Grond, sand, gruis,
puin, ferrikreet, silkreet | | |
| 3. |  | Kwartsiet, kwartsitiese sandsteen,
grintsteen, skalie, konglomeraat | } | Waterberg-
groep |
| 4. |  | Kwartsiet gedeeltelik veldspaties,
subgrouwak plek-plek met skalie, horingfels,
lawā en dolomitiese kalksteen | | |
| 5. |  | Horingfels | } | Transvaal-
supergroep |
| Intrusiewe gesteentes | | | | |
| 6. |  | Diabaas, kwartsdiabaas, granofiriese basiese
gesteentes, granofier, doleriet, gabbro, e.a. | } | Ongediffe-
rensieerd |
| 7. |  | Gange van foyaïet, siëniëtporfier | | |
| 8. |  | Hibridiese en gemetasomatiseerde en siëni-
tiese gesteentes (pseudofelsiet, geveldspati-
seerde kwartsiet, mikrosiëniëtië) | } | Leeuwfon-
teinsuite |
| 9. |  | Foyaïet, urtiet, jacupirangiet, fonoliet,
siëniëtië, umptekiet, sienodioriet (akeriet) | | |
| 10. |  | Tragiet, tragiandesiet, felsiet | } | Rooode-
plaatsuite |
| 11. |  | Ferrogabbro en ferrodioriet met
magnetitietbande en liggame | | |
| 12. |  | Gebied onder beheer van die Raad van Open-
bare Oorde, Transvaalse Provinsiale Admini-
strasie | } | Bosveld-
kompleks |



Figuur 2.4 'n Geologiese kaart van die Roodeplaatdam-natuurreservaat. Die terminologie is aangepas volgens S.A.C.S. (1980). (Nageteken vanaf geologiese kaart: Geologiese reeks 2528CB 1: 50 000 SILVERTON Staatsdrukker, PRETORIA 1973).

oostelike deel van die reservaat.

Reaksie tussen vloeistowwe vanaf die Leeuwfonteinsuite en ouer gesteentes het hibridiese gesteentes tot gevolg gehad.

Resente alluviale en residuele gronde bedek groot areas van die sentrale gedeelte van die reservaat.

2.4 KLIMAAT

2.4.1 INLEIDING

Die makroklimaat van 'n gebied word as die gemiddelde langtermynfluktuasies van atmosferiese faktore soos reën, temperatuur, sonstraling en wind beskou (Larcher 1980). Afhangende van die fisiografie, en die digtheid, hoogte en tipe plantegroei, kan individuele klimaatstreke van verskillende omvang onderskei word.

Alle weerkundige elemente toon vertikale veranderinge bo grondvlak asook horisontale veranderinge oor kort afstande. Die kleiner variasies word deur die aard en voggehalte van die grond, klein verskille in helling asook plantegroei beïnvloed (Geiger 1965). Hierdie mikroklimaat is dus die klimaat van die luglaag naby die grond tot op 'n hoogte waar die geaardheid van die onderliggende oppervlak nie meer die meso- of makroklimaat beïnvloed nie.

Die Roodeplaatdam-natuurreservaat is in die Noord-Transvaalse (NT) klimaatstreek van die Suid-Afrikaanse Weerburo, geleë (Schulze 1965). Die klimaat word as halfdor tot warm, met 'n gemiddelde jaarlikse reënval van 380 mm tot 700 mm beskryf.

Köppen en Thornthwaite se klassifikasies van klimaat is hoofsaaklik op reënval en temperatuur gebaseer (Schulze 1947). Volgens die indeling van Köppen val die studiegebied in 'n klimaatstreek wat deur die simbole Cwa aangedui word,

waar:

C - warm gematigde klimaat

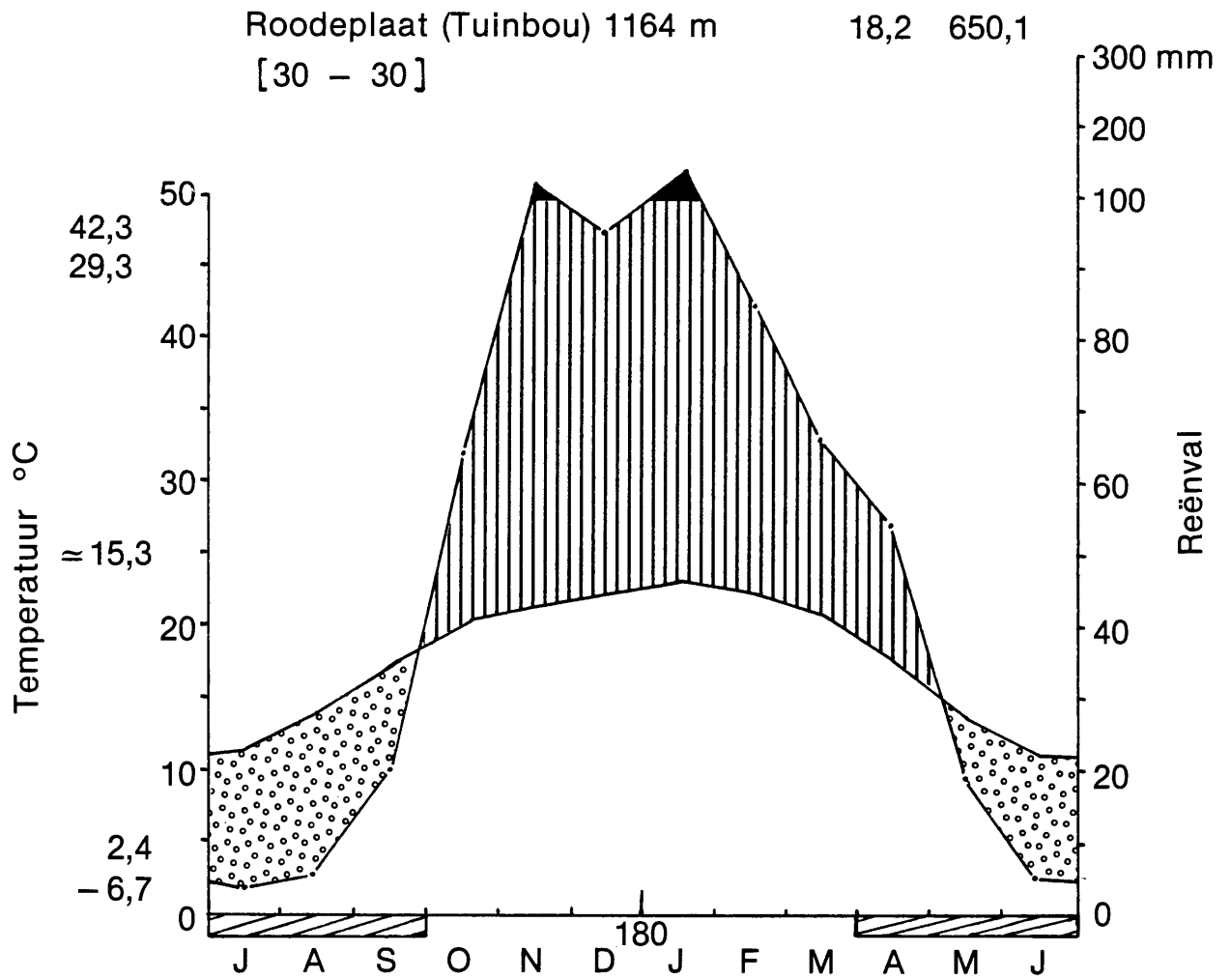
w - droë seisoen in die winter

a - gemiddelde temperatuur van die warmste maand oorskry 22°C .

Volgens Thornthwaite (Schulze 1947) se indeling (CB'd) val die studiegebied in 'n semi-vogtige (C) warm (B') klimaat waar 'n vogtekort in al die seisoene voorkom (d) (Kyk afdeling 2.4.3.6).

Kenmerkend van die klimaat van die studiegebied is die warm vogtige somers (veral November tot Januarie) en koue droë winters (veral Mei tot Augustus) en 'n gemiddelde jaarlikse reënval en temperatuur van onderskeidelik $650,1$ mm en $18,2^{\circ}\text{C}$ (Figuur 2.5). 'n Uitsonderlike verskynsel is die twee pieke baie vogtige periodes (reënval >100 mm per maand) wat in November en Januarie aangetref word. Die droë periode strek min of meer vanaf Mei tot September met Julie die droogste maand. Uiterste temperature wat al aangeteken is, wissel van 'n maksimum van $42,3^{\circ}\text{C}$ (Oktober 1954) tot 'n minimum van $-6,7^{\circ}\text{C}$ (Junie 1964). Die rypvrye periode strek vanaf Oktober tot Maart (Figuur 2.5).

Volgens Schulze & McGee (1978) noem Watts in 1971 vier faktore wat potensieel beperkend vir die groei van plante kan wees, naamlik klimaat, topografie, grond en biotiese faktore. Van hierdie vier is die beperkings wat klimaat daarstel die belangrikste, aangesien plante direk of indirek van die weerstoestande vir sekere voedingstowwe, suksesvolle groei en voortplanting, afhanklik is. Die klimaatsfaktore wat van die grootste belang in plantontwikkeling is, byvoorbeeld lig, temperatuur en vog, tree gesamentlik op in hul invloed op plantgemeenskappe, maar elkeen varieer op subkontinentale sowel as meso- en mikroskaal (Schulze & McGee 1978).



Figuur 2.5 Klimaatdiagram vir Roodeplaat (Tuinbou) volgens Walter (1963) se konvensie (Kyk ook Figuur 2.12).

2.4.2 METODEDES

Die klimaatgegevens wat vir die Roodeplaatdam-natuurreservaat gebruik word, is van drie weerstasies afkomstig, naamlik:

- a. Die weerstasie by die Roodeplaat Tuinbou-navorsingstasie nr. 513/605; $\phi = 25^{\circ}35' S$; $\lambda = 28^{\circ}21' 0$; H (hoogte bo seespieël) = 1 164 m. Hierdie weerstasie is ongeveer 4 km noord van die tydelike weerstasie (c) geleë. Die meeste langtermyn en korttermyn klimaatgegevens van hierdie weerstasie (Roodeplaat Tuinbou) is deur die Afdeling Agrometeorologie van die Navorsingsinstituut vir Grond en Besproeiing, Pretoria van die Departement Landbou, beskikbaar gestel. Bykomende klimaatgegevens is uit die volgende publikasies verkry: Weerburo (1956; 1965; 1968 en 1974) en Schulze (1965).
- b. Die weerstasie in Pretoria nr. 513/405A; $\phi = 25^{\circ}45' S$; $\lambda = 28^{\circ}14' 0$; H = 1 369 m.
- c. Die tydelike weerstasie wat op die Roodeplaatdam-natuurreservaat in die hoofstudieperseel (Figuur 2.3) volgens standaard Weerburopesifikasies opgerig is (Whitmore 1975), en waar klimaatgegevens vanaf September 1979 tot Oktober 1982 ingewin is. $\phi = 25^{\circ}38' S$; $\lambda = 28^{\circ}21' 0$; H = 1 240 m.

Tydens die insameling van klimaatgegevens in die hoofstudieperseel is van die volgende apparaat gebruik gemaak:

Sonstraling

Globale straling (= direk + diffuus; 400 - 3 000 nm):

Li-Cor piranometriese sensor^a.

Fotosintetiese aktiewe straling (= FAS = sigbaar; 400 - 700 nm):

Li-Cor kwantumsensor^a.

Registreerder: Li-Cor Model LI-185-kwantum-, radio- en fotometer^a.

Sonstralingslesing is geneem om saam te val met die bepaling van onder andere fotosintese- en transpirasietempo (Kyk Hoofstuk 5). Die sensors is waterpas op 'n hoogte van

^aLi-Cor Bpk. Posbus 4425, Lincoln, Nebraska VSA.

900 mm op driepootstaanders in 'n blootgestelde posisie in kort grasveld gemonteer. Die gegewens vir die hoofstudieperseel is tydens verskillende tye van die dag en op verskillende datums deur die jaar, op sover moontlik helder wolklose dae, ingesamel.

Temperatuur

In die Stevensonskerm is die volgende apparaat geïnstalleer:

- 'n standaard termometer op 1,2 m hoogte;
- 'n "maksimum" kwiktermometer met die bol 1,47 m bo die grondoppervlak en 10 mm laer as die teenoorgestelde punt van die termometer;
- 'n "minimum" alkoholtermometer, horisontaal gemonteer, met die bol 1,27 m bo die grondoppervlak, 200 mm laer as die maksimum kwiktermometer en 175 mm bokant die voorste bodemplank; en
- 'n termohigrograaf.

Afsonderlik van die Stevensonskerm is 'n geotermohigrograaf met die sensors op 300 mm gronddiepte geïnstalleer.

In een van die bosgroepe met 'n byna geslote kruinbedekking, aanliggend aan die grasveld, is die volgende apparaat geïnstalleer:

- 'n termograaf met 'n enkele termokoppel aan 'n verlengstuk wat op 10 mm gronddiepte geplaas is; en
- 'n termograaf met twee termokoppels aan verlengstukke, wat onderskeidelik op 100 mm en 300 mm gronddiepte geplaas is.

Reënval

Reënval is met behulp van 'n standaard reënmeter van 1,2 m hoogte en 'n opvangdeursnee van 127 mm, asook 'n hewel outografiese reënregistreerder van 1,2 m hoogte en 'n opvangdeursnee van 203 mm, aangeteken.

Lugvochtigheid en grondvoggehalte*Lugvogtigheid*

Die relatiewe persentasie lugvogtigheid is in die Stevensonskerm met behulp van 'n termohigrograaf bepaal. Korrigering van die higrograaflesings is weekliks met behulp van 'n Assman-waaiertipe psigrometer gedoen.

Die relatiewe persentasie vogtigheid van die grondatmosfeer is met behulp van 'n geotermohigrograaf op 300 mm gronddiepte bepaal.

Grondvoggehalte en pH

Die voggehalte van die grond vir die tydperk September 1980 tot Augustus 1981 is bepaal deur grondmonsters met behulp van 'n Eyckelkamp-grondboor^a te neem en die grondmonsters dadelik lugdig in metaalblikke te verseël. Die massa van die leë blikke is vooraf bepaal. Die varsmassa van die grond is dan dadelik bepaal en die monsters is daarna tot 'n konstante massa (ten minste 72 uur) by ongeveer 105°C gedroog, waarna die droëmassa weer bepaal is. Die verlies aan massa is op 'n droëmassa basis soos volg uitgedruk:

$$\% \text{ Grondvoggehalte} = \frac{\text{varsmassa} - \text{droëmassa}}{\text{droëmassa}} \times 100$$

Tydens elke monsternemingsdatum is daar vyf grondmonsters elk tot op 100 mm diepte in die kort grasveld en vyf monsters elk tot op 100 mm en van 100 - 200 mm diepte in 'n bosgroep, geneem. Die rede vir die neem van monsters op twee dieptes in die bosgroep is dat 'n besonder dik laag (≈ 100 mm) organiese materiaal soms voorkom. Opeenvolgende monstergate is in dieselfde omgewing, maar ten minste 0,25 m uitmekaar geboor.

Die vogwaardes van die grondmonsters by 30 kPa (\approx veldkapasiteit) en by 1 500 kPa (\approx permanente verwelkingspunt) is vir die drie lokaliteite bepaal. Die bepalings is deur A. Claassens

^aH.J. Eyckelkamp & Sons, Rivierweg 1, Lathum, Holland.

van die Departement Grondkunde en Plantvoeding van die Universiteit van Pretoria gedoen.

Die pH van bogenoemde grondmonsters is terselfdertyd bepaal. 'n Suspensie van 20 g grond (deur 2 mm maasgrootte grondsif gesif) in 50 cm³ gedistilleerde water is opgemaak (F.S.S.A. 1974). Die 1:2,5 grond:watersuspensie is geroer, vir ten minste 60 minute gelaat en weer voor die lesing geneem is, geroer. Metings is met behulp van 'n T & C^a 1004 pH-meter met glaselektrode geneem.

Wind

Die windsnelheid is op bepaalde tye (Kyk Hoofstuk 5) met behulp van 'n Lambrecht waaiertipe anemometer bepaal deur die anemometer op 2 m hoogte loodreg teen die heersende wind te hou, en die windspoed op die registreerder direk af te lees. Die windrigting is geskat.

2.4.3 RESULTATE

2.4.3.1 Sonstraling

Alle lewe op aarde word deur energie wat deur die son uitgestraal word en die biosfeer binnevloei, moontlik gemaak (Geiger 1965; Schulze 1965; Larcher 1980) en is dikwels die sleutelaandrywingskrag in ekologiese prosesse (Brock 1981). Selfs die relatief klein hoeveelheid stralingsenergie wat in die vorm van latente chemiese energie deur die proses van fotosintese deur plante gebind word, is meesal genoegsaam om die biomassa asook die lewensprosesse van alle lede van die voedselketting te onderhou (Larcher 1980). Die grootste gedeelte van die geabsorbeerde sonstralingsenergie word onmiddellik in hitte omgeskakel, 'n gedeelte hiervan lei tot 'n verhoogde tempo van waterverdamming en die res veroorsaak 'n verhoging in die temperatuur van die aardoppervlak en aanliggende streke.

^aTauber & Corssen, Posbus 1366, Johannesburg 2000

Lig is by verskeie belangrike biologiese prosesse en verskynsels soos byvoorbeeld fotosintese, fotoperiodisme en blaarval betrokke. Faktore soos breedtegraad, aard van die terrein, hoogte bo seespieël, sonskynduur, atmosferiese vog, bewolkeheid en stof in die atmosfeer het almal 'n invloed op die hoeveelheid sonstraling wat 'n spesifieke lokaliteit ontvang (Schulze & McGee 1978; Larcher 1980).

By die buitenste grens van die aarde se atmosfeer is die intensiteit van sonstraling volgens Larcher (1980) $1\,390\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (= die sonkonstante). Volgens Brock (1981) is die sonkonstante die energie wat per tydseenheid by die aarde se gemiddelde afstand vanaf die son, buite die atmosfeer ontvang word. Volgens die jongste berekeninge word die sonkonstante gelyk aan $1\,353\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ gestel (= $1,940\text{ cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ of $4,871\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$) (Brock 1981).

In die studiegebied wissel die persentasie globale straling wat die aardoppervlak bereik (gemiddelde totale straling as persentasie van die inkomende totale straling by die bogrens van die atmosfeer) van 57,2 % vir Desember en Januarie tot 67,4 % vir Augustus (Tabel 2.1). Die diffuse straling wissel van 12,7 % in Mei tot 19,8 % in Desember. Onderdrukking (demping, attenuering) van direkte straling deur die atmosfeer word teweeggebring as gevolg van:

die absorbering en verspreiding van die strale deur vaste deeltjies wat in die atmosfeer gesuspendeer is en deur die absorpsie van strale deur gasse soos osoon, waterdamp en koolstofdiksied (Brock 1981).

Volgens Schulze & McGee (1978) word 'n totale daaglikse irradiansie van $290\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ en hoër in die somer op wolklose dae, algemeen verkry. Vir Roodeplaat (Tuinbou) wissel die maandelikse maksimum van die daaglikse totale waardes, vir globale straling, van $188\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ in Junie tot $384\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ in November (Tabel 2.1).

Die totale inkomende straling by die hoofstudieperseel toon 'n duidelike fluktuasie met die hoogste waardes in Desember tot Februarie, en die laagste waardes in Junie tot September

Tabel 2.1 Sonstraling: maandelikse maksimum en gemiddeldes van daaglikse totale waardes ($W.m^{-2}$) vir globale en diffuse straling (Weerburo 1968) en gemiddelde maandelikse sonstraling by die bogrens van die atmosfeer (Schulze 1965). (Weerstasies a en b, kyk afdeling 2.4.2.)

By bogrens van atmosfeer (x) (Pretoria)	GLOBALE STRALING				DIFFUSE STRALING		
	By aardoppervlak				By aardoppervlak		
	Maksimum (Roode=plaat)	Gemiddelde (y) (Roode=plaat)	% wat aard=oppervlak bereik (y/x x 100) (Roodeplaat)		Maksimum (Roode=plaat)	Gemiddelde (z) (Roode=plaat)	% wat aard=oppervlak bereik (z/x x 100) (Roodeplaat)
η^a	η^a	η^a	η^a	η^a	η^a	η^a	
JAN	491	380	281	57,2	167	84	17,1
FEB	455	356	272	59,8	202	83	18,2
MRT	400	331	241	60,3	142	68	17,0
APR	335	267	204	60,9	104	49	14,6
MEI	275	232	180	65,5	79	35	12,7
JUN	240	188	161	67,1	74	32	13,3
JUL	255	211	169	66,3	116	35	13,7
AUG	304	249	205	67,4	95	41	13,5
SEP	369	311	244	66,1	115	53	14,4
OKT	432	347	269	62,3	155	73	16,9
NOV	476	384	276	58,0	164	88	18,5
DES	495	380	283	57,2	176	98	19,8

^a Waarnemingstydperk (jare)

Tabel 2.2 Maksimum daglengte, uiterste maksimum en minimum sonskynduur aangeteken en die gemiddelde daaglikse sonskynduur in uur sowel as die gemiddelde aantal dae met verskillende sonskynduur by Roodeplaat (Tuinbou) (Schulze 1965; N.I.G.B. 1982). (Weerstasie a, kyk afdeling 2.4.2.)

Maksimum daglengte (uur)	Uiterstes (Sonskynure)		Gemiddelde daaglikse sonskynduur (uur)		Gemiddelde aantal dae met die volgende % sonskynduur (tot naaste 1 %)					
	Maksimum (uur)	Minimum (uur)	Werklike duur	% van die maontlike	Geen	1-10	11-49	50-89	90-100	
	(25) ^a	(25) ^a	(25) ^a	(25) ^a	(5) ^a	(5) ^a	(5) ^a	(5) ^a	(5) ^a	
JAN	13,6	13,3	0	8,2	60	0,6	1,2	6,0	18,2	5,0
FEB	13,0	13,0	0	8,2	63	0,6	2,6	7,8	11,8	5,4
MRT	12,3	12,0	0	7,8	63	0,2	1,4	8,1	15,7	5,6
APR	11,5	11,5	0	7,9	69	0,8	0,0	2,8	16,4	10,0
MEI	10,9	10,9	0	8,6	79	0,6	0,6	1,8	12,8	15,2
JUN	10,6	10,6	0	8,6	81	0,2	0,4	0,8	9,4	19,2
JUL	10,8	10,8	0	9,0	83	0,4	0,4	0,8	8,6	20,8
AUG	11,3	11,3	0	9,2	81	0,0	0,4	0,6	8,2	21,8
SEP	11,9	11,7	0	9,2	77	0,6	0,8	3,4	7,7	17,5
OKT	12,7	12,7	0	8,7	69	0,6	0,6	6,0	14,2	9,6
NOV	13,3	13,3	0	8,1	61	0,6	1,0	5,6	14,0	8,8
DES	13,7	13,3	0	8,5	62	1,2	2,0	5,4	16,8	5,6
JAAR				8,5	70,7	6,4	11,4	49,1	153,8	144,5

^a Waarnemingstydperk (jare)

(Figuur 2.6). Tydens die studieperiode het die hoogste aangetekende irradiansie om 12h00 op 'n wolklose dag van 1 047 tot 1 050 W.m^{-2} van Desember tot Februarie gewissel, terwyl die laagste waardes om 12h00 gewissel het tussen 600 en 620 W.m^{-2} van Junie tot September (Figuur 2.6).

Die fotosintetiese aktiewe straling (FAS) is terselfdertyd as die totale inkomende sonstraling bepaal en dieselfde seisoenale fluktuasie is waargeneem. Die hoogste aangetekende waardes om 12h00 wissel van 2 226 - 2 256 $\mu\text{E.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ vir Desember tot Februarie en die laagste waardes van 1 095 - 1 320 $\mu\text{E.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ vir Junie tot September (Figuur 2.7).

Die waardes wat by die Roodeplaatdam-natuurreservaat aangeteken is, toon goeie ooreenstemming met die waardes wat De Jager & Harrison (1982) op Nylsvley aangeteken het, naamlik:

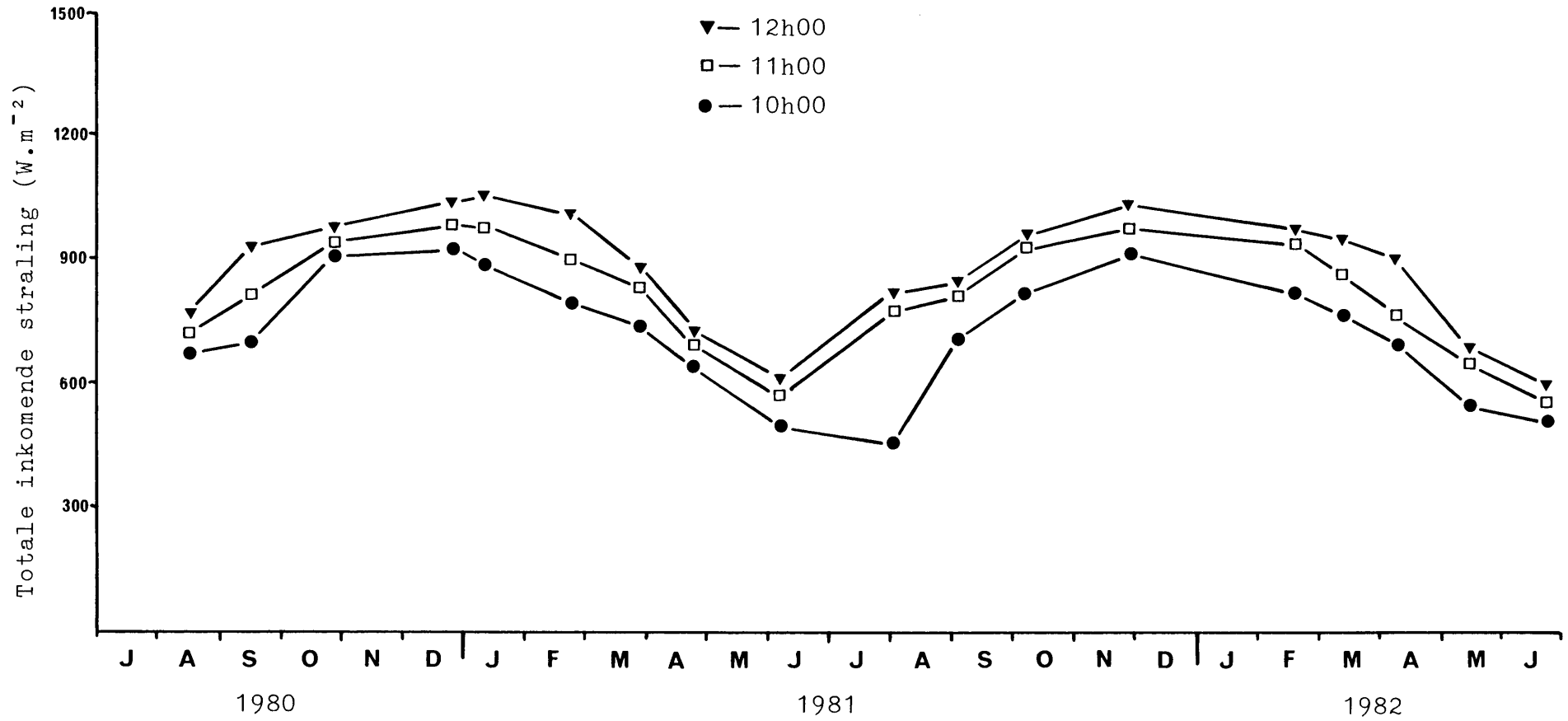
	Maksimum fluksdigtheid	
	Somer	Winter
Totale irradiansie	1 140 W.m^{-2}	710 W.m^{-2}
Fotosintetiese aktiewe straling	2 300 $\mu\text{E.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	1 400 $\mu\text{E.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

2.4.3.2 Daglengte, sonskynduur en wolkbedekking

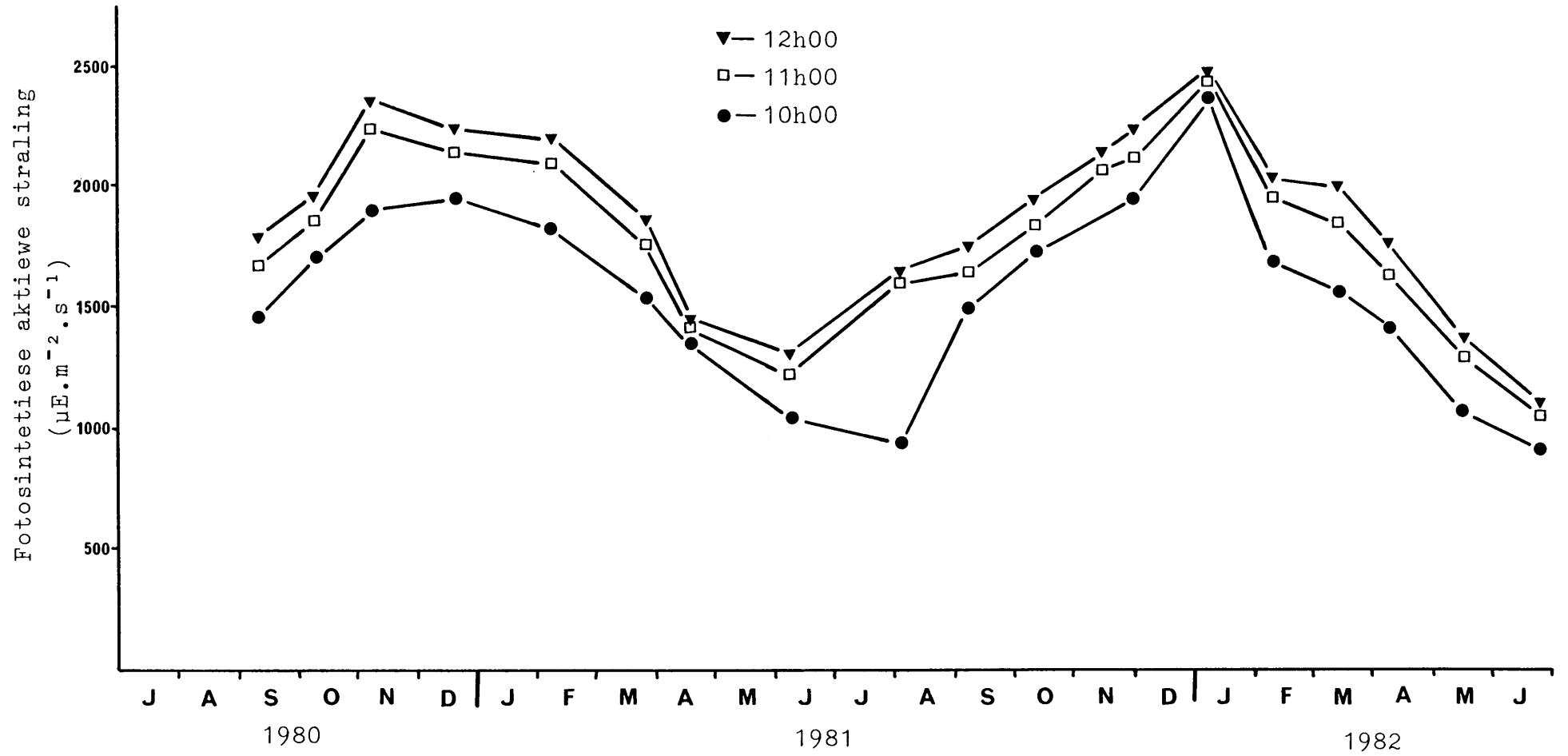
Volgens Tabel 2.2 wissel die maksimum moontlike daglengte vir die Pretoria-omgewing (sonop tot sononder), van 10,6 uur vir Junie tot 13,7 uur vir Desember. Die vroegste sonsopkoms is om 05h07 in Desember en die laatste sonsondergang is om 19h03 in Januarie. 'n Skemerperiode word beskou as vanaf 25 minute voor sonop en tot 25 minute na sononder (Weerburo 1982^a).

Die uiterste minimum en maksimum daaglikse sonskynduur aangeteken wissel onderskeidelik van 0 uur vir al twaalf maande tot 13,3 uur vir November, Desember en Januarie (Tabel 2.2). Die gemiddelde daaglikse ure sonskyn is die laagste gedurende Maart (7,8 uur) en die hoogste gedurende Augustus en September (9,2 uur). Die Roodeplaatdam-omgewing

^a Inligting verkry van die Weerburo, Departement van Vervoer, Pretoria.



Figuur 2.6 Totale inkomende straling (irradiansie) om 10h00, 11h00 en 12h00 vanaf 1980 tot 1982 by die hoofstudieperseel op die Roodeplaatdam-natuurreservaat



Figuur 2.7 Fotosintetiese aktiewe straling (FAS) om 10h00, 11h00 en 12h00 vanaf 1980 tot 1982 by die hoofstudieperseel op die Rooideplaatdam-natuurreservaat

ontvang in Januarie slegs 60 % en in Julie tot 83 % van die moontlike sonskynduur, met 'n gemiddeld van 70,7 % vir die jaar. Op gemiddeld 6,4 dae per jaar is daar geen direkte sonskyn nie en op gemiddeld 298,3 dae per jaar (81,7 % van die getal dae in 'n jaar) is die sonskynduur 50 % en meer van die moontlike (Tabel 2.2).

Die gemiddelde wolkbedekking om 08h30 bereik 'n maksimum van 52 % in Januarie en Februarie en 'n minimum van 13 % in Junie. Om 15h00 word 'n maksimum van 60 % in Desember en Februarie en 'n minimum van 14 % in Augustus bereik. Oor die algemeen is die hoogste wolkbedekking van November tot Maart en die laagste van April tot Oktober (Tabel 2.3).

2.4.3.3 Temperatuur

a. Lugtemperatuur

Die lugtemperatuurgegewens van Roodeplaat (Tuinbou) vir 'n periode van 30 jaar word in Tabel 2.4 aangedui.

Volgens Schulze & McGee (1978) is temperatuur op 'n makroskaal nie direk 'n belangrike faktor in die bepaling van plante-groei-verspreiding nie, maar wel sy indirekte invloed op waterbeskikbaarheid deurdat sy invloed op byvoorbeeld evapotranspirasie, van groot belang is. Op 'n meso- en mikro-skaal speel temperatuur wel 'n rol in die bepaling van floristiese variasies. Binne plantgemeenskappe beïnvloed temperatuur direk die groeitempo, plantgrootte, saadkieming, blomtyd en volwassewording van weefsel, terwyl sekere prosesse by plante by 'n daaglikse of seisoenale temperatuurfluktuasie aangepas is (Schulze & McGee 1978).

Uiterste temperature soos die somer maksimum en winter minimum waardes is van groter betekenis vir plantverspreiding as gemiddelde waardes. Die uiterste temperature wat al vir die Roodeplaatdam-gebied aangeteken is, wissel van 'n maksimum van 42,3°C in Oktober tot 'n minimum van -6,7°C

Tabel 2.3 Gemiddelde maandelikse en jaarlikse persentasie wolkbedekking om 08h30 en 15h00 S.A.S.T. (Weerburo 1965). Weerstasie b, kyk afdeling 2.4.2. Waarnemingstydperk: 1939 - 1947 (9 jaar)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	JAAR
08h30	52	52	47	32	17	13	15	16	26	40	47	48	34
15h00	57	60	57	46	24	20	15	14	28	44	52	60	40

Tabel 2.4 Temperatuurstatistieke vir Roodeplaat (Tuinbou) (N.I.G.B. 1982) (Temperatuur in °C). Weerstasie a, kyk afdeling 2.4.2. Waarnemingstydperk: 30 jaar

	Gemiddelde daaglikse maksimum	Gemiddelde daaglikse minimum	$\frac{\text{Maks} + \text{Min}}{2}$ (gemiddelde maandelikse)	Uiterste daaglikse maksimum	Uiterste daaglikse minimum
JAN	29,3	16,7	23,0	37,6	5,5
FEB	28,7	16,4	22,6	35,9	9,6
MRT	27,7	14,5	21,1	35,6	5,7
APR	25,2	10,8	18,0	32,6	-0,1
MEI	22,7	5,9	14,3	29,9	-2,9
JUN	20,1	2,4	11,3	31,0	-6,7
JUL	20,6	2,4	11,5	26,6	-6,2
AUG	23,3	4,6	14,0	34,6	-5,9
SEP	26,6	9,0	17,8	34,4	-2,0
OKT	28,2	12,8	20,5	42,3	2,1
NOV	28,1	14,9	21,5	37,1	6,8
DES	28,7	16,0	22,4	37,2	-0,1
JAAR	25,8	10,5	18,2	42,3	-6,7

Tabel 2.5 Die gemiddelde maandelikse en jaarlikse grasminimum-temperature (°C) vir Roodeplaat (Tuinbou) (Schulze 1965). Weerstasie a, kyk afdeling 2.4.2. (Termometer 50 mm bo grondvlak). Waarnemingstydperk: 3 jaar

	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	JAAR
Hoogste minimum	19,7	19,5	17,5	15,0	13,6	9,5	8,6	10,1	14,2	17,4	19,2	18,5	19,7
Laagste minimum	0,7	6,7	4,5	2,5	-4,5	-8,0	-10,0	-7,2	-6,6	-0,9	2,2	4,7	-10,0
Gemid= delde	13,8	14,4	12,4	8,6	3,2	0,7	0,2	1,1	6,1	10,3	12,1	13,7	8,1

in Junie (Tabel 2.4). Daarteenoor word 'n gemiddelde daaglikse maksimum van $29,3^{\circ}\text{C}$ in Januarie ondervind teenoor 'n gemiddelde daaglikse minimum van $2,4^{\circ}\text{C}$ vir Junie en Julie.

Soos vir die somerreënvalgebied verwag kan word, bereik die daaglikse temperatuuramplitude in die laat wintermaande (Augustus) 'n maksimum, terwyl dit in die somermaande (Februarie) kleiner is (Tabel 2.4).

Die gemiddelde maandelikse grasminimum-temperature^a (Tabel 2.5) dui 'n laagste waarde van -10°C vir Julie aan asook 'n tydperk, vanaf Mei tot Oktober, waarby temperature by grondvlak laer as vriespunt kan daal. Laasgenoemde tydperk kan as die rypperiode beskou word, aangesien dit algemeen aanvaar word dat grondryp by 'n grasminimum van naastenby -1°C of laer gevorm word (Tabel 2.5).

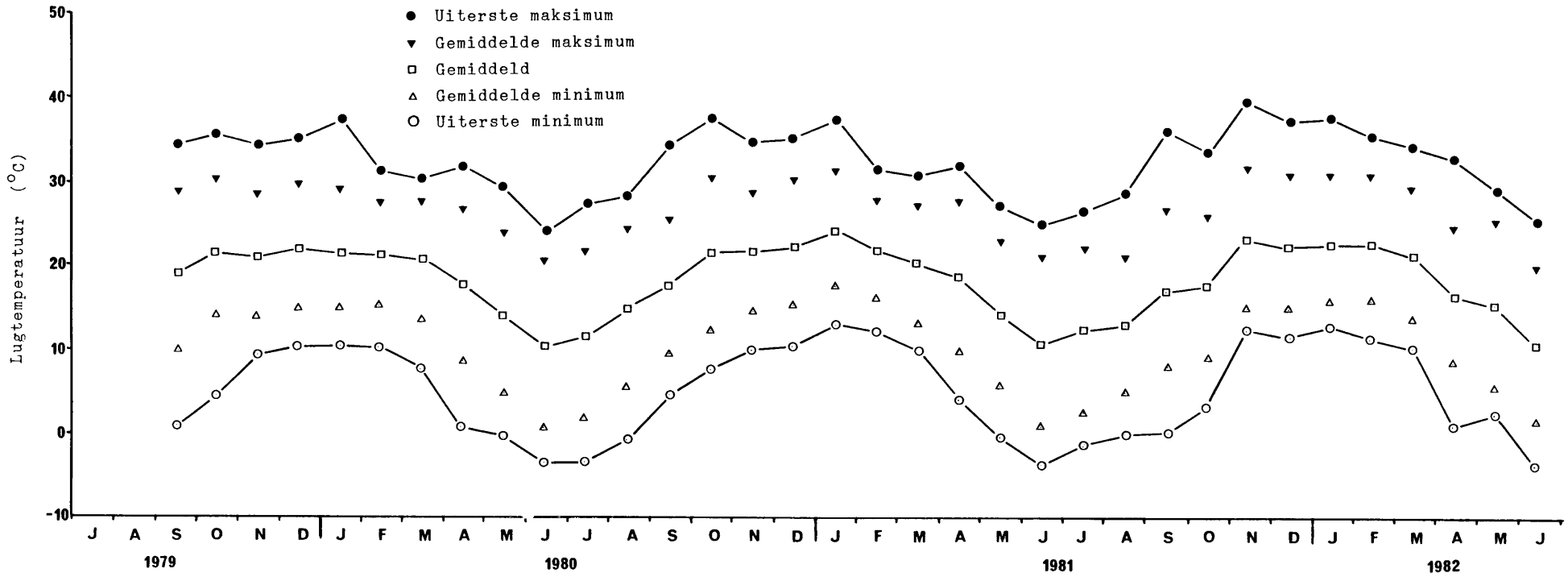
Die uiterste temperature wat by die hoofstudieperseel tydens die studietydperk aangeteken is, wissel van 'n maksimum van $40,2^{\circ}\text{C}$ vir November 1981 tot 'n minimum van $-3,5^{\circ}\text{C}$ vir Julie 1980 en Junie 1982 (Figuur 2.8). Die gemiddelde daaglikse maksimum temperatuur vir byvoorbeeld Januarie het tydens die studieperiode van $29,5^{\circ}\text{C}$ in 1980 tot $31,2^{\circ}\text{C}$ in 1982 gewissel (Figuur 2.8), wat nie veel van die langtermyn gemiddelde van $29,3^{\circ}\text{C}$ verskil nie. Die hoogste gemiddelde daaglikse maksimum temperatuur van $32,6^{\circ}\text{C}$ het egter in November 1981 voorgekom. Die gemiddelde daaglikse minimum temperatuur vir Junie het van $1,1^{\circ}\text{C}$ in 1981 tot $1,8^{\circ}\text{C}$ in 1982 gewissel (Figuur 2.8), en is effens laer as die langtermyn gemiddelde van $2,4^{\circ}\text{C}$ vir Junie.

b. Grondtemperatuur

Grondtemperature is vir die voortbestaan van plante van groot belang en veral saad en saailinge word aan uiterste hoë en/of lae temperature blootgestel.

In gebiede waar die grond blootgestel is of waar 'n lae

^a Dit is die minimum temperatuur aangeteken op 'n hoogte van 50 mm in 'n standaard weerstasie.



Figuur 2.8 Lugtemperatuur vir die tydperk 1979 tot 1982 by die hoofstudieperseel op die Rooideplaatdam-natuurreservaat.

plantbedekking voorkom, word 'n groot gedeelte van die sonstralingsenergie direk deur die boonste grondlaag geabsorbeer en deur geleiding na die dieper lae gevoer. Afhangende van die hoeveelheid inkomende en weerkaatste straling, grondkleur, voggehalte van die grond, tekstuur, struktuur en blootstelling van die grond, word die grond tot verskillende grade verhit (Schulze 1965). Kompakte nat grond gelei en berg hitte beter as droë grond, met die gevolg dat eersgenoemde 'n kleiner temperatuuramplitude vertoon. Temperature tot so hoog as 70°C is reeds by blootgestelde droë, donkerkleurige gronde aangeteken (Larcher 1980).

Gedurende die etmaalse fase van energieverlies uit die grond word die rigting van hittevervoer in die grond in die nag omgekeer, met ander woorde die hitte wat gedurende die dag geberg is, word na die oppervlak teruggelei, wat reeds deur die nag as gevolg van uitstraling koeler geword het. Daar is dus daaglikse temperatuurfluktuasies in die boonste grondlae tot op 'n diepte van ongeveer 500 tot 600 mm (Schulze 1965) met min tot geen fluktuasies op 700 tot 1 000 mm diepte (Seemann *et al.* 1979). In streke met uitgesproke seisoene word 'n bykomende jaarlikse temperatuurfluktuasie, wat tot op 'n diepte van 'n paar meter kan voorkom, ook aangetref (Larcher 1980). Konstante temperature kom op 15 tot 20 m diepte voor (Seemann *et al.* 1979).

Die fluktuasies van grondtemperatuur op verskillende dieptes volg die Fourier-wette (Seemann *et al.* 1979):

1. Die tydsverloop van daaglikse of seisoenale fluktuasies varieer nie, dit wil sê die periode tussen twee maksimum- of minimumwaardes werk uit op 'n 24 uur of 12 maande siklus.
2. Die amplitude verklein met toenemende diepte.
3. Maksimum en minimum temperature toon 'n sloerfase dit wil sê dit kom later voor as by die grondoppervlak en die lengte van die sloerfase is direk eweredig aan die toename in diepte. Vir die daaglikse kringloop is die sloerfase 2,5 - 3,5 uur vir elke 100 mm dieptetoename en vir die jaarlikse kringloop 20 - 30 dae vir elke meter dieptetoename.

Onder 'n geslote plantbedekking word die grond van direkte sonstraling afgeskerm en word stralingsopname en -verlies teëgewerk. Die daaglikse temperatuurfluktuasie is relatief klein en is nie noemenswaardig by dieptes van meer as 300 mm nie.

By Roodeplaat (Tuinbou) is grondtemperatuur by dieptes van 10, 20, 50, 100, 200, 300, 600 en 1 200 mm onder kaal onbewerkte grond en onder 'n grasbedekking om 08h00, 14h00 en 20h00 Suid-Afrikaanse standaardtyd (S.A.S.T.) gemeet. Daar is gevind dat op 100 mm gronddiepte die waardes vir 14h00 met die daaglikse maksimum temperatuur op daardie diepte ooreenstem. Die tyd waarop die minimum grondtemperatuur voorkom, wissel met die seisoen en kom ongeveer om 06h00 in die somer en ongeveer om 08h00 in die winter voor (Schulze 1965).

Die gemiddelde jaarlikse grondtemperatuur op 100 mm diepte onder 'n grasbedekking by Roodeplaat (Tuinbou) om 08h00, 14h00 en 20h00 is $18,5^{\circ}\text{C}$, $28,4^{\circ}\text{C}$ en $25,1^{\circ}\text{C}$ respektiewelik. Die uiterste minimum temperatuur oor 'n drie-jaarperiode was $5,1^{\circ}\text{C}$ om 08h00 op 100 mm diepte en die uiterste maksimum temperatuur was $45,0^{\circ}\text{C}$ om 14h00 op 100 mm diepte. Die laagste en hoogste temperature op al die dieptes en tye is meesal tydens Julie en Februarie respektiewelik aangeteken (Tabel 2.6).

In Figuur 2.9 word die verandering van grondtemperatuur met dieptetoename om 08h00, 14h00 en 20h00 vir die jaar, middel Januarie en middel Julie onder kaal onbewerkte grond en onder 'n grasbedekking, aangetoon. Die volgende is opvallend:

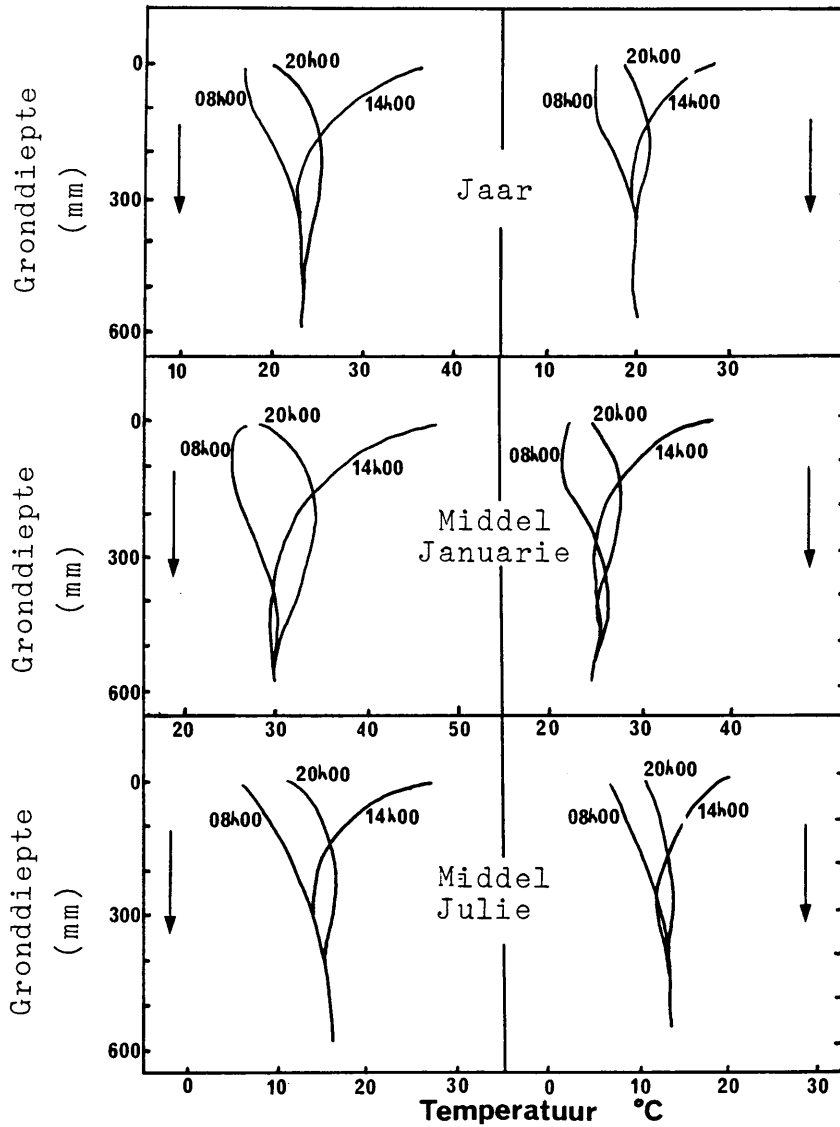
- i. Die daaglikse temperatuurskommelings verdwyn by ongeveer 600 mm gronddiepte, terwyl skommelings van 20°C en hoër op 10 mm diepte voorkom.
- ii. Die daaglikse temperatuuramplitude is baie groter onder kaal onbewerkte grond as onder 'n grasbedekking.
- iii. Die grondtemperatuur is gemiddeld ongeveer 4°C laer onder 'n grasbedekking as onder kaal onbewerkte grond.
- iv. By dieptes van meer as 150 mm is die grond warmer in die nag as gedurende die dag, aangesien die daaglikse

Tabel 2.6 Gemiddelde en uiterste maksimum en minimum maandelikse en jaarlikse grond=temperature (°C) by gegewe dieptes en drie waarnemingstye onder 'n gras=bedekking. (Uiterstes alleen vir 100 mm en 200 mm gronddiepte) (Schulze 1965). Weerstasie a, kyk afdeling 2.4.2. Waarnemingstydperk: 3 jaar

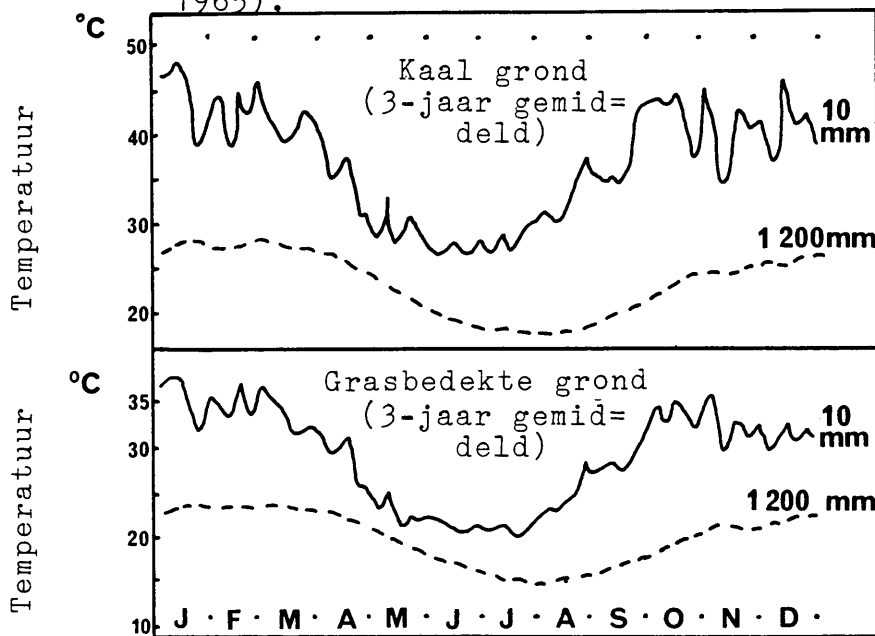
S.A.S.T. ^a	DIEPTE (mm)	MAANDE												JAAR
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
08h00	100 (gemid)	24,3	24,7	23,1	18,9	12,8	10,4	10,0	12,7	16,7	21,7	22,7	23,8	18,5
	100 (maks)	29,1	28,8	27,9	23,7	18,8	14,9	15,0	16,7	22,4	27,8	29,2	29,4	29,4
	100 (min)	15,5	18,9	19,1	11,6	9,0	5,4	5,1	7,5	10,6	15,8	16,5	14,9	5,1
	200 (gemid)	26,4	26,9	25,4	21,5	15,5	12,9	12,4	15,2	18,9	23,6	24,2	25,3	20,7
	200 (maks)	31,3	30,9	29,5	26,1	20,5	16,7	16,0	19,3	24,3	29,0	30,5	30,7	31,3
	200 (min)	17,5	21,0	19,3	14,3	12,4	7,9	8,7	9,9	13,9	17,7	18,3	16,7	7,9
	300 (gemid)	28,2	28,5	27,1	23,3	17,3	14,7	14,1	16,7	20,4	25,1	25,7	26,7	22,3
	600 (gemid)	29,3	29,4	28,6	25,3	19,9	17,1	16,1	18,0	21,3	25,8	26,6	27,8	23,8
	1 200 (gemid)	27,5	27,8	27,6	25,8	22,0	19,2	17,9	18,3	20,4	23,6	25,0	26,1	23,4
14h00	100 (gemid)	35,9	35,5	33,0	27,7	21,7	18,9	18,7	22,5	27,1	32,5	33,5	34,0	28,4
	100 (maks)	42,0	42,0	38,8	33,7	27,4	21,3	21,5	29,1	33,8	40,5	40,9	45,0	45,0
	100 (min)	21,8	24,3	22,9	17,1	16,6	14,3	13,4	15,8	14,7	21,6	19,2	18,8	13,4
	200 (gemid)	31,5	31,3	29,3	24,6	18,5	15,7	15,3	18,4	22,6	28,0	28,9	29,9	24,5
	200 (maks)	36,8	39,8	33,8	29,1	23,7	18,4	18,6	28,8	28,0	33,7	35,0	35,9	39,8
	200 (min)	22,3	23,5	23,6	16,8	15,6	13,1	11,8	13,4	15,2	19,1	19,7	19,2	11,8
	300 (gemid)	29,1	29,2	27,7	23,7	17,8	15,1	14,4	17,1	21,2	26,1	26,8	27,8	23,0
	600 (gemid)	28,9	29,1	28,2	25,0	19,7	16,8	16,1	17,9	21,1	25,4	26,3	27,5	23,5
	1 200 (gemid)	27,5	27,8	27,8	25,9	21,9	19,2	17,9	18,4	20,4	23,6	25,0	26,0	23,5
20h00	100 (gemid)	32,2	32,1	29,9	24,9	18,8	16,2	16,3	19,8	24,0	28,9	28,9	29,6	25,1
	100 (maks)	39,3	36,9	35,6	31,8	23,9	20,0	18,7	25,6	30,6	35,7	36,5	36,8	39,3
	100 (min)	20,8	21,0	20,5	14,9	15,1	12,8	11,6	12,7	14,3	18,1	17,6	17,9	11,6
	200 (gemid)	32,8	32,5	30,5	25,7	19,7	16,9	16,8	20,0	24,2	29,1	29,6	30,7	25,7
	200 (maks)	38,6	37,1	35,4	31,5	24,7	19,9	18,8	25,4	29,8	34,4	36,2	37,2	38,6
	200 (min)	22,9	23,2	22,9	16,6	16,8	14,2	13,0	13,9	15,1	20,3	18,4	19,7	13,0
	300 (gemid)	31,4	31,3	29,7	25,4	19,5	16,7	16,1	19,1	23,1	28,1	28,9	29,7	24,9
	600 (gemid)	28,9	29,0	28,1	24,8	19,5	16,8	15,9	17,8	21,0	25,3	26,4	27,5	23,4
	1 200 (gemid)	27,4	27,7	27,6	25,8	21,8	19,1	17,9	18,3	20,4	23,5	24,9	26,1	23,4

^a Suid-Afrikaanse standaardtyd

Kaal grond Grasbedekte grond



Figuur 2.9 Grondtemperatuur op verskillende dieptes om 08h00, 14h00 en 20h00 S.A.S.T. by Rooideplaat (Tuinbou) (Schulze 1965).



Figuur 2.10 Jaargang van grondtemperatuur by twee dieptes (10 mm en 1 200 mm) in die geval van kaal grond en grasbedekte grond om 14h00 S.A.S.T. by Rooideplaat (Tuinbou) (Schulze 1965).

hittegolf tyd nodig het om die grond binne te gelei (Schulze 1965).

Die jaargang van grondtemperatuur onder kaal onbewerkte grond en onder 'n grasbedekking word in Figuur 2.10 vir dieptes van 10 mm en 1 200 mm aangegee. By 'n diepte van 10 mm onder kaal grond is daar aansienlike skommelings met effens kleiner skommelings onder 'n grasbedekking. Op 1 200 mm gronddiepte is daar ongeveer 10°C verskil tussen die somermaksimum en winterminimum (Schulze 1965). Die uiterste minimum en maksimum temperatuur aangeteken op 'n diepte van 10 mm onder kaal onbewerkte grond om 08h00 en 14h00 was $0,9^{\circ}\text{C}$ en $58,7^{\circ}\text{C}$ respektiewelik (Tabel 2.7).

Lugtemperatuur, soos in 'n Stevensonskerm op standaardhoogte gemeet, weerspieël nie die temperatuur wat na aan die grondoppervlak heers nie. Hierdie feit is veral van belang as die toestande waaronder ryp voorkom, nagegaan word. Ryp hou met die grondtemperatuur, -vog en -geleidingsvermoë verband (Geiger 1965). Grondryp kom voor wanneer die dou wat gedurende die nag gevorm is, vries. Die maatstaf vir ryp is die voorkoms van 'n minimum temperatuur benede 0°C waar die termometer in 'n Stevensonskerm gemonteer is. Ligte ryp op grondvlak kan egter voorkom selfs by 'n minimum skermtemperatuur van 3°C (Schulze 1965).

Die in- en uittreedatums van moontlike ryp, met ander woorde tydperke waartydens die skermtemperatuur laer as 0°C in die hoofstudieperseel was, is soos volg:

1980: 20 Junie tot 15 Augustus (56 dae)

1981: 30 Mei tot 7 Julie (39 dae)

1982: 8 Junie tot 16 Julie (38 dae).

Volgens langtermyntemperatuurgegewens (Tabel 2.4) kan die moontlike rypperiode vanaf April tot September strek dit wil sê vir ongeveer 180 dae.

Die gemiddelde maandelikse grondtemperatuur op 'n diepte van 10 mm in die bosgroep en 300 mm in die grasveld van die

Tabel 2.7 Maandelikse uiterste grondtemperature ($^{\circ}\text{C}$) op 'n diepte van 10 mm vir kaal grond en grasbedekte grond te Roodeplaat (Tuinbou) (08h00 en 14h00) (Schulze 1965). Weerstasie a, kyk afdeling 2.4.2. Waarnemingsperiode: 3 jaar

Maand	Grasbedekte grond		Kaal grond	
	Maksimum (14h00)	Minimum (08h00)	Maksimum (14h00)	Minimum (08h00)
JAN	50,0	15,3	58,7	15,9
FEB	49,0	17,6	57,0	18,0
MRT	48,4	15,1	51,5	17,0
APR	38,9	10,1	46,7	9,8
MEI	30,4	3,8	37,8	3,8
JUN	26,4	1,3	33,0	1,2
JUL	26,6	0,6	35,3	0,9
AUG	33,9	2,5	41,2	2,5
SEP	39,6	6,5	47,5	6,0
OKT	48,9	13,5	55,4	15,2
NOV	49,5	15,4	58,0	15,7
DES	41,6	13,5	55,2	16,1

hoofstudieperseel word in Figuur 2.11 vir die tydperk September 1979 tot Oktober 1982 weergegee. Die temperature op 'n diepte van 100 mm en 300 mm in die bosgroep geld slegs vir die tydperk September 1980 tot Oktober 1982.

Die uiterste grondtemperature wat tydens die studieperiode aangeteken is, word in Tabel 2.8 aangedui.

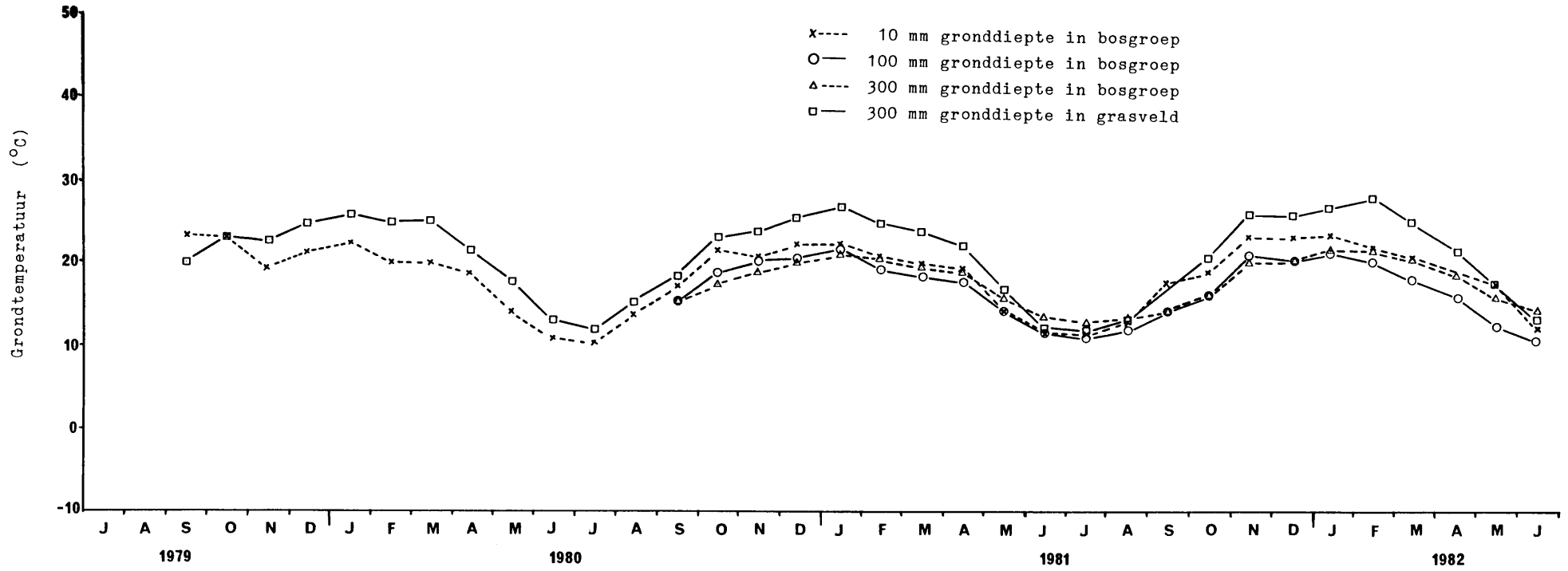
Tabel 2.8 Uiterste maksimum en minimum grondtemperature wat tydens die studieperiode aangeteken is

Gronddiepte	Uiterste maksimum temperatuur en datum van voorkoms	Uiterste minimum temperatuur en datum van voorkoms
10 mm (bos)	33,9°C Oktober 1980	4,9°C Julie en Augustus 1980
100 mm (bos)	26,0°C November 1981	8,1°C Julie 1982
300 mm (bos)	23,0°C Februarie 1982	10,1°C Julie 1982
300 mm (gras)	32,5°C Januarie 1981	7,9°C Junie 1981

Die jaargang van temperature op 300 mm gronddiepte toon 'n temperatuuramplitude wat groter in die grasveld as in die bosgroep is (Figuur 2.11). Dit is ook opvallend dat die temperatuur op 300 mm in die grasveld oor die hele jaar hoër is as die temperatuur op 10 mm en 100 mm in die bosgroep. Gedurende Junie en Julie is die temperatuur op 300 mm in die bosgroep egter die hoogste van al die temperature op die bogenoemde dieptes. Die temperature op 10 mm in die bosgroep is van ongeveer Mei tot Oktober laer as die temperatuur op 300 mm. Opvallend is dat die temperatuur op 300 mm in die bosgroep reeds vanaf ongeveer Januarie tot ongeveer September, hoër is as dié op 100 mm, dit wil sê daar is slegs ongeveer drie tot vier maande waartydens die temperatuur op 100 mm diepte hoër is as dié op 300 mm diepte.

2.4.3.4 Reënval en ander vorme van neerslag

Water word as een van die individuele klimaatsfaktore beskou



Figuur 2.11 Die gemiddelde maandelikse grondtemperatuur op verskillende dieptes in oop grasveld en in 'n bosgroep in die hoofstudieperseel op die Rooideplaatdam-natuurreservaat.

wat 'n groot invloed op plantegroei het (Schulze & McGee 1978). Ontoereikende watervoorsiening is dikwels 'n beperkende faktor vir plantontwikkeling aangesien water noodsaaklik vir die instandhouding van plantfisiologiese prosesse soos byvoorbeeld kieming, groei en voortplanting is. Dit tree ook as 'n energie-uitruiler en draer van voedingstowwe in oplossing op (Schulze & McGee 1978).

Volgens Whitmore (1971) word gemiddeld 11,6 % van die gemiddelde jaarlikse reënval in Suid-Afrika deur plantegroei onderskep, 6,1 % beland in riviere deur oppervlakafloop, 2,8 % sypel deur na dieper grondlae, 35,1 % verdamp vanuit die grond en 44,4 % word deur plante getranspireer en beland weer in die atmosfeer.

Die gemiddelde maandelikse reënval by Roodeplaat (Tuinbou) wissel van 3,1 mm vir Julie tot 120,9 mm vir Januarie, met 'n gemiddelde jaarlikse reënval van 650,1 mm. Oor die algemeen kom die grootste gedeelte van die reënval in die vorm van donderstorms in die somermaande voor. Die uiterste maandelikse maksimum reënval wat aangeteken is, is 332,5 mm vir Januarie 1975 en soveel as 133,7 mm is binne 24 uur, ook in Januarie 1975 gemeet (Tabel 2.9).

Ongeveer 83,2 % van die gemiddelde jaarlikse reënval kom in die maande Oktober tot Maart voor en volgens die langtermynklimaatgegevens van die Roodeplaatdam-gebied, soos in Figuur 2.5 voorgestel is, is 'n uitsonderlike verskynsel die voorkoms van twee afsonderlike baie vogtige periodes, naamlik in November en Januarie. Hierdie twee pieke in die gemiddelde maandelikse reënval het ook gedurende 1979/80 en 1980/81 by die hoofstudieperseel voorgekom, maar as gevolg van 'n droë vroeë somer in 1981, is daar net een piek gedurende Januarie 1982 aangeteken (Figuur 2.12).

Die totale jaarlikse reënval vir 1980, 1981 en 1982 was onderskeidelik 725,0 mm, 506,4 mm en 539,9 mm en dui dus, in vergelyking met die langtermyn gemiddelde reënval, op 'n natter 1980 en droër 1981 en 1982 (Figuur 2.12 en Tabel 2.10).

Tabel 2.9 Gemiddelde maandelikse en jaarlikse reënval, uiterste maandelikse en daaglikse reënval en die gemiddelde getal reëndae per maand en jaar vir Roodeplaat (Tuinbou) (N.I.G.B. 1982, Weerburo 1965). Weerstasie a, kyk afdeling 2.4.2

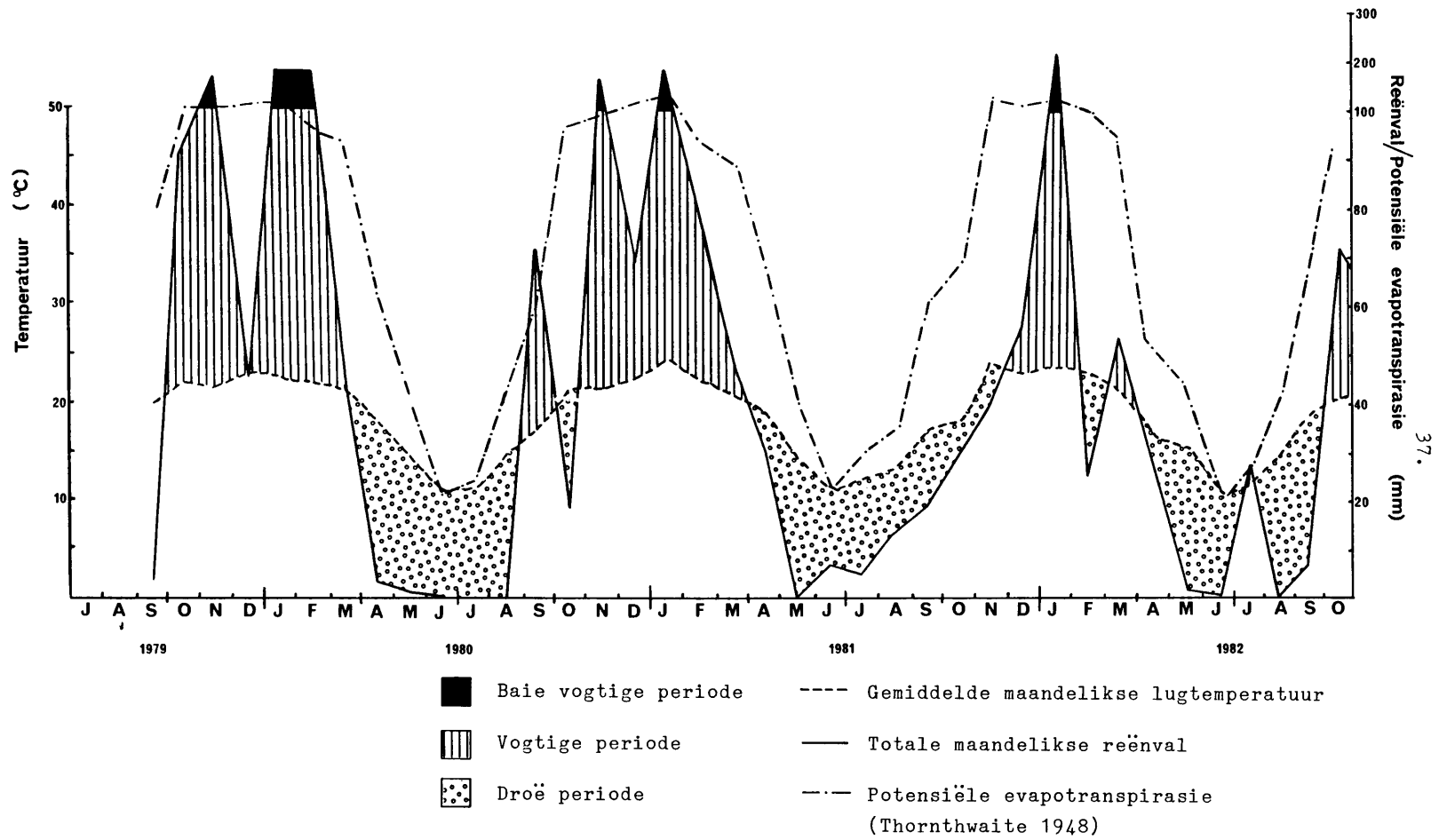
	Gemiddelde maandelikse reënval	Uiterste maandeliks		Uiterste daaglik		Reëndae per maand
		Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	
	30 ^a	30 ^a	30 ^a	30 ^a	30 ^a	8 ^a
JAN	120,9	332,5	33,1	133,7	0,0	13
FEB	84,9	212,3	19,1	63,5	0,0	12
MRT	66,9	147,7	13,2	83,2	0,0	8
APR	54,5	151,2	0,0	68,0	0,0	7
MEI	19,6	186,7	0,0	39,5	0,0	4
JUN	6,2	56,0	0,0	37,2	0,0	2
JUL	3,1	57,0	0,0	44,0	0,0	1
AUG	5,5	42,1	0,0	35,7	0,0	1
SEP	20,1	77,8	0,0	31,0	0,0	4
OKT	63,9	158,7	8,8	80,1	0,0	8
NOV	109,2	203,0	22,5	111,5	0,0	12
DES	95,3	192,4	22,7	70,0	0,0	13
JAAR	650,1	332,5	0,0	133,7	0,0	85

a

Waarnemingsperiode (jaar)

Tabel 2.10 Die totale maandelikse reënval en getal reëndae per maand vir die periode 1979 tot 1982 vir die Roodeplaatdam-natuurreservaat. Weerstasie c, kyk afdeling 2.4.2

	<u>Totale maandelikse reënval</u>				<u>Getal reëndae per maand</u>			
	1979	1980	1981	1982	1979	1980	1981	1982
JAN		174,8	179,1	201,7		15	13	8
FEB		176,9	78,3	25,1		14	14	3
MRT		43,5	47,5	53,6		5	7	7
APR		2,8	31,3	27,3		1	4	10
MEI		1,0	0,0	1,5		1	0	2
JUN		0,0	7,6	0,0		0	1	0
JUL		0,0	5,3	28,5		0	1	2
AUG		0,0	13,9	0,0		0	7	0
SEP	3,3	71,8	19,6	6,6	2	7	1	2
OKT	91,0	19,0	29,1	72,5	10	5	4	12
NOV	166,5	167,0	39,7	60,0	17	18	4	6
DES	45,5	68,2	55,0	63,1	10	14	7	14
JAAR		725,0	506,4	539,9		80	63	66



Figuur 2.12 Klimaatdiagram vir die Rooideplaatdam-natuurreservaat vir die tydperk 1979 - 1982 (Tydelike weerstasie, hoofstudieperseel).

Die droë periode het in 1979 tot einde September gestrek, in 1980 van die middel van Maart tot einde Augustus, in 1981 van April tot einde November en in 1982 in Februarie en van April tot September (Figuur 2.12). Uitsonderlike droë maande was Oktober 1980, Oktober en November 1981 en Februarie 1982, terwyl uitsonderlike vogtige maande September 1980 en Julie 1982 was (Figuur 2.12 en Tabel 2.10).

Volgens Tabel 2.9 kan van 8 tot 13 reëndae per maand vanaf Oktober tot Maart verwag word, met 'n gemiddelde totaal van 85 reëndae per jaar. Die totale getal reëndae gedurende 1980, 1981 en 1982 was onderskeidelik 80, 63 en 66 en dui dus daarop dat 1980 'n redelike normale jaar was terwyl 1981 en 1982 droër as gemiddeld was (Tabel 2.10).

2.4.3.5 Lugvogtigheid en grondvoggehalte

a. Persentasie relatiewe lugvogtigheid

Die higrometriese toestand van die atmosfeer kan op verskeie maniere aangedui word, onder andere in terme van relatiewe lugvogtigheid (Schulze 1965; Platt & Griffiths 1965; Barbour *et al.* 1980). Dit is gebruikelik om relatiewe vogtigheidswaardes om 08h00 en 14h00 te bepaal. Die waardes vir 08h00 kan nie vir vergelykende doeleindes tussen stasies gebruik word nie, aangesien die relatiewe vogtigheid om hierdie tyd baie wissel en deur lokale topografie beïnvloed word. Daarenteen is die waardes om 14h00 redelik stabiel as gevolg van goeie lugvermenging deur turbulensie, sodat verskille as gevolg van onder andere breedtegraad grootliks uitgeskakel word. Vir hierdie studie is die daaglikse maksimum- en minimumwaardes, van die tydelike weerstasie by die hoofstudieperseel, bepaal. Die maksimum- en minimumwaardes stem egter goed ooreen met dié waardes van 08h00 en 14h00 respektiewelik.

Volgens Tabel 2.11 kan Februarie en Maart by Roodeplaat (Tuin= oor die algemeen as die vogtigste maande beskou word, terwyl die droogste periode gedurende Augustus en September ondervind word. Die gemiddelde maandelikse maksimum relatiewe

Tabel 2.11 Gemiddelde en uiterste maandelikse persentasie relatiewe lugvogtigheid vir Roodeplaat (Tuinbou) (N.I.G.B. 1982). Weerstasie a, kyk afdeling 2.4.2. Waarnemingstydperk: 4 jaar eindigend 1982

	Gemiddelde		Uiterste	
	Maksimum ^a	Minimum ^a	Maksimum	Minimum
JAN	88,1	32,3	97,0	13,0
FEB	88,8	37,2	97,0	16,0
MRT	89,2	31,8	97,0	11,0
APR	88,1	26,8	97,0	12,0
MEI	85,8	25,7	96,0	13,0
JUN	83,5	22,5	97,0	6,0
JUL	81,0	23,7	98,0	7,0
AUG	76,7	23,7	97,0	6,0
SEP	75,8	22,5	96,0	7,0
OKT	80,1	24,4	97,0	8,0
NOV	84,1	31,3	97,0	7,0
DES	86,1	29,6	95,0	15,0
JAAR			98,0	6,0

^a Die werklike maksimum en minimum gegewens is gebruik en nie die gegewens om 08h00 en 14h00 soos deur die S.A. Weerburo gebruik word nie.

Tabel 2.12 Gemiddelde en uiterste maandelikse maksimum en minimum persentasie relatiewe lugvogtigheid vir die periode 1979 tot 1982 op die Roodeplaatdam-natuurreservaat. Weerstasie c, kyk afdeling 2.4.2

	GEMIDDELDE								UITERSTE							
	Maksimum ^a				Minimum ^a				Maksimum				Minimum			
	'79	'80	'81	'82	'79	'80	'81	'82	'79	'80	'81	'82	'79	'80	'81	'82
JAN		84	81	87		32	31	33		93	86	93		19	14	23
FEB		86	83	82		37	36	32		90	88	93		24	24	23
MRT		83	82	81		30	30	32		89	87	92		18	18	14
APR		76	77	83		22	23	31		88	88	94		14	15	17
MEI		75	81	75		21	25	22		92	90	93		16	16	11
JUN		75	77	77		23	22	23		91	90	93		17	12	15
JUL		75	72	78		22	20	27		93	88	95		14	9	15
AUG		72	70	68		23	28	18		90	91	91		14	13	6
SEP	85	77	67	64	31	25	22	18	95	91	87	89	16	12	11	12
OKT	80	71	76	75	28	22	26	27	96	88	92	92	15	12	15	12
NOV	87	82	72		35	29	27		94	88	92		19	13	13	
DES	85	82	83		29	28	29		92	87	90		16	15	18	
JAAR		78,2	76,8			26,2	26,6			93	92			12	9	

^a Die werklike maksimum en minimum gegewens is gebruik en nie die gegewens om 08h00 en 14h00 soos deur die S.A. Weerburo gebruik word nie.

lugvogtigheid is hoër as 85 % vanaf Desember tot Mei en die gemiddelde maandelikse minimum is laer as 25 % vanaf Junie tot Oktober. Die uiterste waardes wissel van 6 % tot 98 %.

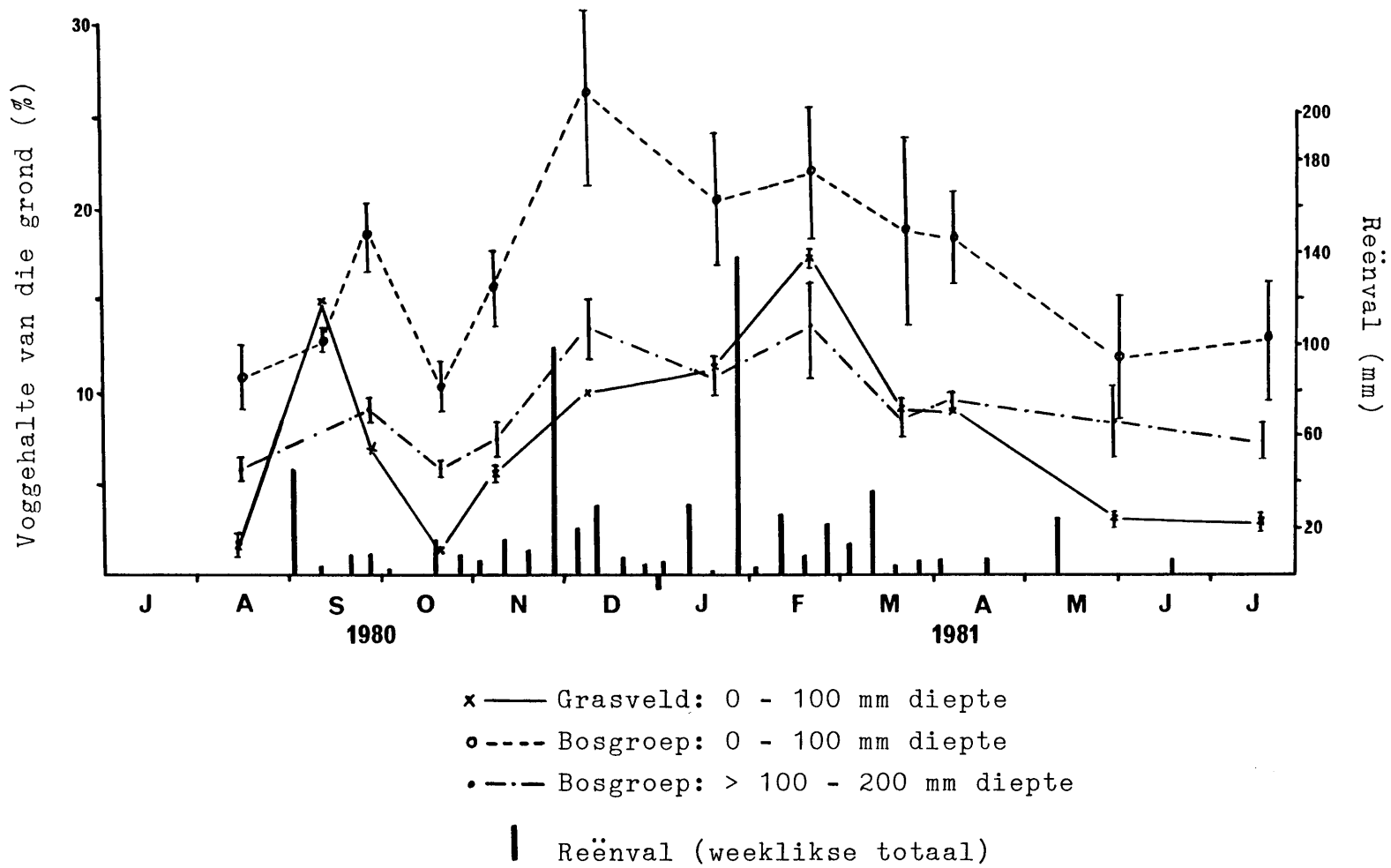
Wanneer die gemiddelde maandelikse persentasie relatiewe lugvogtigheid vir die studieperiode by die hoofstudieperseel nagegaan word, word gevind dat die hoogste waardes in Desember tot Februarie en die laagste gedurende April tot September voorkom (Tabel 2.12).

b. Grondvoggehalte

Grondvog is van fundamentele belang vir plante en hierdie faktor moet in ag geneem word in 'n studie van plante en hul omgewing (Platt & Griffiths 1965).

Gedurende die studietydperk het die uiterste minimum relatiewe vogtigheid van die grondatmosfeer op 300 mm diepte nooit laer as 92 % gedaal nie en was die weeklikse uiterste maksimum feitlik deurgaans 100 %.

Die verandering van die voggehalte van die grond in die grasveld en bosgroep vanaf September 1980 tot Augustus 1981 word in Figuur 2.13 geïllustreer. Twee duidelike pieke, in September 1980 en Februarie 1981, is vir die grasveld waar= geneem, terwyl die voggehalte van die grond in die bosgroep minder opvallende pieke vanaf Desember tot April gevorm het. Die pieke in die persentasie grondvog kan grootliks aan die pieke in die voorafgaande reënval toegeskryf word. Die voggehaltes van die bo- en ondergrond in die bosgroepe was gemiddeld 14,63 % en 8,38 % respektiewelik vir die jaar. Die bogrond (0 - 100 mm) in die bosgroep het deurgaans 'n hoër voggehalte as die ondergrond (100 - 200 mm) gehandhaaf, en kan aan die groter waterhouvermoë van die groot hoeveelheid organiese materiaal toegeskryf word. Die voggehaltes van die bogrond in die bosgroep en die bogrond van die grasveld was gemiddeld 14,63 % en 7,03 % respektiewelik vir die jaar.



Figuur 2.13 Seisoenale verloop van die grondvoggehalte en die weeklikse totale reënval tydens 1980/81 in die grasveld en bosgroep op sekere dieptes op die Roodeplaatdam-natuurreservaat.

Die beskikbare water in die grond vir benutting deur plante lê tussen veldkapasiteit (VK) en die permanente verwelkingspunt (PVP). Dit word die benutbare kapasiteit (BK) genoem (Seemann *et al.* 1979).

Tabel 2.13 Die voggehalte van die grond by 30 kPa en 1 500 kPa

	30 kPa (\approx VK)	1 500 kPa (\approx PVP)
Grasveld 0 - 100 mm diepte	12,2 %	7,1 %
Bosgroep 0 - 100 mm diepte	20,3 %	17,8 %
>100 - 200 mm diepte	12,6 %	10,3 %

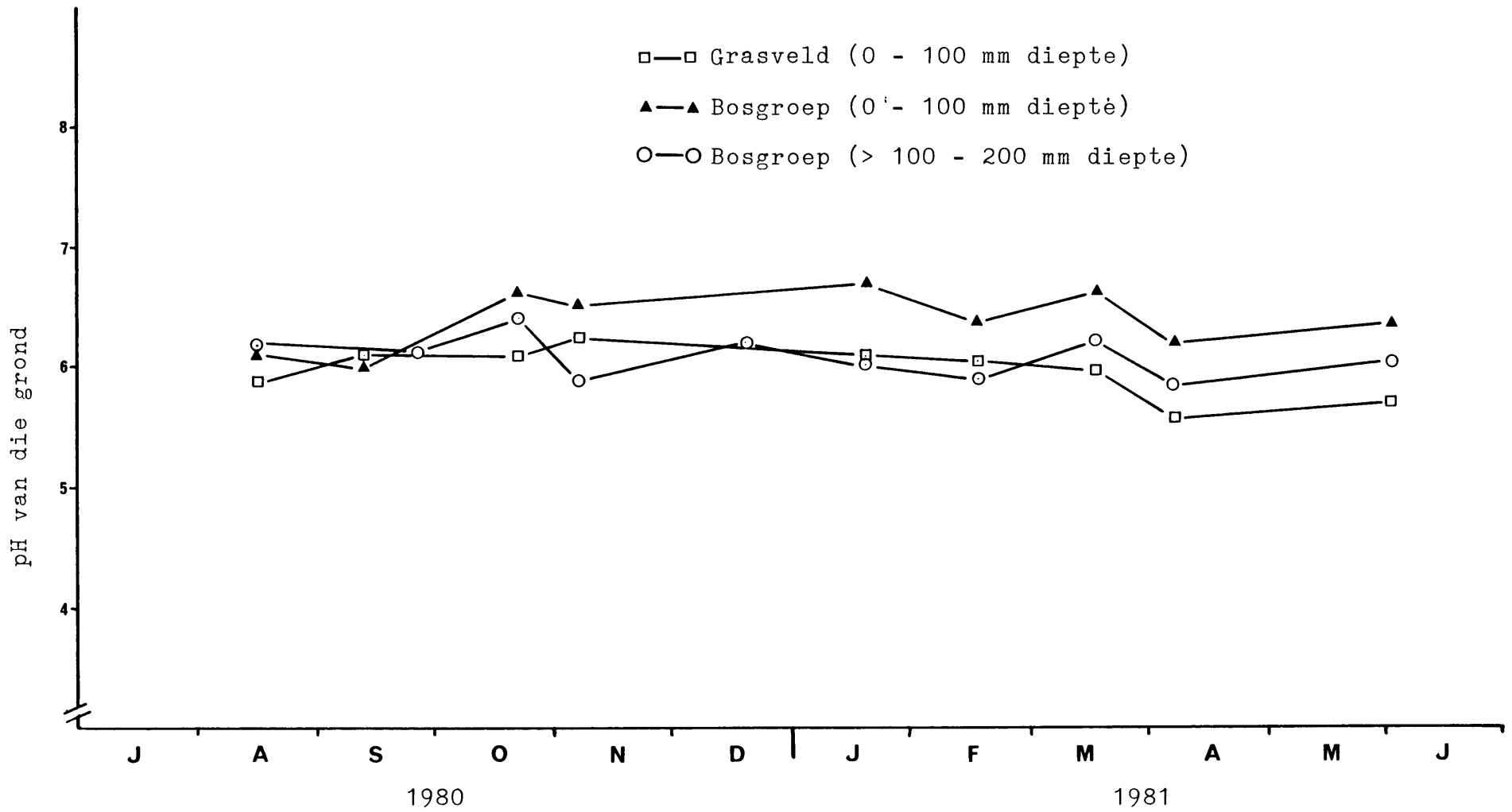
Volgens Figuur 2.13 is daar vanaf Mei tot Augustus in die grasveld 'n gebrek aan water vir plante, terwyl daar in die bosgroep op dieselfde diepte vanaf die middel van April tot die middel van November 'n watertekort voorkom. Daar word aanvaar dat plante 'n permanente watergebrek ondervind as die voggehalte van die grond < die persentasie by 1 500 kPa is.

c. pH van die grond

Die pH van die grasveld het oor die tydperk Augustus 1980 tot Julie 1981 van 5,6 tot 6,3 gewissel. Die hoogste pH is in November en die laagste in April aangeteken (Figuur 2.14).

In die bogrond (0 - 100 mm) van die bosgroep wat ryk aan organiese materiaal is, het die pH van 5,9 tot 6,7 gewissel, terwyl die pH van die grond op 'n 100 - 200 mm diepte van 5,8 tot 6,4 gewissel het.

Oor die algemeen is daar dus min seisoenale variasie in die pH aangeteken, met slegs dié verskil dat die pH van die bogrond in die bosgroepe feitlik deurgaans effens hoër is as dié op 'n 100 - 200 mm en in die grasveld op 'n 0 - 100 mm diepte (Figuur 2.14).



Figuur 2.14 pH van die grond in die grasveld en in die bosgroep op die Roodeplaatdam-natuurreservaat op verskillende tye gedurende 1980 en 1981.

2.4.3.6 Potensiële evapotranspirasie

Temperatuur en neerslag op hul eie gee 'n swak beskrywing van klimaat aangesien neerslag nie werklik aandui of 'n klimaat vogtig of dor is nie, tensy dit vergelyk word met die evapotranspirasie van die gebied. Temperatuur *per se* stel ook nie werklik die energie wat vir plantontwikkeling nodig is, voor nie, tensy die grondvoggehalte ook in berekening gebring word nie. Temperatuur en neerslag dien egter as belangrike faktore in die bepaling van klimaat - plantegroei verhoudings soos watersurplusse en -tekorte, asook evapotranspirasie (Schulze & McGee 1978).

Indien daar 'n verhouding tussen groei by plante en transpirasie bestaan, kan die hoeveelheid water getranspireer as 'n maatstaf van groei by plante dien (Major 1963). Die hoeveelheid waterverlies deur verdamping en transpirasie in 'n plantegroeistreek word volgens Thornthwaite die werklike evapotranspirasie genoem en volgens Major (1963) is daar wel 'n kwalitatiewe positiewe korrelasie tussen groei by plante en die werklike evapotranspirasie, maar dit is nie 'n lineêre verhouding nie.

Thornthwaite (1948) definieer potensiële evapotranspirasie (PE) as die waterverlies deur verdamping en transpirasie vanaf 'n homogene plantegroeistreek wanneer daar nie 'n tekort aan water is nie. Dit is primêr 'n funksie van klimaat en blyk nie 'n funksie van die soort gewas, grondtipe of grondgebruikspraktyke te wees nie. Werklike evapotranspirasie (WE) hang wel van al hierdie faktore asook van die klimaat af (Thornthwaite & Mather 1954).

Wanneer die reënval (P) die PE oorskry, sal die grondvoggehalte toeneem en moontlik lei tot 'n surplus met selfs afloopwater. Indien PE groter is as P lei dit tot 'n grondvogtekort. Deur die maandelikse P en PE waardes met behulp van prosedures soos beskryf in Thornthwaite (1948) en Mather (1973) te vergelyk, is dit moontlik om kwantitatiewe waardes vir die volgende te verkry:

- a. die voggehalte van die grond;
- b. die watersurplus;
- c. afloopwater; en
- d. watertekorte.

Potensiële evapotranspirasie is nou met temperatuur gekorreleer en word soos volg bereken:

$$e = 1,6 \frac{(10t)^a}{I}$$

waar: e = onaangepaste PE

t = gemiddelde maandelikse temperatuur ($^{\circ}\text{C}$)

I = jaarlikse hitte-indeks (som van 12 maandelikse hitte-indekse (i) waar $i = (t/5)^{1,514}$)

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,792 \times 10^{-2} I + 0,49239$$

Die hitte-indeks (i) en onaangepaste PE word vanaf tabelle afgelees, waarna 'n korreksiefaktor vir langer en korter maande en breedtegraad met die onaangepaste PE vermenigvuldig word om die aangepaste PE (A PE) te gee (Thorntwaite 1948; Mather 1973).

Die totale A PE vir die jaar vir die studiegebied is 875,74 mm (Tabel 2.14) in vergelyking met die gemiddelde jaarlikse reënval (P) van 650,1 mm. Slegs in November en Januarie is P meer as A PE maar dit is nie genoegsaam sodat die grond veldkapasiteit bereik en watersurplusse voorkom nie. Daar is dus deur die hele jaar 'n watertekort in die grond (Tabel 2.15). In Figuur 2.15 word die verband tussen P, A PE en die werklike evapotranspirasie (WE) grafies aangetoon.

Volgens Tabel 2.16 is dit duidelik dat selfs in goeie reënseisoene (1979/80) daar slegs enkele maande is waar $P > A \text{ PE}$ is, naamlik November, Januarie en Februarie. In 'n droë jaar (1981/82) was P slegs in Januarie groter as A PE.

Tabel 2.14 Potensiële evapotranspirasie by die Roodeplaatdam-natuurreservaat volgens die sisteem van Thornthwaite (1948). Weerstasie c, kyk afdeling 2.4.2

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	JAAR
t (°C)	23,0	22,6	21,1	18,0	14,3	11,3	11,5	14,0	17,8	20,5	21,5	22,4	18,2
i	10,08	9,82	8,85	6,95	4,91	3,44	3,53	4,75	6,84	8,47	9,10	9,68	86,42
O PE (mm)	103,0	99,0	89,0	65,0	42,5	27,5	28,0	41,0	61,0	83,0	90,0	99,0	
A PE (mm)	120,51	99,99	93,45	62,40	39,95	24,20	26,04	40,18	61,00	91,30	99,90	116,82	875,74

t = gemiddelde maandelikse temperatuur; i = hitte-indeks = $(\frac{t}{5})^{1,514}$; O PE = onaangepaste potensiële evapotranspirasie; A PE = aangepaste potensiële evapotranspirasie

Tabel 2.15 Berekening van onder andere watertekorte en watersurplusse vanaf aangepaste potensiële evapotranspirasie en presipitasie vir die Roodeplaatdam-natuurreservaat (soos uiteengesit deur Mather 1973). Weerstasie c, kyk afdeling 2.4.2.

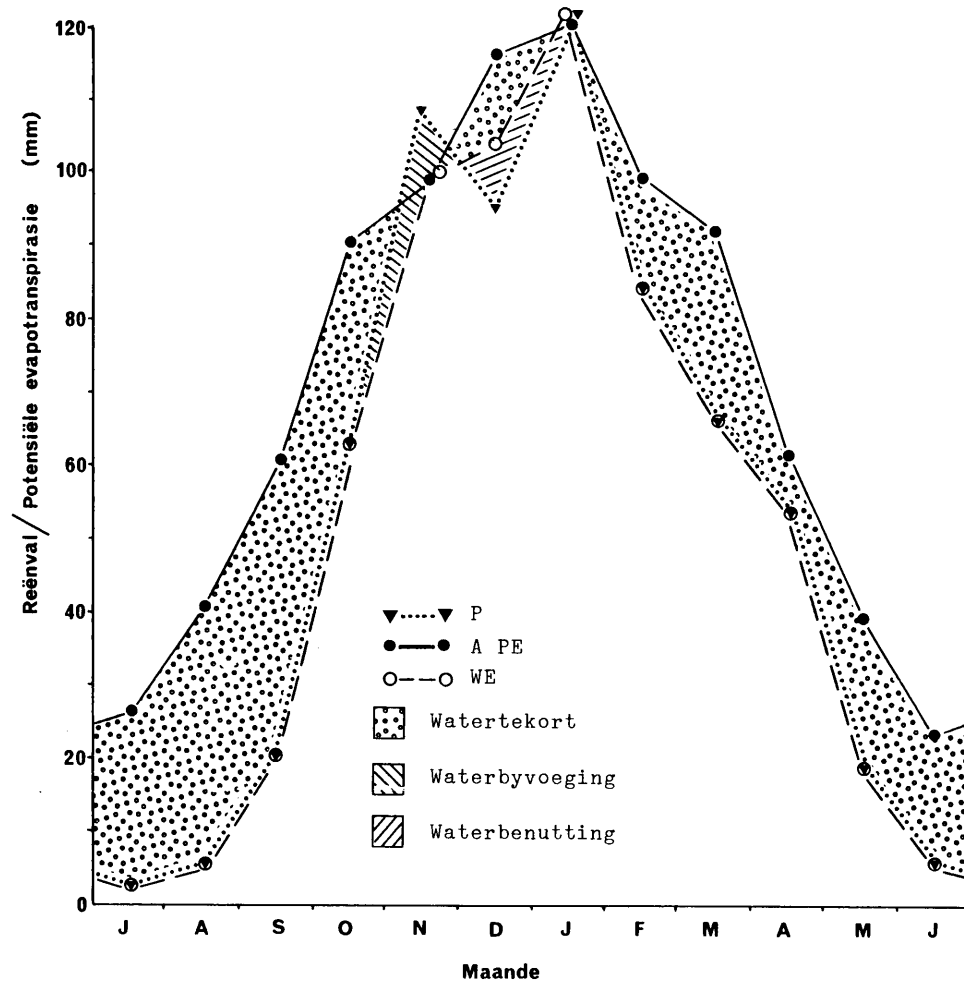
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	JAAR
A PE (mm)	120,51	99,99	93,45	62,40	39,95	24,20	26,04	40,18	61,00	91,30	99,90	116,82	875,74
P (mm)	120,9	84,9	66,9	54,5	19,6	6,2	3,1	5,5	20,1	63,9	109,2	95,3	650,1
P -APE (mm)	+0,39	-15,09	-26,55	-7,9	-20,35	-18,0	-22,94	-34,68	-40,9	-27,4	+9,3	-21,52	
Berging van water (mm)	0,39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,3	0	
Verandering in hoeveelheid water geberg (mm)	+0,39	-0,39	0	0	0	0	0	0	0	0	+9,3	-9,3	
WE (mm)	120,51	85,29	66,90	54,50	19,60	6,20	3,10	5,50	20,10	63,90	99,90	104,60	650,1
Watertekort (mm)	-	14,70	26,55	7,90	20,35	18,00	22,94	34,68	40,90	27,40	-	12,22	225,64
Watersurplus (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Afloop	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

A PE = aangepaste potensiële evapotranspirasie; P = reënval; WE = werklike evapotranspirasie

Tabel 2.16 Aangepaste potensiële evapotranspirasie (volgens Thornthwaite 1948) vir die Roodeplaatdam-natuurreservaat van September 1979 tot Augustus 1982. Weerstasie c, kyk afdeling 2.4.2

1979/80	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	JAAR
t (°C)	19,9	22,3	21,6	22,7	22,5	22,1	21,5	18,5	14,9	11,2	11,5	14,8	18,63
i	8,10	9,62	9,17	9,88	9,75	9,49	9,10	7,25	5,22	3,39	3,53	5,17	89,67
O PE (mm)	78,0	94,0	90,0	98,0	97,0	95,0	89,5	66,0	43,0	24,0	26,0	42,0	
A PE (mm)	78,0	103,4	99,9	115,6	113,5	95,9	94,0	63,4	40,4	21,1	24,2	41,2	890,6
P (mm)	3,3	91,0	166,5	45,5	174,8	176,9	43,5	2,8	1,0	0,0	0,0	0,0	705,3
1980/81	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	JAAR
t (°C)	17,4	21,4	21,6	22,6	24,3	22,1	20,7	19,1	14,8	11,2	12,7	13,6	18,46
i	6,61	9,04	9,17	9,82	10,95	9,49	8,59	7,61	5,22	3,39	4,10	4,55	88,54
O PE (mm)	60,0	89,0	90,0	97,0	112,0	93,0	85,0	71,0	42,5	26,0	32,5	37,0	
A PE (mm)	60,0	97,9	99,9	114,5	131,0	93,9	89,3	68,2	40,0	22,9	30,2	36,3	884,1
P (mm)	71,8	19,0	167,0	68,2	179,1	78,3	47,5	31,3	0,0	7,6	5,3	13,9	689,0
1981/82	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	JAAR
t (°C)	17,8	18,3	24,2	23,3	23,9	23,6	21,7	16,8	15,7	11,1	12,2	15,0	18,63
i	6,84	7,13	10,89	10,28	10,68	10,48	9,23	6,26	5,65	3,34	3,86	5,28	89,92
O PE (mm)	61,0	63,0	112,0	101,0	106,0	104,0	90,5	56,0	48,0	24,0	30,0	44,0	
A PE (mm)	61,0	69,3	124,3	119,2	124,0	105,0	95,0	53,8	45,1	21,1	27,9	43,1	888,8
P (mm)	19,6	29,1	39,7	55,0	201,6	25,1	53,6	27,3	1,5	0,0	28,5	0,0	481,0

t = gemiddelde maandelikse temperatuur; i = hitte-indeks; O PE = onaangepaste evapotranspirasie; A PE = aangepaste potensiële evapotranspirasie; P = reënval



Figuur 2.15 Jaarlikse verloop van die gemiddelde maandelikse reënval (P), aangepaste potensiële evapotranspirasie (A PE) en werklike evapotranspirasie (WE) op die Roodeplaatdam-natuurreservaat (Thornthwaite - klimaatdiagram, Thornthwaite 1948).
 Weerstasie: Roodeplaat (Tuinbou) $\phi = 25^{\circ}35' S$; $\lambda = 28^{\circ}21' O$.

Klimaatsklassifikasie (Thorntwaite 1948; Howe 1953; Schulze 1958)

Die klimaatswaterbalans word bepaal deur maandelikse vergelyking van reënval (P) met die aangepaste potensiële evapotranspirasie (A PE). Dit gee kwantitatiewe inligting aangaande periodes met 'n watersurplus en watertekort tydens 'n jaar. Hierdie faktore word nou gekombineer om 'n vogindeks te bereken, naamlik:

$$\begin{aligned} \text{Vogindeks } I_m &= \frac{100S - 60D}{A \text{ PE}} = \frac{0 - 13\,538,4}{875,74} \\ &= -15,46 \text{ (simbool } C_1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Humiditeitsindeks } I_h &= \frac{S}{A \text{ PE}} \times 100 \\ &= 0 \% \text{ (simbool } d) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dorheidsindeks } I_a &= \frac{D}{A \text{ PE}} \times 100 \\ &= 25,76 \% \end{aligned}$$

Termiese indeks = simbool B'₃ (= mesotermies) (Schulze 1958).

waar:

- S = jaarlikse watersurplus (mm)
- D = jaarlikse watertekort (mm)
- A PE = aangepaste potensiële evapotranspirasie (mm).

Die klimaatsklassifikasie van die Roodeplaatdam-natuurreservaat is nou soos volg (gebaseer op jaarlikse gegewens):

	Waarde	Simbool
A PE (mm)	875,74	
% somerbehoefte (=A PE vir Desember, Januarie en Februarie)	38,52	a'
P (reënval) (mm)	650,1	
Watersurplus (mm)	0	
Watertekort (mm)	225,64	
Surplus as % van A PE (I_h)	0	d
Tekort as % van A PE (I_a)	25,76	
Vogindeks $I_m = I_h - 0,6 I_a$	-15,46	C ₁
Termiese indeks		B' ₃

Dus klimaatstipe = C₁B'₃da' dit wil sê 'n semi-vogtige warm klimaat met min of geen watersurplusse in enige seisoen nie.

2.4.3.7 Wind

Die gemiddelde maandelikse windspoed by Roodeplaat (Tuinbou) wissel van 1,38 m.s⁻¹ in April tot 2,18 m.s⁻¹ in Oktober, terwyl die hoogste windspoed en windstoot op rekord as onderskeidelik 16,5 m.s⁻¹ en 30,8 m.s⁻¹ aangegee word (Tabel 2.17).

Tydens die bepaling van die daggang van windspoed op verskillende datums by die hoofstudieperseel, neig die wind om sy maksimum spoed teen ongeveer 12h00 te bereik. Die maksimum windspoed wat op die verskillende datums aangeteken is, was hoogstens 3,5 m.s⁻¹ (Tabel 2.18). Die windrigting was meesal noord, noordwes tot suidwes. Rukwinde kom egter baie voor en is 'n bekende verskynsel, wat deur meganiese of termiese turbulensie teweeggebring kan word (Lowry 1970).

Tabel 2.17 Die uiterste maksimum en minimum, en gemiddelde maandelikse windspoed by Roodeplaat (Tuinbou) (Weerburo 1974; N.I.G.B. 1982). Weerstasie a, kyk afdeling 2.4.2. Waarnemingstydperk: 23 jaar (eindigend 1982)

	Gemiddelde maandelikse windspoed (m.s^{-1})	Uiterste maandelikse:	
		maksimum (m.s^{-1})	minimum (m.s^{-1})
JAN	1,76	10,60	0,27
FEB	1,60	4,92	0,20
MRT	1,45	11,11	0,31
APR	1,38	4,76	0,12
MEI	1,43	8,79	0,23
JUN	1,47	3,73	0,34
JUL	1,53	4,83	0,39
AUG	1,81	9,87	0,60
SEP	1,98	6,20	0,38
OKT	2,18	8,91	0,29
NOV	1,99	7,49	0,47
DES	1,86	8,53	0,31
JAAR		11,11	0,12

Die hoogste windspoed en windstoot vir 'n tien jaar periode is onderskeidelik $16,5 \text{ m.s}^{-1}$ ($\approx 60 \text{ km.h}^{-1}$) en $30,8 \text{ m.s}^{-1}$ ($\approx 110 \text{ km.h}^{-1}$).

Tabel 2.18 Windspoed ($m.s^{-1}$) en windrigting^a aangeteken op verskillende ure en datums op die Roodeplaatdam-natuurreservaat (Kyk afdeling 2.4.2)

Tyd	DATUM																											
	1980-08-15	1980-09-12	1980-09-13	1980-10-10	1980-10-28	1980-11-07	1980-11-21	1980-12-18	1981-02-10	1981-02-21	1981-03-19	1981-03-27	1981-04-24	1981-06-07	1981-07-17	1981-08-01	1981-09-08	1981-10-06	1981-12-03	1982-01-06	1982-02-16	1982-03-12	1982-04-21	1982-05-16	1982-06-29	1982-08-13		
06h00																			0,0		0,0	0,5						
07h00																				0,0	1,4	0,0	1,0	0,0	0,0			
08h00	0,0									0,0	0,0	0,0					0,5	1,7	1,0		0,0	1,8	0,5	0,0	0,4			
09h00	1,6	0,0	1,6							0,0	0,0	0,0	0,0				1,2	1,8	1,0	2,0	0,0	1,0	2,0	0,5	0,3	1,0		
10h00	1,8	0,5	2,6			2,2	2,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,0			1,8	1,9	1,5	2,5	1,5	2,0		0,5	0,3	1,5		
11h00	1,4	2,0	1,6		0,8	3,0	2,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,9	1,0	2,0	1,2	1,8	2,6	2,1	2,0	2,0	1,0	0,5	0,3	2,0		
12h00	3,4	1,0	2,2	2,5		3,0	2,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0		1,5	3,5	1,6	2,5	0,0	0,6	1,5	2,0	1,5	0,5	1,7		
13h00	1,4	2,0	1,2			2,0	2,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,4			2,5	1,3	1,8	0,2	2,4	2,5	2,0	0,8	0,5				
14h00	1,6	1,2	1,2			2,0		0,0	0,0	0,0		0,0				1,0	0,8		1,5	2,5	0,5				2,5			
15h00		1,0	0,6													3,5	0,9	2,0	1,8	0,5	0,5	0,5			1,5			
16h00		0,5	2,0													1,8	0,5	1,1	1,2		1,3	0,5	1,6	0,8				
17h00																1,2	0,0	0,8		0,5		0,2	0,5	0,0				
18h00																				1,5								

^a Windrigting N = noord; O = oos; S = suid; W = wes; NO = noordoos; SO = suidoos; SW = suidwes; NW = noordwes
 Waar windspoed ontbreek, is geen lesings geneem nie.

HOOFSTUK 3

DIE PLANTGEMEENSAPPE

3.1	<u>INLEIDING</u>	53
3.2	<u>METODES</u>	53
3.3	<u>RESULTATE EN BESPREKING</u>	54
3.3.1	DIE <i>BERCHEMIA ZEYHERI</i> -BOSGROEPE	58
3.3.2	DIE <i>ACACIA KARROO</i> -GESLOTE BOOMVELD	67
3.3.3	DIE <i>ACACIA CAFFRA</i> -GESLOTE BOOMVELD	68
3.3.4	DIE <i>BURKEA AFRICANA</i> -GESLOTE BOOMVELD	73
3.3.5	DIE <i>SETARIA PERENNIS</i> - <i>POLYGALA HOTTENTOTTA</i> - GRASVELD	76
3.3.6	DIE <i>RHYNCHELYTRUM REPENS</i> - <i>CYNODON DACTYLON</i> - OULANDGRASVELD	76
3.4	<u>ALGEMEEN</u>	77

HOOFSTUK 3

DIE PLANTGEMEENSAPPE3.1 INLEIDING

Hierdie hoofstuk is op die beskrywing van die plantgemeenskappe van die Roodeplaatdam-natuurreservaat (RNR) deur Van Rooyen (1983b), gebaseer.

Die doel van hierdie studie was die klassifisering van die plantegroei gebaseer op floristiese samestelling met die doel om die verspreiding van die gemeenskappe asook om die dominante spesies vir die fenologiese studie vas te stel.

3.2 METODES

Om die plantegroei van die reservaat te klassifiseer is van die Braun-Blanquetmetode (Werger 1974) gebruik gemaak waardeur die variasie binne en verwantskappe tussen floristiese eenhede op 'n relatief eenvoudige wyse uitgebeeld word.

Die reservaat is in relatief homogene fisiografies-fisionomiese eenhede verdeel deur lugfoto's van die gebied te karteer, waarna 70 monsterpersele van 10 m x 20 m (Coetzee 1974) ewekansig binne hierdie eenhede uitgeplaas is. Die kroon=bedekking/getalsterkte-waarde van elke plantspesie is aan die hand van die Braun-Blanquetskaal aangeteken (Werger 1974). Vir die verwerking van die data en saamstel van die differensierende tabel is van 'n rekenaarprogram van Westfall *et al.* (1982) gebruik gemaak.

Die formasieklasse van Edwards (1983) is vir die fisionomiese beskrywing van die gemeenskappe gebruik behalwe in die geval van die bosgroepe waar die uitgang bosgroep eerder as woud verkies word.

Waar na die geologiese formasies van die gebied verwys word, kyk afdeling 2.3 en Figuur 2.4 vir 'n bespreking van die geologie. Die pH van die bogrond is bepaal soos dit in afdeling 2.4.2 beskryf word.

Hierdie studie is hoofsaaklik op die floristiese samestelling van die onderskeie plantgemeenskappe gerig en nie soseer die oorsaaklike habitatsfaktore waarmee die gemeenskappe en variasies gekorreleer kan word nie. Daar word dus slegs kortliks na die geologie en 'n aantal grondkenmerke verwys.

3.3 RESULTATE EN BESPREKING

Die lys van plantgemeenskappe wat op die Roodeplaatdam-natuurreservaat onderskei is, word in Tabel 3.1 saamgevat en in Figuur 3.1 word die ligging van elke plantgemeenskap aangetoon. Die volledige plantsosiologiese klassifikasie asook floristiese verwantskappe tussen die onderskeie gemeenskappe, word in Tabel 3.2 weergegee en die verklarings van die simbole wat vir die habitatgewens gebruik word, word in Tabel 3-3 aangedui. 'n Lys van alle spesies met hulle outeursitate kan in Hoofstuk 9 gevind word (Van Rooyen 1983b).

Die plantegroei van die RNR is hoofsaaklik op basis van differensiërende spesies in ses plantgemeenskappe verdeel. Een van die plantgemeenskappe is in vier en 'n ander in drie variasies onderverdeel. Die ses gemeenskappe word deur die teenwoordigheid van spesies uit die volgende spesiegroepe (Tabel 3.2) gekenmerk:

<i>Berchemia zeyheri</i> -bosgroepe	:spesiegroep E
<i>Acacia karroo</i> -geslote boomveld	:spesiegroep F
<i>Acacia caffra</i> -geslote boomveld	:spesie I
<i>Burkea africana</i> -geslote boomveld	:spesiegroep M
<i>Setaria perennis</i> - <i>Polygala hottentotta</i> - grasveld	:spesiegroep Q
<i>Rhynchelytrum repens</i> - <i>Cynodon dactylon</i> - oulandgrasveld	:spesiegroep G

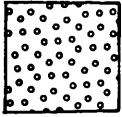
Tabel 3.1 'n Lys van die plantgemeenskappe en variasies op die Roodeplaatdam-natuurreservaat — samevatting (vergelyk Tabel 3.2)

-
- 3.3.1 Die *Berchemia zeyheri*-bosgroepe
- a. Die *Berchemia zeyheri*-*Combretum erythrophyllum*-bosgroepe
 - b. Die *Berchemia zeyheri*-*Acacia robusta*-bosgroepe
 - c. Die *Berchemia zeyheri*-*Dovyalis zeyheri*-bosgroepe
 - d. Die *Berchemia zeyheri*-*Scolopia zeyheri*-bosgroepe
- 3.3.2 Die *Acacia karroo*-geslote boomveld
- 3.3.3 Die *Acacia caffra*-geslote boomveld
- a. Die *Acacia caffra*-*Setaria perennis*-geslote boomveld
 - b. Die *Acacia caffra*-*Combretum apiculatum*-geslote boomveld
 - c. Die *Acacia caffra*-*Faurea saligna*-oop boomveld
- 3.3.4 Die *Burkea africana*-geslote boomveld
- 3.3.5 Die *Setaria perennis*-*Polygala hottentotta*-grasveld
- 3.3.6 Die *Rhynchelytrum repens*-*Cynodon dactylon*-oulandgrasveld
-

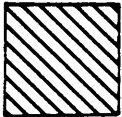
Sleutel



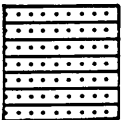
Berchemia zeyheri-bosgroepe



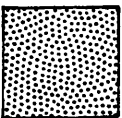
Acacia karroo-geslote boomveld



Acacia caffra-Setaria perennis-geslote boomveld



Acacia caffra-Combretum apiculatum-geslote boomveld



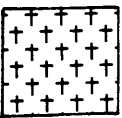
Acacia caffra-Faurea saligna-oop boomveld



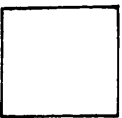
Burkea africana-geslote boomveld



Setaria perennis-Polygala hottentotta-grasveld

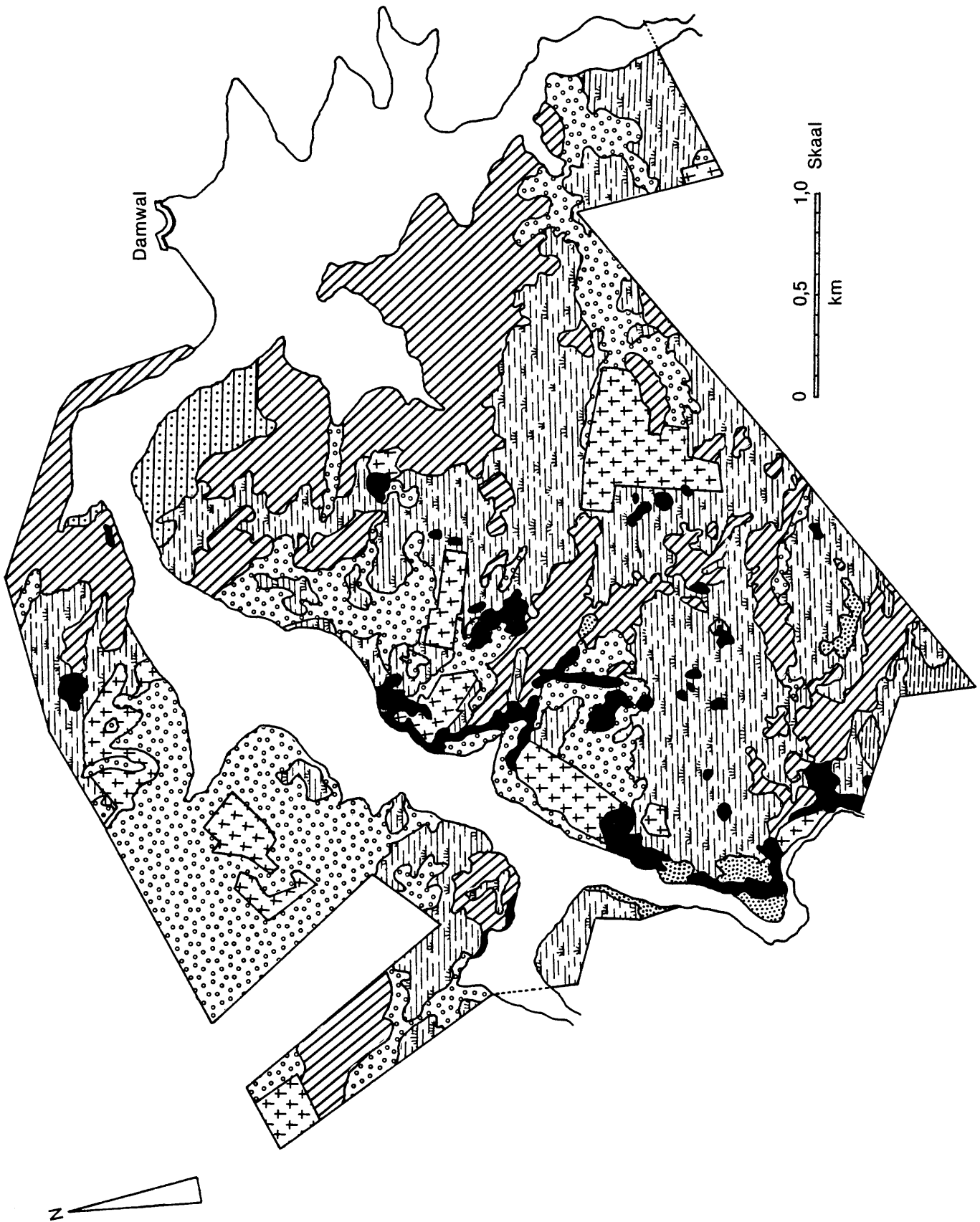


Rhynchelytrum repens-Cynodon dactylon-oulandgrasveld



Roodeplaatdam

Figuur 3.1 'n Plantegroeikaart van die Roodeplaatdam-natuurreservaat. Die gedeelte van die reservaat oos van die dam, wat deur die Raad van Openbare Oorde beheer word, is nie in die kaart ingesluit nie.



3.3.1 DIE *BERCHEMIA ZEYHERI*-BOSGROEPE

Hierdie bosgroepe word hoofsaaklik aan die oostekant van die Roodeplaatdam in die sentrale en suidelike gedeeltes van die reservaat, op vlaktes en teen hellings van tot 20°, wat oorwegend wes front, aangetref (Figuur 3.1). Die bosgroepe kom oorwegend op kwartsiete van die Transvaalsupergroep voor (Figuur 2.4) op gronde wat wissel van 'n fynkorrelrige sandleem tot sandklei. In die meeste gevalle kom baie min klippe op die grondoppervlak voor, maar tot 30 % van die grondoppervlakte kan in sommige gevalle met klippe bedek wees. Die bcgrond is taamlik suur tot neutraal en die pH wissel van 5 tot 7 (Tabel 3.2).

Hierdie gemeenskap word deur die teenwoordigheid van differensierende boomspesies soos onder andere *Berchemia zeyheri*, *Psoralea capensis*, *Olea europaea* subsp. *africana*, *Cassine burkeana* en *Cussonia paniculata* asook struikspesies soos *Zanthoxylum capense*, *Carissa hispida*, *Maytenus polyacantha* en *Pavetta gardeniifolia* gekenmerk. Die kroonbedekking is meesal hoër as 80 %.

Die kruidstratum word deur die teenwoordigheid van differensierende kruidspesies soos *Panicum maximum* en *Scadoxus puniceus* gekenmerk. Ander opvallende kruidspesies wat verspreid in die gemeenskap aangetref word, is onder andere *Bidens bipinnata*, *Asparagus africanus*, *Tagetes minuta* en *Teucrium trifidum*.

Die *Berchemia zeyheri*-bosgroepe word in vier variasies onderverdeel op grond van die teenwoordigheid of afwesigheid van spesiegroepe A, B, C, D, O en V (Tabel 3.2) naamlik:

- a. Die *Berchemia zeyheri*-*Combretum erythrophyllum*-bosgroepe wat deur die teenwoordigheid van spesiegroep A gekenmerk word en differensierende spesies soos onder andere *Combretum erythrophyllum*, *Melia azedarach*, *Achyranthes aspera* en *Sebaea junodii* bevat (Figuur 3.2).

Hierdie variasie is higrofilies van geaardheid en kom

TABEL 3.2 N PLANTSOSIOLOGIESE KLASSEKASIE VAN DIE PLANTGEMEENSAPPE VAN DIE ROODEPLAATDAM-NATUURRESERVAAT²

GEMEENSAPNOMMER	3.3.1				3.3.2				3.3.3				3.3.4				3.3.5				3.3.6													
	a	b	c	d	.	.	.	.	.	.	a	b	c	.	.	.	.	a	b	c	.	.	.	.	a	b	c	d	.	.	.	.	.	.
KLIPBEDEKING	321	00	0 110	112	0	00010	100211	0151486	15147	816	42474	1221115	1120762	422	1000100																			
HELLING	341	11	1101	000	0	000010	111111	0141110	11111	211	10100	0110011	1111020	1111	0110011																			
ASPEK	S	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	
GRONDEKSTUUR	454	43	3433	343	6	55533	555643	6554424	33443	342	23222	3345433	4455243354	3322444																				
PH	765	65	6663	665	6	56555	66666	6566655	66665	755	55555	6666555	666566555	6666666																				
KROONBEDEKING	999	89	9999	996	5	54246	2515451	33223132	52321	333	32253	0000000	000000100	0000010																				
GETAL SPESIES	332	55	4343	325	5	55454	3523343	55344354	55444	455	44444	4344444	34433343	2222322																				
RELEVENOMMER	444	67	6666	666	3	55526	23242	2553554	33339	124	141	1	121	33	62	1	4	2	11	2415														
	453	90	3564	3781	0	4759	2536221	7830185	23142	716	18792	274806	78806554999	1630036																				

A	SPESIEGROEP A2	DIFFERENSIERENDE SPESIES VIR DIE BERCHERIA ZEYHERI-COMBRETUM ERYTHROPHYLLUM-BOSGROEPE
	COMBRETUM ERYTHROPHYLLUM	A11 :
	MELIA AZEDARACH	A+2 :
	ACHYRANTHES ASPERA	R1 :
	SEBAEA JUNDII	RR :
B	SPESIEGROEP B2	DIFFERENSIERENDE SPESIES VIR DIE BERCHERIA ZEYHERI-ACACIA ROBUSTA-BOSGROEPE
	ACACIA ROBUSTA	3342 :
	HIBISCUS CALYPHYLLUS	BB :
	JUSTICIA FLAVA	B+ :
	PORTULACA PILOSA	RR2 :
C	SPESIEGROEP C:	ONDERSKEIDENDE SPESIES VIR DIE BERCHERIA ZEYHERI-DOVVALIS ZEYHERI-BOSGROEPE
	DOVVALIS ZEYHERI	+ 2 R21A+ :
	COMMELINA BENGHALENSIS	+ 12R+1+ :
	RHYNCHOSIA CARIBAEA	+ + + +1 + :
	KEDOSTIS FOETIDISSIMA	+ + + + + :
	ALOE MARLOTHII	+ + + + :
	DELOSPERMA HERBEUM	+ + + + R :
	SARCOSTERMA VIMINALE	+ + + + + :
	SANSEVIERIA AETHIOPICA	+ + + + + :
	ACHYROPSIS LEPTOSTACHYA	+ + + + + R :
D	SPESIEGROEP D:	ONDERSKEIDENDE SPESIES VIR DIE BERCHERIA ZEYHERI-SCOLOPIA ZEYHERI-BOSGROEPE
	SCOLOPIA ZEYHERI	: R2+ + R1+ + :
	OPUNTIA FICUS-INDICA	+ 1 + + + 1112 + + :
	CYPHOSSTEMMA CIRRHOSUM	+ + + + + R + + :
	EUCLIA UNULATA	+ + + + + A1211 :
	PUPALIA ATROPURPUREA	+ + + + + + 1111 + :
	ASPARAGUS AETHIOPICUS	+ + + + + + + + :
	SOLANUM COCCINEUM	+ + R1 + R2 :
	RHOICISSUS TRIDENIATA	+ + + + + 11 + :
	SCHISTOSTEPHIUM HEPTALOBUM	+ + + + + 1 :
	ABUTILON PILOSO-CINERUM	+ + 1 : R + :
E	SPESIEGROEP E:	DIFFERENSIERENDE SPESIES VIR DIE BERCHERIA ZEYHERI-BOSGROEPE
	BERCHERIA ZEYHERI	+ A 2AA21 A12 31 :
	PAPPEA CAPENSIS	+ + + + 11A32A 0 :
	PANICUM MAXIMUM	+ + + + 1111 211A :
	ZANTHOXYLUM CAPENSE	+ + + + + 21 + 2R :
	CARISSA BISPINOSA	+ + 1 + + 11 + 2A :
	SCADDUS PUNICUS	+ + R2 + + R2 + R :
	PAVETTA GARDENIIFOLIA	+ + + + + R + 12 :
	CASSINE BURKEANA	+ 1 12A241 2B :
	MAYTENUS POLYACANTHA	+ + + + 12A AA :
	OLEA EUROPAEA	A3 + + 21 1 : B :
	CUSSONIA PANICULATA	R2R2 1 : + :
F	SPESIEGROEP F:	DIFFERENSIERENDE SPESIES VIR DIE ACACIA KARROO-GESLOTE BOOMVELD
	ACACIA KARROO	RR :
	DIGITARIA ARGYROGRAPTA	RR :
	SETARIA SPHACELATA	RR :
	PANICUM COLORATUM	RR :
	CORCHORUS ASPLENIFOLIUS	RR :
G	SPESIEGROEP G:	GEMEENSKAPLIKE SPESIES VIR GEMEENSAPPE 3.3.2 + 3.3.6
	CYNODON DACTYLON	+ + + + :
	ARISTIDA CONGESTA SUBSP. CONGESTA	+ + + + 1 1 + :
	BOTHRIOCHLOA INSCULPTA	+ + + + R 1 + :
	VERBENA BONARIENSIS	RR :
H	SPESIEGROEP H:	GEMEENSKAPLIKE SPESIES VIR GEMEENSAPPE 3.3.1 + 3.3.2
	BIDENS BIPINNATA	R+12 + R+ :
	TEUCRIUM TRIFIDUM	+ 2R+ 2 :
	ASPARAGUS AFRICANUS	1 R2+ + 2 + 2R :
	TAPHRICHYLLUM PARVIFOLIUM	+ + 2R+ + :
	RHUS PYROIDES	+ + + + 1 :
	DIOSPYROS LYCIIIDES	+ + + + + :
	SOLANUM PANOURAIFORME	+ + + + + :
	CLEMATIS OWENIAE	+ + + + + :
	OXALIS OBLIQUIFOLIA	+ + + + + :
	DIGITARIA ERIANTHA SUBSP. ERIANTHA	+ + + + + 1 :
	ALOE TRANSVAALENSIS	+ + + + + :
I	SPESIE I:	DIFFERENSIERENDE SPESIE VIR DIE ACACIA CAFFRA-GESLOTE BOOMVELD
	ACACIA CAFFRA	: : : : 1+ :
J	SPESIEGROEP J:	DIFFERENSIERENDE SPESIES VIR DIE ACACIA CAFFRA-COMBRETUM APICULATUM-GESLOTE BOOMVELD
	COMBRETUM APICULATUM	: : : : :
	HYPERTHELIA DISSOLUTA	: : : : :
	TEPHROSIA MULTIJUGA	: : : : :
	SETARIA LINDENBERGIANA	: : : : :
	ENNEAPOGON SCOPARIUS	: : : : :
	EVOLVULUS ALSINOIDES	: : : : :
K	SPESIE K:	DIFFERENSIERENDE SPESIE VIR DIE ACACIA CAFFRA-FAUREA SALIGNA-OOP BOOMVELD
	FAUREA SALIGNA	: : : : :
L	SPESIEGROEP L:	GEMEENSKAPLIKE SPESIES VIR VARIASIES 3.3.3b + 3.3.3c
	COMBRETUM MOLLE	+ + + + :
	ALBUCA SETOSA	+ + + + :

M SPESIEGROEP M: DIFFERENSIERENDE SPESIES VIR DIE BURKEA AFRICANA-GESLOTE BOOMVELD

Table with columns for species names (BURKEA AFRICANA, CRYPTOLEPIS DLONGIFOLIA, etc.) and various alphanumeric codes representing habitat preferences.

N SPESIEGROEP N: GEMEENSKAPLIKE SPESIES VIR VARIASIES 3.33b, 3.33c + GEMEENSKAP 3.3.4

Table with columns for species names (OZGROA PANICULOSA, RHUS ZEYHERI, etc.) and various alphanumeric codes representing habitat preferences.

O SPESIEGROEP O: GEMEENSKAPLIKE SPESIES VIR VARIASIES 3.31b, 3.31c, 3.31d, GEMEENSKAPPE 3.3.2 + 3.3.3

Table with columns for species names (RHUS LEPTODICTYA, LANTANA RUGOSA, etc.) and various alphanumeric codes representing habitat preferences.

P SPESIEGROEP P: GEMEENSKAPLIKE SPESIES VIR VARIASIE 3.31b + GEMEENSKAP 3.3.3

Table with columns for species names (MAYTENUS HETEROPHYLLA, ZIZIPHUS MUCRONATA, etc.) and various alphanumeric codes representing habitat preferences.

Q SPESIEGROEP Q: DIFFERENSIERENDE SPESIES VIR DIE SETARIA PERENNIS- POLYGALA HOTTENTOTTA-GRASVELD

Table with columns for species names (POLYGALA HOTTENTOTTA, BABIANA HYPOGEA, etc.) and various alphanumeric codes representing habitat preferences.

R SPESIEGROEP R: GEMEENSKAPLIKE SPESIES VIR GEMEENSKAPPE 3.3.4 + 3.3.5

Table with columns for species names (TRIUMFETTA SONDERI, MELICHRYSUM ATMORXIFOLIUM, etc.) and various alphanumeric codes representing habitat preferences.

S SPESIEGROEP S: GEMEENSKAPLIKE SPESIES VIR GEMEENSKAPPE 3.3.3, 3.3.4 + 3.3.5

Table with columns for species names (DIHETEROPOGON AMPLECTENS, LOUDETIA FLAVIDA, etc.) and various alphanumeric codes representing habitat preferences.

T SPESIEGROEP T: GEMEENSKAPLIKE SPESIES VIR GEMEENSKAPPE 3.3.2 tot 3.3.5

Table with columns for species names (OLEODENDRUM TRIPHYLLUM, BRACHIARIA SERRATA, etc.) and various alphanumeric codes representing habitat preferences.

U SPESIEGROEP U: GEMEENSKAPLIKE SPESIES VIR GEMEENSKAPPE 3.3.2 tot 3.3.6

Table with columns for species names (RHYNCHELYTRUM REPENS, ERAGROSTIS CURVULA, etc.) and various alphanumeric codes representing habitat preferences.

V SPESIEGROEP V: GEMEENSKAPLIKE SPESIES VIR GEMEENSKAPPE 3.3.1 tot 3.3.6

Table with columns for species names (ALGE DAVYANA, LIPPIA JAVANICA, etc.) and various alphanumeric codes representing habitat preferences.

* DIE VERKLARINGS VAN DIE SIMBOLE WAT VIR HABITATINLIGTING GEBRUIK IS WORD IN TABEL 3.3 GEGEE

Tabel 3.2 (vervolg) Spesiegroep W: Gemeenskaplike en yl-verspreide spesies.
 Die spesienaam, relevénommer en bedekking/getalsterktewaarde
 word aangetoon, byvoorbeeld ^a= relevénommer, ^b= bedekking/
 getalsterktewaarde

Barleria macrostegia (54^a, R^b; 57, +; 25, R; 23, R; 28, R; 9, +; 11, +) *Tragus heteronianus* (41, R; 48, R; 31, R; 52, R; 40, +; 13, +) *Eragrostis rigidior* (61, +; 23, +; 48, +; 31, 1; 13, +) *Gomphrena celosioides* (41, R; 46, R; 4, R; 16, R; 3, R) *Helichrysum rugulosum* (28, R; 6, +; 5, +; 16, +; 20, +) *Indigofera heterotricha* (42, R; 32, +; 37, +; 38, R; 40, R) *Schizachyrium sanguineum* (50, A; 17, R; 37, +; 5, R; 29, +) *Sida dregei* (65, R; 67, R; 41, R; 58, R; 31, R) *Crabbea hirsuta* (39, +; 36, R; 33, R; 2, +) *Melhania prostrata* (70, +; 61, R; 30, R; 31, R) *Dicoma zeyheri* (33, +; 8, R; 49, R; 9, R) *Commelina livingstonei* (31, +; 19, +; 6, R; 37, R) *Monsonia angustifolia* (54, R; 59, R; 42, R; 46, R) *Pogonanthria squarrosa* (41, +; 10, R; 11, A; 13, +) *Acacia tortilis* (61, 1; 25, +; 36, R; 51, +) *Sonchus dregeanus* (27, R; 49, R; 16, R; 40, R) *Ipomoea ommaneyi* (57, +; 62, +; 58, +; 18, +) *Phyllanthus incurvus* (34, R; 46, R; 12, R) *Setaria nigrinostriis* (36, +; 27, +; 21, +) *Anthericum trichophlelium* (57, R; 58, +; 8, R) *Trachypogon spicatus* (50, +; 51, +; 17, +) *Cyperus margaritaceus* (61, +; 14, R; 40, +) *Cyperus obtusiflorus* (48, +; 21, +; 38, R) *Drimia ciliaris* (17, +; 1, +; 9, +) *Eriospermum cooperi* (66, R; 55, R; 22, R) *Hibiscus trionum* (39, R; 41, R; 58, R) *Ipomoea bathycolpos* (54, R; 27, R; 28, +) *Kohautia virgata* (42, R; 38, +; 3, +) *Lactuca capensis* (28, R; 26, R; 11, R) *Limeum viscosum* (18, R; 47, R; 14, R) *Ornithogalum tenuifolium* (69, R; 7, R; 15, 1) *Rubia horrida* (39, +; 54, R; 25, R) *Striga bilakiata* (57, +; 58, +; 60, R) *Turkina oblongata* (27, +; 28, +; 10, 1) *Vernonia galpinii* (46, R; 47, R; 15, +) *Zinnia peruviana* (61, 1; 39, +; 54, 1) *Pavonia burchellii* (41, R; 33, R) *Asparagus lanicinus* (55, R; 62, +) *Aristida diffusa* (48, +; 37, 1) *Gisekia pharnaceoides* (19, +; 40, R) *Cassia kiensis* (17, R; 49, +) *Agrimonia odorata* (43, +; 20, +) *Anomatheca grandiflora* (45, R; 39, +) *Anthospermum rigidum* (24, R; 21, +) *Blepharis integrifolia* (54, R; 55, R) *Brayulinia densa* (41, R; 13, +) *Bulbine narcissifolia* (39, R; 62, R) *Cassia comosa* (47, R; 15, R) *Ceratotheca triloba* (48, R; 19, R) *Corchorus confusus* (35, +; 60, R) *Crassula capitella* (65, R; 66, R) *Verbena brasiliensis* (58, R; 53, R) *Setaria flabellata* (59, A; 25, 3) *Achyranthes sicula* (69, R; 61, +) *Crossandra greenstockii* (30, +; 34, +) *Cucumis africanus* (42, +; 12, +) *Cynoglossum lanceolatum* (48, R; 20, +) *Eragrostis capensis* (21, R; 13, +) *Gnidia sericocephala* (28, R; 5, R) *Haemanthus albiflos* (46, R; 2, R) *Helichrysum coriaceum* (12, R; 7, +) *Hermannia parvula* (52, R; 8, R) *Kyllinga alba* (4, R; 40, R) *Lansea edulis* (46, +; 18, 1) *Lepidium virginicum* (65, +; 67, +) *Lotononis bainesii* (42, R; 41, R) *Maerua calra* (69, +; 64, +) *Merremia palmata* (27, R; 26, R) *Oenothera rosea* (39, +; 20, +) *Osynis lanceolata* (66, R; 33, +) *Oxalis corniculata* (36, R; 41, +) *Parinari capensis* (18, +; 4, +) *Paspalum dilatatum* (41, +; 3, R) *Physalis angulata* (41, +; 40, R) *Plectranthus neochilus* (69, +; 70, R) *Polygala amatymbica* (22, R; 58, R) *Rhynchosia monophylla* (37, 1; 9, +) *Sida rhombifolia* (43, +; 20, +) *Sutera burkeana* (46, R; 14, R) *Trichodesma physaloides* (60, R; 9, +) *Waltheria indica* (68, R; 18, R) *Ximenia caffra* (30, 1; 2, +) *Scabiosa columbaria* (3, R) *Convolvulus sagittatus* (56, R) *Bothriochloa glabra* (39, 1) *Rhynchosia totta* (50, R) *Acalypha angustata* (12, +) *Alysicarpus rugosus* (10, R) *Andropogon eucomus* (41, R) *Anthericum angulicaule* (14, R) *Araujia sericifera* (43, +) *Aristida junciformis* (19, R) *Aristida pilgeri* (38, +) *Asclepias burchellii* (26, R) *Asclepias fruticosa* (39, R) *Barleria obtusa* (70, A) *Becium obovatum* (15, R) *Bequaertiodendron magalimontanum* (19, 1) *Bergia decumbens* (10, R) *Berkheya radula* (39, +) *Blepharis innocua* (24, +) *Blepharis transvaalensis* (46, R) *Boscia albitrunca* (63, 1) *Brachiana brizantha* (18, +) *Bromus leptoclados* (43, +) *Bulbostylis burchellii* (33, R) *Canthium gilfillanii* (67, R) *Cassia italica* (31, R) *Chascanum pinnatifidum* (26, +) *Chenopodium polyspermum* (61, +) *Chlorophytum howkeri* (25, R) *Cymbopogon prolixus* (19, 1) *Cyperus sexangularis* (39, +) *Cyphocarpa cruciata* (57, R) *Datura lenox* (13, +) *Dichondra repens* (44, 1) *Digitaria longiflora* (3, R) *Digitaria eriantha* subsp. *stolonifera* (41, A; 14, R; 9, +)

Dolichos linearis (33, R) *Echinochloa holubii* (39, +) *Ehrharta erecta* (44, R) *Epaltes gariepina* (10, +; 38, R) *Eragrostis barbinodis* (13, 1) *Eragrostis nindensis* (38, +) *Eragrostis pseudosclerantha* (59, 1) *Euphorbia geniculata* (43, A) *Fadogia monticola* (18, A) *Fingerhuthia sesleriiformis* (54, +) *Galopina circaeoides* (44, R) *Gazania krebsiana* (2, R) *Gerbera ambigua* (36, +) *Glycine wightii* (61, +) *Graderia subintegra* (37, +) *Grewia subspathulata* (67, +) *Helichrysum paronychioides* (60, R) *Helichrysum subulifolium* (51, R; 48, +; 52, R; 14, R; 8, R; 9, +) *Hibiscus pusillus* (54, R; 23, R; 27, R; 48, R; 52, R; 6, R) *Hyparrhenia rudis* (20, 3) *Hypoxis argentea* (50, R) *Ipomoea gracilisepala* (26, +) *Kalanchoe paniculata* (33, +) *Kedrostis africana* (69, +) *Lanea discolor* (19, R) *Lantana camara* (45, +) *Leucas martinicensis* (43, R) *Ligustrum lucidum* (43, +) *Lithospermum cinereum* (56, R) *Lotononis hirsuta* (49, 1) *Loudetia simplex* (1, +) *Mariscus congestus* (39, +) *Mariscus macer* (61, +) *Merremia tridentata* (46, R) *Monsonia burkeana* (39, R) *Mundulea senicea* (70, R) *Neorautanenia ficifolius* (13, +) *Ocimum urticifolium* (64, +) *Oenothera indecora* (41, R) *Oldenlandia herbacea* (4, +) *Osteospermum muricatum* (58, R) *Pachycarpus schinzianus* (4, +) *Panicum natalensis* (15, +) *Pearsonia sessilifolia* (50, +) *Pelargonium luridum* (38, R) *Pellaea viridis* (53, R) *Pentanisia angustifolia* (5, +) *Perotis patens* (4, R) *Piloselloides hirsuta* (36, +) *Polycarpaea corymbosa* (47, R) *Raphionacme burkei* (18, R) *Salvia runcinata* (39, R) *Schoenoplectus muricinax* (39, +) *Scleria kulbikera* (5, +) *Selaginella dregei* (46, R) *Senecio affinis* (47, +) *Senecio conrathii* (10, +) *Senecio pleistocephalus* (69, +) *Senecio transvaalensis* (48, +) *Sesamum triphyllum* (13, R) *Sida alba* (40, R) *Solanum seafonthianum* (45, R) *Sonchus integrifolius* (24, R) *Sphedamnocarpus transvaalica* (50, 1) *Sporobolus africanus* (3, +) *Strychnos punnens* (19, B) *Talinum annotii* (61, R) *Tephrosia acaciaefolia* (16, +) *Tephrosia polystachya* (13, R) *Tragia rupestris* (62, +) *Tribulus terrestris* (61, R) *Tricholaena monachne* (31, +) *Tritonia nelsonii* (53, +) *Trochomeria macrocarpa* (19, +) *Tulbaghia leucantha* (39, 1) *Urochloa panicoides* (13, 1) *Vahlia capensis* (42, R; 28, R; 10, R) *Vernonia poskeana* (19, A) *Viscum rotundifolium* (66, R) *Wahlenbergia caledonica* (7, +) *Wahlenbergia undulata* (48, R) *Bidens pilosa* (43, +)

Tabel 3.3 Verklaring van simbole in Tabel 3.2

1. Klipbedekking (persentasie - tot naaste 1 persent)

Simbool	Persentasie
0	0
1	1 - 10
2	11 - 20
3	21 - 30
4	31 - 40
5	41 - 50
6	51 - 60
7	61 - 70
8	71 - 80
9	81 - 100

2. Helling (grade - tot naaste 1 graad)

Simbool	Grade
0	0
1	1 - 5
2	6 - 10
3	11 - 15
4	16 - 20

3. Aspek

Simbool	Verklaring
N	Noord ($>315^{\circ}$ - 360° ; 0° - 45°)
O	Oos ($>45^{\circ}$ - 135°)
S	Suid ($>135^{\circ}$ - 225°)
W	Wes ($>225^{\circ}$ - 315°)

4. Grondtekstuur

Simbool	Verklaring
1	Sand
2	Leemsand
3	Sandleem
4	Sandkleileem
5	Sandklei
6	Klei

5. pH (met water) - werklike syfer benader tot naaste heelgetal

Simbool	Verklaring
5	Taamlik suur
6	Matig suur
7	Neutraal

6. Kroonbedekking van houtagtige stratum (persentasie - tot naaste 1 persent)

Simbool	Persentasie	Simbool	Persentasie
0	0	5	41 - 50
1	1 - 10	6	51 - 60
2	11 - 20	7	61 - 70
3	21 - 30	8	71 - 80
4	31 - 40	9	81 - 100

langs die dam teen wesfrontglooiings met hellings van tot 20° , op klipperige sandkleileem tot sandkleigronde voor.

Hierdie variasie word van die ander drie onderskei deur die teenwoordigheid van spesiegroep A en die afwesigheid van spesiegroepe B, C, D, O en V.

- b. Die *Berchemia zeyheri*-*Acacia robusta*-bosgroepe wat deur die teenwoordigheid van spesiegroep B gekenmerk word, met differensiërende spesies soos *Acacia robusta*, *Hibiscus calyphyllus*, *Justicia flava* en *Portulaca pilosa*.

Hierdie variasie, net soos variasies c en d, word meesal deur die *Setaria perennis*-*Polygala hottentotta*-grasveld omring. Variasie b kom teen wesfrontglooiings met hellings van tot 5° op sanderige leem tot sandkleileemgronde voor. Geen klippe word op die oppervlak aangetref nie.

- c. Die *Berchemia zeyheri*-*Dovyalis zeyheri*-bosgroepe wat deur die teenwoordigheid van spesiegroep C en afwesigheid van spesiegroep B gekenmerk word. Die bosgroepe word deur spesies soos onder andere *Commelina benghalensis*, *Rhynchosia caribaea*, *Dovyalis zeyheri*, *Kedrostis foetidissima*, *Delosperma herbeum* en *Aloe marlothii*, gekenmerk.

Die habitat van hierdie variasie stem grootliks met dié van variasie b ooreen, maar tot 'n 10 % klipbedekking kan voorkom.

- d. Die *Berchemia zeyheri*-*Scolopia zeyheri*-bosgroepe (Figuur 3.3) wat deur die teenwoordigheid van spesiegroep D en afwesigheid van spesiegroepe B en C gekenmerk word en onder andere die volgende differensiërende spesies insluit: *Opuntia ficus-indica*, *Scolopia zeyheri*, *Cyphostemma cirrhosum*, *Pupalia atropurpurea*, *Asparagus aethiopicus* en *Solanum coccineum*. Die habitat van hierdie variasie stem ooreen met dié van variasie b en c, maar kom op gelyke grond voor met 'n klipbedekking van tot 20 %.

Figuur 3.2 Die *Berchemia zeyheri-Combretum erythrophyllum*-bosgroepe aanliggend aan die Roodeplaatdam.

Figuur 3.3 'n Voorbeeld van die *Berchemia zeyheri-Scolopia zeyheri*-bosgroepe oos van die Roodeplaatdam.

Figuur 3.4 Die *Acacia karnoo*-geslote boomveld.



Variasies b tot d stem dus tot 'n groot mate ooreen wat die habitat betref, maar word tog van mekaar onderskei weens verskille in floristiese samestelling. Hierdie verskille is die gevolg van verskille in oppervlakte (grootte) en waarskynlik suksessiestadium van die bosgroepe. Die grootste spesieverskeidenheid is dan ook by variasie b, wat die grootste bosgroepe verteenwoordig, aangeteken.

3.3.2 DIE *ACACIA* KARROO-GESLOTE BOOMVELD

Die grootste gedeelte van hierdie gemeenskap word aan die westekant en 'n kleiner gedeelte direk aan die oostekant van die Roodeplaatdam, hoofsaaklik op vlaktes en teen hellings van tot 5° aangetref (Figuur 3.1).

Die gemeenskap is tot ferrogabbro en ferrodioriet van die Bosveldkompleks en diabaas, in laagliggende vlaktes met kleigronde beperk (Figuur 2.4). Die gronde is oorwegend 'n fynkorrelrige sandleem tot klei en het die hoogste gemiddelde kleipersentasie van al die gemeenskappe. Die persentasie klipbedekking is in die meeste gevalle laer as 20 %, met enkele dagsome wat hier en daar aangetref word. Die bogrond is taamlik tot matig suur aangesien die pH van 5 tot 6 wissel (Tabel 3.2).

Die *Acacia karroo*-geslote boomveld word deur spesiegroep F gedifferensieer en daar word tussen 26 en 54 plantspesies per relevé aangetref (Tabel 3.2).

Hierdie gemeenskap word veral deur die hoë kroonbedekkingswaardes van *Acacia karroo* gekenmerk. Ander houtagtige spesies wat verspreid in die gemeenskap aangetref word, is *Grewia flava*, *Rhus lancea*, *Ziziphus mucronata* en *Euclea crispa* (Figuur 3.4).

Die kruidstratum word deur die teenwoordigheid van differensierende kruidspesies soos *Panicum coloratum*, *Digitaria argyrograpta*, *Setaria sphacelata* en *Conchorus asplenifolius* gekenmerk. Ander opvallende kruidspesies wat veral hoë

bedekkingswaardes toon, is *Eragrostis curvula*, *Themeda triandra*, *Heteropogon contortus* en *Setaria perennis*.

Die oulandgedeeltes van gemeenskap 3.3.6 word op dieselfde geologiese formasies as dié van gemeenskap 3.3.2 aangetref. Afgesien van die ooreenkoms tussen hierdie twee gemeenskappe ten opsigte van die hoë kleifraaksie in hul grond, persentasie klipbedekking, helling, aspek en pH van die grond, is daar ook 'n floristiese verwantskap tussen hulle (Tabel 3.2), wat daarop dui dat die oulande waarskynlik in dele voorkom wat oorspronklik as *Acacia karroo*-geslote boomveld beskryf sou kon word.

Relevé 39 verteenwoordig 'n gebied wat heel waarskynlik besig is om tot 'n bosgroep te ontwikkel, aangesien dit 'n aantal spesies van spesiegroep E bevat (Tabel 3.2).

3.3.3 DIE *ACACIA CAFFRA*-GESLOTE BOOMVELD

Hierdie geslote boomveld word feitlik oor die hele reservaat, veral op klipperige dele en dagsome aangetref (Figuur 3.1) en word deur die teenwoordigheid van spesie I van die ander gemeenskappe gedifferensieer.

Hierdie geslote boomveld word in drie variasies onderverdeel, naamlik:

- a. die *Acacia caffra*-*Setaria perennis*-geslote boomveld wat hoofsaaklik teen klipperige suidfrontglooiings aangetref word;
- b. die *Acacia caffra*-*Combretum apiculatum*-geslote boomveld wat teen 'n klipperige noordfrontglooiing aangetref word; en
- c. die *Acacia caffra*-*Faurea saligna*-oop boomveld wat plek-plek in klipperige dele teen wesfrontglooiings aan die oostekant van die Roodeplaatdam aangetref word (Figuur 3.1).

a. Die *Acacia caffra*-*Setaria perennis*-geslote boomveld

Hierdie variasie word feitlik oor die hele reservaat op vlaktes en veral teen suidfrontglooiings met 'n helling van tot 20° aangetref en word hoofsaaklik deur die teenwoordigheid van *A. caffra* en afwesigheid van spesiegroepe J, K en L onderskei (Tabel 3.2 en Figuur 3.1). Daar kom van 34 tot 59 plantspesies per relevé voor.

Die variasie kom oorwegend op kwartsiete van die Waterberg-groep en Transvaalsupergroep voor (Figuur 2.4) en die gronde wissel van 'n fynkorrelrige leemsand tot klei. Tot 80 % van die grondoppervlakte kan met klippe bedek wees terwyl dagsome gereeld aangetref word. Die bogrond is taamlik tot matig suur met 'n pH wat van 5 tot 6 wissel (Tabel 3.2).

Acacia caffra is die belangrikste boomspesie, terwyl ander houtagtige spesies soos *Rhus leptodictya*, *R. lancea*, *Domkaya rotundifolia* en *Ehretia rigida* verspreid in die variasie aangetref word (Figuur 3.5).

Opvallende kruidspesies wat 'n hoë kroonbedekking besit, is *Themeda triandra*, *Setaria perennis*, *Eragrostis curvula*, *Diheteropogon amplexans* en *Cymbopogon excavatus*. Ander kruidspesies met lae bedekkingwaardes wat verspreid in die variasie aangetref word, sluit die volgende in: *Vernonia oligocephala*, *Brachiararia serrata*, *Rhynchelytrum repens*, *Pentarrhinum insipidum*, *Eragrostis racemosa* en *Clematis oweniae*.

b. Die *Acacia caffra*-*Combretum apiculatum*-geslote boomveld

Die variasie word lokaal oos van die Roodeplaatdam en net wes van die Aqua-ontspanningsterrein, teen 'n noordfrontglooiing met 'n helling van tot 5° aangetref (Figuur 3.1).

Die variasie kom oorwegend op graniet en felsiet van die Roodeplaatsuite en kwartsiete en konglomeraat van die Waterberggroep voor (Figuur 2.4), wat verweer tot 'n klipperige tot gruisagtige sandleem tot sandkleileemgrond. Die

Figuur 3.5 Die *Acacia caffra*-*Setaria perennis*-geslote boomveld.

Figuur 3.6 Die *Acacia caffra*-*Combretum apiculatum*-geslote boomveld.

Figuur 3.7 Die *Acacia caffra*-*Faurea saligna*-oop boomveld.



3.5



3.6



3.7

persentasie klipbedekking is in sekere dele tot so hoog as 70 %. Die taamlik tot matige suur grond het 'n pH wat wissel tussen 5 en 6 (Tabel 3.2).

Die *Acacia caffra*-*Combretum apiculatum*-geslote boomveld word deur spesiegroep J en veral deur *Combretum apiculatum* gedifferensieer en daar kom van 47 tot 56 plantspesies per relevé voor (Tabel 3.2). Ander houtagtige spesies wat verspreid in die variasie aangetref word, is onder andere *Acacia caffra*, *Combretum molle*, *Ozoroa paniculosa* en *Domkeya rotundifolia* (Figuur 3.6).

Die kruidstratum word deur die teenwoordigheid van differensierende kruidspesies soos *Hyperthelia dissoluta*, *Tephrosia multijuga*, *Setaria lindenbergiana*, *Enneapogon scoparius* en *Evolvulus alsinoides*, gekermerk. Ander kruidspesies met hoë bedekkingswaardes is *Setaria perennis*, *Loudetia flavida*, *Clerodendrum triphyllum* en *Themeda triandra*.

c. Die *Acacia caffra*-*Faurea saligna*-oop boomveld

Hierdie variasie kom in geïsoleerde gebiede, op vlaktes en hoofsaaklik teen wesfrontglooiings met hellings van tot 10° voor, en beslaan 'n klein gedeelte van die reservaat aan veral die ooste- en suidekant van die Roodeplaatdam (Figuur 3.1).

Die variasie word oorwegend op kwartsiete van die Transvaal-supergroep (Figuur 2.4), op grond wat wissel van 'n fynkorrelrige leemsand tot sandkleileem, aangetref. Die persentasie klipbedekking is in sekere dele tot so hoog as 80 %. Die taamlik suur tot neutrale bogrond het 'n pH wat wissel tussen 5 en 7 (Tabel 3.2).

Die *Acacia caffra*-*Faurea saligna*-oop boomveld word deur spesie K naamlik *Faurea saligna* gedifferensieer en daar kom van 45 tot 59 plantspesies per relevé voor (Tabel 3.2). Ander houtagtige spesies wat in die variasie aangetref word, is onder andere *Acacia caffra*, *Ozoroa paniculosa*, *Rhus zeyheri* en *R. leptodictya* (Figuur 3.7).

Geen differensiërende kruidspesies word aangetref nie maar 'n aantal opvallende spesies wat verspreid in die variasie aangetref word, is onder andere *Setaria perennis*, *Clerodendrum triphyllum*, *Chaetacanthus costatus*, *Diheteropogon amplexans* en *Loudetia flavida*.

3.3.4 DIE *BURKEA AFRICANA*-GESLOTE BOOMVELD

Hierdie gemeenskap word aan die oostekant van die Roodeplaatdam, in die suidelike hoek van die reservaat op taamlik suur, sanderige gronde op vlaktes en teen hellings van tot 5° aangetref (Figuur 3.1).

Die gemeenskap kom oorwegend op kwartsiete van die Transvaal-supergroep voor (Figuur 2.4), op gronde wat wissel van 'n fynkorrelrige leemsand tot sandleem. Die persentasie klipbedekking wissel meesal van 40 tot 70 %. Die bogrond is taamlik suur met 'n pH van 5 (Tabel 3.2).

Die *Burkea africana*-geslote boomveld word deur spesiegroep M van die ander gemeenskappe gedifferensieer en daar is tussen 40 en 48 plantspesies per relevé aangeteken (Tabel 3.2).

Hierdie gemeenskap word deur die teenwoordigheid van houtagtige spesies soos *Burkea africana*, *Protea caffra*, *Ochna pulchra* en *Cryptolepis oblongifolia* gedifferensieer. Ander opvallende houtagtige spesies wat in die gemeenskap aangetref word, is onder andere *Ozoroa paniculosa*, *Vangueria infausta*, *Rhus zeyheri* en *R. leptodictya* (Figuur 3.8).

Die kruidstratum word deur die teenwoordigheid van differensiërende kruidspesies soos *Commelina eckloniana*, *Cleome monophylla* en *Digitaria eriantha* subsp. *pentzii* gekenmerk. Ander kruidspesies wat in die gemeenskap aangetref word, sluit die volgende in: *Tristachya biseriata*, *Xerophyta retinervis*, *Diheteropogon amplexans*, *Fimbristylis hispidula*, *Aloe davyana*, *Loudetia flavida*, *Unelytrum squarrosum*, *Helichrysum athrixifolium*, *Bewsia biflora* en *Pellaea calomelanos*.

Figuur 3.8 Die *Burkea africana*-geslote boomveld.

Figuur 3.9 Die *Setaria perennis*-*Polygala hottentotta*-
grasveld.

Figuur 3.10 Die *Rhynchelytrum repens*-*Cynodon dactylon*-
oulandgrasveld.



3.8



3.9



3.10

3.3.5 DIE *SETARIA PERENNIS*-*POLYGALA HOTTENTOTTA*-GRASVELD

Die gemeenskap beslaan groot gedeeltes van die reservaat, op vlaktes en teen hellings van tot 10° , en is veral kenmerkend aan die oostekant van die Roodeplaatdam (Figuur 3.1 & 3.9).

Hierdie grasveld word op tragiete en felsiete van die Roode-plaatsuite, gesteentes van die Leeuwfonteinsuite en kwartsiete van die Transvaalsupergroep aangetref (Figuur 2.4), op gronde met 'n hoë kleifraksie maar wat kan wissel van 'n fynkorrelrige leemsand tot sandklei. Die persentasie klipbedekking is in die meeste gevalle laer as 20 % maar bedekkings tot so hoog as 70 % word aangetref. Die bogrond is taamlik tot matig suur en die pH wissel van 5 tot 6 (Tabel 3.2).

Die *Setaria perennis*-*Polygala hottentotta*-grasveld word deur differensiërende kruidspesies gekenmerk, naamlik *Polygala hottentotta*, *Bahiana hypogea*, *Indigofera daleoides*, *Cassia mimosoides*, *Eriosema kurkei*, *Hibiscus microcarpus*, *Microchloa caffra*, *Zornea milneana*, *Striga elegans*, *Cephalaria zeyherana*, *Tristachya rehmannii*, *Bulbostylis collina* en *Hyparrhenia hirta*. Ander kruidspesies wat hoë bedekkingswaardes het, is onder andere *Brachiaria serrata*, *Triumfetta sonderi*, *Diheteropogon amplexans*, *Setaria perennis*, *Bewsia biflora*, *Elionurus muticus*, *Tristachya hiseriata* en *Senecio venosus*.

3.3.6 DIE *RHYNCHELYTRUM REPENS*-*CYNODON DACTYLON*-OULANDGRASVELD

Hierdie gemeenskap word verspreid oor die hele reservaat, op vlaktes maar ook teen hellings van tot 5° aangetref. Dit sluit hoofsaaklik gebiede in wat deur die mens versteur is, naamlik ou landerye, woongebiede en kampeerterreine. Die oulande word in gebiede wat vroeër waarskynlik as *Acacia karroo*-geslote boomveld beskryf sou kon word, aangetref (Figuur 3.1).

Die gemeenskap kom oorwegend op ferrogabbro en ferrodioriet van die Bosveldkompleks asook op residuele gronde wat wissel van 'n fynkorrelrige leemsand tot sandkleileem voor (Figuur

2.4 en Tabel 3.2). Die klipbedekking is in die meeste gevalle minder as 10 %, terwyl die matige suur bogrond 'n pH van 6 het (Tabel 3.2).

Die *Rhynchelytrum repens*-*Cynodon dactylon*-oulandgrasveld word deur spesiegroep G en U verteenwoordig, maar word van gemeenskap 3.3.2 onderskei deur die afwesigheid van veral spesiegroep F. Daar is tussen 21 en 30 plantspesies per relevé aangeteken (Tabel 3.2 en Figuur 3.10).

Die kruidstratum word deur die teenwoordigheid van die volgende plantspesies gekenmerk, naamlik: *Rhynchelytrum repens*, *Cynodon dactylon*, *Hyparrhenia filipendula*, *Aristida congesta* subsp. *barbicollis*, *Bothriochloa insculpta*, *Hermannia depressa*, *Eragrostis curvula*, *Heteropogon contortus*, *Aristida congesta* subsp. *congesta*, *Cucumis prophetarum*, *Eragrostis superba* en *Verbena bonariensis* (Tabel 3.2).

3.4 ALGEMEEN

Die Roodeplaatdam-natuurreservaat is hoofsaaklik in die Suuragtige Gemengde Bosveld van Acocks (1975) geleë, terwyl die oostelike punt van die Ander Turfdoringveld van Acocks (1975), wat in 'n smal oos-wesverlopende strook net noord van die Magaliesberg voorkom, in die westelike deel van die studiegebied aangetref word. Die Gemengde Bosveld, Suuragtige Gemengde Bosveld en die Turfdoringveld van Acocks (1975) vorm saam die Gematigde Vlaktebosveld van Suid-Afrika (Werger & Coetzee 1978).

Die plantgemeenskappe wat in die RNR onderskei is, toon floristiese en ekologiese verwantskappe met ander soortgelyke gemeenskappe wat deur verskeie outeurs in verskillende dele van die Suurbosveld, Gemengde Bosveld en Suuragtige Gemengde Bosveld onderskei is.

Alhoewel die *Berchemia zeyheri*-bosgroepe van die studiegebied hoofsaaklik lokaal voorkom, word soortgelyke bosgroepe ook

in die Loskopdam-natuurreservaat (= Suuragtige Gemengde Bosveld) (Theron 1973), die westelike Transvaalse bosveld (Van der Meulen 1979) en in die Waterberge (= Suurbosveld) (Coetzee, Van Wyk, Gertenbach, Hall-Martin & Joubert 1981) aangetref. Hierdie bosgroepe toon ooreenstemming ten opsigte van spesiesamestelling soos aangetoon deur onder andere *Aloe marlothii*, *Acacia robusta*, *Berchemia zeyheri*, *Euclea crispa*, *Ehretia rigida* en *Ziziphus mucronata*.

In die Loskopdam-natuurreservaat (Theron 1973); die Jack Scott-natuurreservaat (= Bankenveld) (Coetzee 1974); die Rustenburg-natuurreservaat (= Suurbosveld) (Coetzee 1975); die Suikerbosrand-natuurreservaat (= Bankenveld) (Bredenkamp 1975) en die westelike Transvaalse bosveld (Van der Meulen 1979) kom soortgelyke gemeenskappe as die *Acacia caffra*-geslote boomveld voor en die ooreenkomste in spesiesamestelling is veral ten opsigte van *Acacia caffra*, *Combretum apiculatum*, *Dombeya rotundifolia*, *Faurea saligna*, *Setaria perennis* en *Tristachya biseriata*.

Die *Burkea africana*-geslote boomveld toon ten opsigte van spesiesamestelling verwantskappe met soortgelyke gemeenskappe in onder andere die Loskopdam-natuurreservaat (Theron 1973); die Rustenburg-natuurreservaat (Coetzee 1975); die Nylsvley-natuurreservaat (= Gemengde Bosveld) (Coetzee *et al.* 1976) en die Kransberggebied (= Suurbosveld) (Westfall 1981; Coetzee *et al.* 1981). Die ooreenstemmende spesies wat in die verskillende gemeenskappe aangetref word, is onder andere *Burkea africana*, *Dombeya rotundifolia*, *Ochna pulchra*, *Strychnos pungens*, *Setaria perennis*, *Trachypogon spicatus*, *Tristachya biseriata* en in die meeste gevalle ook *Dichapetalum cymosum* en *Fadogia monticola*.

In die Loskopdam-natuurreservaat (Theron 1973) en Rustenburg-natuurreservaat (Coetzee 1975) word grasveldgemeenskappe soortgelyk in spesiesamestelling as die *Setaria perennis*-*Polygala hottentotta*-grasveld aangetref.

In die RNR word die Ander Turfdoringveld (Acocks 1975) deur

die *Acacia karroo*-geslote boomveld verteenwoordig en toon dit wel verwantskappe met gemeenskappe soortgelyk in spesiesamestelling wat op laagtes, alluviale of kleierige gronde in die Loskopdam-natuurreservaat (Theron 1973); Suikerbosrand-natuurreservaat (Bredenkamp 1975) en in die westelike Transvaalse bosveld (Van der Meulen 1979) aangetref word.

Heterogeniteit in plantegroei kom ooreen met 'n korresponderende mosaik van habitatverskille. Faktore soos klimaat, geologiese formasie, aspek, gronddiepte, pH, helling, grondtekstuur en die chemiese samestelling van die grond het waarskynlik 'n invloed op die verspreiding van bepaalde plantspesies (Daubenmire 1968).

Hierdie studie bevestig weer eens dat die verskillende plantgemeenskappe wat kenmerkend van die Suuragtige Gemengde Bosveld en ander verwante veldtipes is, onder soortgelyke toestande herhaal word.

HOOFSTUK 4

FENOLOGIE

4.1	<u>KWALITATIEWE FENOLOGIE</u>	81
4.1.1	LITERATUUROORSIG	81
4.1.1.1	<u>Inleiding</u>	81
4.1.1.2	<u>Metodes</u>	86
4.1.1.3	<u>Fenologiese studies in suidelike Afrika</u>	92
4.1.2	METODES	97
4.1.3	RESULTATE EN BESPREKING	99
4.1.3.1	<u>Seisoene</u>	99
4.1.3.2	<u>Fenodinamika</u>	117
4.1.4	FENOLOGIE EN KLIMAAT	140
4.1.4.1	<u>Inleiding</u>	140
4.1.4.2	<u>Metodes</u>	144
4.1.4.3	<u>Resultate en bespreking</u>	145
4.2	<u>FENOMETRIE</u>	162
4.2.1	LITERATUUROORSIG	162
4.2.2	FENOMORFOLOGIE	164
4.2.2.1	<u>Groeivorme</u>	164
4.2.2.2	<u>Stingelgroei van bome</u>	196
4.2.3	PLANTAFVAL EN VRUGPRODUKSIE VAN BOME	201
4.2.3.1	<u>Inleiding</u>	201
4.2.3.2	<u>Metodes</u>	203
4.2.3.3	<u>Resultate en bespreking</u>	203
4.2.4	DIE HITTE-EENHEIDBENADERING	212
4.2.4.1	<u>Literatuuroorsig</u>	212
4.2.4.2	<u>Metodes</u>	222
4.2.4.3	<u>Resultate en bespreking</u>	223

HOOFSTUK 4

FENOLOGIE4.1 KWALITATIEWE FENOLOGIE

4.1.1 LITERATUUROORSIG

4.1.1.1 Inleiding

Fenologie het betrekking op plante en diere maar in hierdie studie word slegs na plantfenologie verwys. Fenologie is die studie van die periodisiteit van herhalende biologiese gebeure, die oorsake van hul periodisiteit met betrekking tot biotiese en abiotiese faktore, en die verwantskap tussen fases van dieselfde of verskillende spesies (Lieth 1974). In 'n toegepaste sin is plantfenologie die studie van die verwantskappe tussen verskillende fisiese omgewingsfaktore en seisoenale veranderinge in groei en ontwikkeling tydens die lewensiklus van plante. Hierdie lewensiklusfases is gewoonlik tydmettings van waarneembare veranderinge in morfologie, biochemiese samestelling, massa en/of aktiwiteit van die plant (Newman & Beard 1962).

In ongeveer 1014 v.C. word die eerste beskrywing van fenologiese gebeurtenisse in die Ou Testament van die Bybel, Hooglied 2: 11 - 13, aangeteken. In China is die fenologiese kalender ongeveer 2 500 jaar gelede (500 v.C.) deur Han Kao Chu, die eerste keiser van die Han-dinastie, ingestel. Die eerste fenologiese waarnemingstasie in Europa is gedurende 1490 naby Kraków, Pole, gestig. Die waarnemings is egter na 'n paar jaar gestaak. Die Sweed, Karl von Linné (Linnaeus) word ook algemeen as die vader van fenologie beskou, alhoewel die term fenologie eers in 1853 deur Charles Morren voorgestel is (Hopp 1974). In Linnaeus se boek *Philosophia Botanica* in 1751 word die doel en metodiek van fenologie uiteengesit. In die jare 1750 - 1752 stig hy 'n netwerk van 18 fenologiese stasies in Swede (Du Pisani 1967).

In 1780 is die eerste internasionale netwerk fenologiese stasies in Europa deur die Weerkundige vereniging van Mannheim in Duitsland in die lewe geroep. Gedurende 1839 het die Belgiese fenoloog Quetelet voorskrifte vir die neem van fenologiese waarnemings uitgereik wat gereeld in 80 streke oor Europa gebruik is. Die eerste Internasionale Konferensie oor Fenologie is te Danzig in 1935 gehou en hierna is daar met die standaardisering van die wyse waarop fenologiese waarnemings gedokumenteer word, begin. Die tweede Internasionale Konferensie oor Fenologie is in 1947 in Toronto en die derde in 1953 in Parys gehou. In Duitsland het Schnelle hom ook beywer vir die daarstelling van 'n netwerk fenologiese tuine (Schnelle 1955; Schnelle & Volkert 1974) en 44 tuine is in Europa aangelê. Fenologiese waarnemings word ook in die V.S.A. en Rusland by landbouweerstasies onderneem en in die R.S.A. word jaarliks fenologiese gegewens by die vrugteboorde van die Bilen Donné proefplaas, van die Departement van Landbou naby die landbouweerstasie, versamel (Du Pisani 1967). 'n Opsomming van die historiese agtergrond van fenologiese studies in die wêreld word deur Hopp (1974) gegee.

Om 'n beter begrip van die fenologiese literatuur te kry, is dit noodsaaklik om ook die volgende terme wat gebruik word, te verstaan (Lieth 1970; 1971; 1974; Monasterio & Sarmiento 1976).

Fenometrie en groei-analises: Die twee begrippe stem baie ooreen behalwe vir klein verskille in die uiteindelijke doel. Groei-analises is hoofsaaklik op fisiologiese prosesse of plantorgane gerig, terwyl in die geval van fenometriese studies die omgewingsverwantskappe, waar die groei van plante as aanwysers van mikroklimatestoestande beskou word, ondersoek word.

Seisoenaliteit: Dit is die voorkoms van sekere opvallende biotiese en abiotiese gebeure binne 'n definitiewe beperkte periode of periodes van die astronomiese jaar.

Fenologiese seisoene: Dit is die seisoenale veranderinge van

'n gemeenskap, waar die gemeenskap as 'n eenheid beskou word.

Fenofase: Dit is elke onderskeibare fase in die lewensiklus van 'n spesie.

Fenologiese veranderlike: Dit verwys na die tempo of aantal van enige lewensiklusstadium van 'n spesie.

Fenogram: Dit is 'n diagrammatiese voorstelling van 'n fenofase of die opeenvolging van fenofases oor tyd van 'n spesie of aantal spesies.

Fenodinamika: Dit is die opeenvolging van fenofases van 'n spesie deur die jaar.

Fenologiese spektrum: Dit is die diagrammatiese voorstelling van die fenodinamika van al die betrokke spesies in 'n plantgemeenskap of gebied in een tabel of figuur.

Modellering: Dit is 'n poging om óf die verwantskap tussen biologiese prosesse (insluitend fenologiese gebeurtenisse) en omgewingsparameters of tussen verskillende biologiese prosesse onderling, te kwantifiseer, om sodoende die korrelasies tussen, of die oorsake van die biologiese prosesse en hul beherende kragte, beter te kan beskryf, verstaan, voorspel en na te boots.

Fenologiese studies was tot onlangs grootliks beperk tot waarnemings van opvallende fenofases, maar die fisiologiese basis van baie fenologiese verskynsels moet nog opgeklar word. Hierdie studies het begin met die samestelling van saad-, blom- en oeskalenders, asook kaarte oor die geografiese patrone (isofene) van sekere fenologiese verskynsels. Verder is 'n geselekteerde aantal plantspesies met 'n wye verspreiding in sogenaamde fenologiese tuine, wat by 'n netwerk weerstasies ingeskakel is, gebruik om 'n verskeidenheid van omgewingsveranderlikes of -gebeurtenisse te monitor of te voorspel (Lieth 1971).

Meer klem word gedurende die afgelope dekade op die interaksie

tussen fenologie, fisiologie en omgewingsfaktore gelê (Frankie *et al.* 1974a; Borchert 1980). Deesdae is fenologie 'n belangrike komponent van 'n ekosisteemanalise (Lieth 1974). Die ekologiese betekenis van fenologiese navorsing lê daarin opgesluit dat dit 'n sintetiese benadering moontlik maak, deur die plant se reaksie op die totale omgewing te evalueer (Jackson 1966). Die fenoloog se primêre belang lê by relatief korttermynmeganismes wat seisoenale gebeurtenisse reguleer, eerder as langtermynontwikkeling soos suksessie (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

Fenologiese studies word tans deur twee verskillende benaderings gekenmerk, naamlik die waarnemend-beskrywende en die analitiese benadering (Lieth 1970). Beide benaderings is by floristiese, ekologiese en weerkundige studies ingeskakel. Beskrywende fenologie is gewoonlik op morfologiese, anatomiese of gedragskenmerke, wat maklik in die natuur waarneembaar is, gebaseer, terwyl analitiese fenologie gerig is op die kwantitatiewe analisering van die lewensiklus, of sekere spesifieke fenofases van 'n organisme, en hul korrelasie met omgewingsfaktore (Lieth 1970). Analitiese fenologie is in 1735 deur Reaumur geïnisieer toe hy korrelasies probeer vind het tussen die tyd wat dit vir landbougewasse neem om gereed te wees vir oes, en die hitte-eenhede wat tydens die groeiperiode ontvang is. Die term fenometrie is egter eers in 1948 deur Kaempfert vir kwantitatiewe groei-analises van sekere landbougewasse gebruik (Kaempfert 1948; Lieth 1970).

Alhoewel plantekoloë lankal die belang van die beskrywing van fenologiese patrone herken het, het sulke studies gewoonlik aan kwantifisering ontbreek (Schnelle 1955). Meer vooruitgang is met landbougewasse (Nuttonson 1955; Wang 1963) en tuinbouplante as aanwysers van klimaatsverskynsels gemaak (Caprio 1966), as van natuurlike plantegroei.

Wanneer natuurlike bevolkings *in situ* bestudeer word, raak dit egter gekompliseerd aangesien die ouderdom van meerjarige plante, terreinverskille, interspesifieke kompetisie en genetiese verskille kwantifisering bemoeilik (West & Wein

1971). Plantfenologiese patrone is gevolglik baie maal slegs aan die hand van 'n enkele of 'n paar stadiums beskryf. Beskrywings soos "volle blom" het egter beperkte waarde, terwyl numeriese range of skale vir gedetailleerde onderverdelings van fenofases, die gebruik van statistiese toetse moontlik maak (West & Wein 1971).

Volgens Bliss (1967) en Gates (1969) was die doelstellings van die fenologiese program van die Verenigde State van Amerikaanse Internasionale Biologiese Program (IBP) soos volg:

- a. die voorbereiding van kaarte wat die fenofases van spesies opsom;
- b. die bepaling van die fisiologiese verklarings van die klimaatslimiete van spesies;
- c. die verklaring van die biologiese basis van die periodisiteit van fenofases;
- d. 'n ondersoek van die hipotese dat fenologiese studies tot 'n beter begrip van evolusionêre meganismes en strategieë by taksons sal lei; en
- e. die bepaling van die rol van fenologie in die ontwikkeling van gemeenskapstruktuur en produktiwiteit in ekosisteme.

Volgens Seemann *et al.* (1979) is die rol van fenologie in landbouweerkunde tweërlei, naamlik:

- a. data van fenologiese gebeurtenisse bevat indirek sekere weerkundige inligting; en
- b. fenologie bied die moontlikheid om individuele plantontwikkelingsfases in 'n biologies bruikbare manier te skei.

Fenologiese waarnemings het volgens Newman & Beard (1962) die volgende landboukundige toepassings:

- a. voorspelling van seisoenale produksietoestande;
- b. voorspelling van seisoenale plaasaktiwiteite;
- c. hulpverlening by bestuursbesluite;
- d. keuse van produksiegebiede vir gewasse; en
- e. verbetering van produksiepraktyke.

Fenologiese waarnemings behoort as roetine prosedure by landbouweerkundige waarnemings ingesluit te word (Du Pisani 1967; Garlipp 1979). Vir landboudoeleindes moet aspekte

soos ryp- en stormskade, onkruidfenologie, bemesting, insek-, onkruid- en swamdodertoedienings asook insek- en siektebesmettings ook aangedui word. Herbariumeksemplare kan ook gebruik word om die plantverspreiding asook die blompatroon van plantspesies voor te stel (Morris & Manders 1981).

4.1.1.2 Metodes

Die basiese logika van wetenskaplike werk naamlik data-insameling, hantering, evaluering, interpretering en eksperimentering om hipoteses te toets, is dieselfde vir alle organismes. Fenologiese werk vereis 'n groot aantal metodes en benaderings wat varieer afhangende of die doel is om die komponente van 'n enkele spesie oor 'n wye spektrum of gebied, of van 'n groot aantal spesies in een gemeenskap of ekosisteem, te bepaal (Stearns & Lieth 1974). Met 'n ekosisteembenadering moet soveel moontlike spesies, wat verteenwoordigend van die ekosisteem is, gebruik word. Genoegsame individue van elke spesie asook 'n paar jaar se waarnemings is noodsaaklik, veral om die jaar tot jaar variasie tussen individue van spesies en ook die gemeenskappatroon te kan evalueer. Waarnemings vir 'n paar jaar is veral nodig om die fenofases van spesies wat nie elke jaar blom en vrugte dra nie, te kan inkorporeer (Frankie *et al.* 1974b).

Volgens Newman & Beard (1962) moet by die selektering van fenologiese waarnemings, die volgende vrae rakende die wenslikheid van die meting van 'n biologiese reaksie gestel word naamlik:

1. Kan die waarneming kwantitatief in terme van tyd en toestand van die plant, uitgedruk word?
2. Hoe dikwels kan die waarneming in terme van tyd en toestand van die plant herhaal word?
3. Wat is die moontlike induserende fisiese omgewingsfaktore?
4. Hoe moet elkeen van hierdie faktore in terme van tyd en ruimte gemeet word?

Wanneer omgewingsprobleme ondersoek word, moet gepoog word

om kwantitatiewe metings van ooreenstemmende akkuraatheid vir beide die afhanklike (fenologiese waarneming) en onafhanklike (omgewingsfaktore) veranderlikes te verkry.

Die kwantitatiewe meting van byna alle fenologiese waarnemings word uitgedruk in terme van tyd, soos 'n kalenderdatum, of as tempo van verandering per tydseenheid. Oor die algemeen is daar vier maniere hoe die aanteken van fenologiese waarnemings by plante benader kan word, naamlik:

1. waarneming van 'n morfologiese of fisiese verandering in die struktuur van die plant, soos blaar- en blomvormingsfases;
2. aanteken van veranderinge in massa of groeitempo van die plante;
3. waarneming van biochemiese veranderinge in die plant; en
4. waarneming van veranderinge in die aktiwiteit van die plant (Newman & Beard 1962).

In die evaluering van fenologiese waarnemings kan die volgende benaderingspunte (Seemann *et al.* 1979) gevolg word:-

1. Vergelyking van ontwikkelingsfases van dieselfde plant in dieselfde lokaliteit, van jaar tot jaar.
2. Vergelyking van ooreenstemmende fenologiese gebeurtenisse by dieselfde plantspesie by verskillende lokaliteite (geografiese verspreiding).
3. Vroegste, laatste en frekwentste beginpunt van sekere fenologiese gebeurtenisse vanuit langtermynwaarnemings.

Genetiese variasie

Die fenoloog wat natuurlike plante as aanwyserplante gebruik loop die gevaar dat intraspesifieke genetiese variasie sy fenologiese waarnemings kan vertroebel (Flint 1974).

Alhoewel alle individue van 'n spesie nie geneties homogeen mag wees nie, is hulle egter volgens Reader *et al.* (1974) by die heersende omgewingstoestande aangepas en bied dus 'n aansienlike voordeel bo die gebruik van aangeplante of uitheemse spesies.

Terreinkeuse

Baie fenologiese studies, of dit op 'n enkele spesie (Anderson 1974; Hopp 1974) óf op 'n groot aantal spesies van 'n gemeenskap/pe gerig is, word by 'n spesifieke lokaliteit uitgevoer (Huxley & Van Eck 1974; Malaisse 1974; Hall-Martin & Fuller 1975; Davies 1976). Daar is egter ook dié fenologiese studies waar enkele of 'n groot aantal spesies oor 'n wye gebied (Blair *et al.* 1974; Hopp 1974; Wielgolaski 1974) óf op 'n kontinentale skaal (Hopp 1974; Schnelle & Volkert 1974) bestudeer word.

Fenologiese netwerke

Die grondslag van 'n fenologiese netwerk of fenologiese tuine is reeds in 1751 deur Linnaeus gelê en van stapel gestuur (Hopp 1974). Huidig is daar altesaam meer as 70 internasionale fenologiese tuine in 20 Europese lande (Schnelle & Volkert 1974) asook 'n groot aantal tuine in die V.S.A., Argentinië, Noorweë, Indië, Japan en Australië (Hopp 1974). Hierdie fenologiese netwerke word normaalweg in assosiasie met die weerstasienetwerke van die betrokke lande bedryf. By fenologiese studies word in die meeste gevalle van klimaatgegevens gebruik gemaak wat van die betrokke weerburo van daardie gebied verkrygbaar is. Inligting aangaande die fenologiese netwerke in die V.S.A. word deur Bliss (1967) en Gates (1969) gegee en vir Europa deur Schnelle (1955) en Schnelle & Volkert (1974).

Spesies

By fenologiese studies wat by 'n spesifieke lokaliteit gedoen word, word die dominante of opvallende spesies, en soms soveel as moontlik spesies van alle lewensvorme in 'n gemeenskap vir waarneming gekies. Die getal individue per spesie wat vir fenologiese waarnemings gebruik is, wissel van een tot 200 individue (Halevy & Orshan 1973; Huxley & Van Eck 1974; Malaisse 1974; Mooney *et al.* 1974; Wielgolaski 1974; Hall-Martin & Fuller 1975; Rutherford 1975; Davies 1976; Bell & Bliss 1977; Alvim & Alvim 1978; Guy *et al.* 1979;

Opler *et al.* 1980).

Frankie *et al.* (1974a) gebruik 185 spesies en 468 individue (gemiddeld 2,5 individue per spesie) in 'n vogtige woud in Costa Rica maar beveel 'n minimum van 5 individue per spesie aan. In 'n droë woud het hulle gemiddeld ongeveer 10 individue per spesie gebruik.

Fenofases

Die fenofases wat vir fenologiese studies onderskei word, kan wissel van slegs 'n enkele fenofase soos blomtyd (Miller 1949) tot soveel as 22 fenofases (Hopp 1974). Oor die algemeen word die basiese fenofases soos die blaar-, blom- en vrugperiode en verdere fyner onderverdelings daarvan saam met die omgewingsfaktore bestudeer (Lindsey & Newman 1956; Holway & Ward 1965; Boaler 1966; Ewusie 1968; Hopkins 1968; Huntley 1970a; Lynch 1971; West & Wein 1971; Oates 1972; Halevy & Orshan 1973; Ackerman & Bamberg 1974; Malaisse 1974; Mooney *et al.* 1974; Wielgolaski 1974; Hall-Martin & Fuller 1975; Rutherford 1975; Day & Monk 1977; Rösch 1977; Guy *et al.* 1979; Seemann *et al.* 1979; Bond 1980; Opler *et al.* 1980; Palmer 1981).

'n Plantspesie betree 'n sekere fenofase as 10 % (Rösch 1977) of 20 % (Palmer 1981) van die individue van daardie spesie in daardie fenofase begin oorgaan. Shukla & Ramakrishnan (1982) teken die piek van 'n fenofase aan sodra 50 % of meer van die individue in daardie fenofase oorgaan.

Frekwensie

Die frekwensie van waarneming wissel van drie maal per week tot een maal per maand (Glover 1937; Ackerman & Bamberg 1974; French & Sauer 1974; Huxley & Van Eck 1974; Malaisse 1974; Hall-Martin & Fuller 1975; Davies 1976; Alvim & Alvim 1978; Guy *et al.* 1979; Shukla & Ramakrishnan 1982).

Die frekwensie word soms aangepas by die tempo van plantontwikkeling, byvoorbeeld daagliks (Seemann *et al.* 1979) in

die aktiewe groeiperiode tot een maal elke 2, 4 of 6 weke vir die res van die jaar (Ackerman & Bamberg 1974; Orshan pers. med.^a 1981).

Tydperk

Die tydperk waarvoor waarnemings strek wissel van 'n paar maande tot 25 jaar (Boaler 1966; Halevy & Orshan 1973; Frankie *et al.* 1974; French & Sauer 1974; Hopp 1974; Huxley & Van Eck 1974; Schnelle & Volkert 1974; Hall-Martin & Fuller 1975; Guy *et al.* 1979; Bond 1980). Afhangende van die spesifieke doel van die studies kan slegs 'n jaar se waarnemings in sekere opsigte voldoende wees, maar 'n tydperk van tien jaar word as geskik vir langtermyngegewens beskou (Hopp 1974).

Skaal

By die meeste van die meer onlangse fenologiese studies word waarnemings op 'n kwantitatiewe of semi-kwantitatiewe manier uitgedruk. 'n Skaal word gebruik wat strek van 0 - 5 of 0 - 10 (Halevy & Orshan 1973) of in baie gevalle word 'n persentasiebasis gebruik. 'n Vierpuntskaal (tot die naaste 1 %) is deur Hall-Martin & Fuller (1975) gebruik om 'n aanduiding van die talrykheid van die spesifieke fenologiese veranderlike te kry, naamlik:

- | | | | |
|----|-----------|----|------------|
| 1. | 0 - 25 % | 3. | 51 - 75 % |
| 2. | 26 - 50 % | 4. | 76 - 100 % |

Die skaal hang af van die aantal plante in die monster wat in daardie spesifieke fenofase (blare, blomme en vrugte) is en die relatiewe hoeveelheid van elke fenologiese veranderlike op die plant. 'n Soortgelyke skaal is deur Luis & Fournier (1974) vir kwantitatiewe skatting van blaar, blom, vrugproduksie en blaarval van bome voorgestel naamlik:

- 0 - afwesigheid van die kenmerk
- 1 - aanwesigheid van die kenmerk 1 - 25 %
- 2 - aanwesigheid van die kenmerk 26 - 50 %

^a Prof. G. Orshan, The Institute of Life Sciences, Department of Botany, Givat Ram, 91904, Jerusalem.

- 3 - aanwesigheid van die kenmerk 51 - 75 %
- 4 - aanwesigheid van die kenmerk 76 - 100 %.

In baie studies is daar slegs die aan- of afwesigheid van 'n fenofase op 'n spesifieke tydstip aangeteken (Malaisse 1974; Taylor 1974), of daar is van 'n skaal soos "geen", "min" en "baie", om 'n aanduiding van talrykheid te gee, gebruik gemaak (Guy *et al.* 1979).

'n Plantfenologiese indekstegniek is deur West & Wein (1971) ontwikkel waardeur by elke waarnemingsperiode kwantitatiewe data bestaande uit twee syfers aangeteken word. Die een syfer dui die fenofase aan en die tweede syfer die persentasie (tot naaste 10 %) van die plantdele wat verder as die stadium wat aangedui word, ontwikkel het.

Klimaat

In die meeste fenologiese studies word ook van klimaatsfaktore gebruik gemaak, dit wil sê deur van die naaste weerstasie se gegewens gebruik te maak, of deur die oprig van 'n tydelike weerstasie wat makro- en soms mikroklimaatsgegewens insamel (Holway & Ward 1965; Yong No Lee 1971; Ackerman & Bamberg 1974; French & Sauer 1974; Frankie *et al.* 1974b; Taylor 1974; Davies 1976; Rösch 1977).

Plante is uitstekende aanwysers van klimaatsverskille aangesien die tydstip waarop sekere fenologiese verskynsels by plante voorkom, tot 'n groot mate deur lokale klimaatsfaktore beheer word. Aanwyserplante is lewende instrumente wat in hul groei= reaksie die gesamentlike invloed van onder andere temperatuur, reënval, vogtigheid, wind en straling aantoon. Weerregis= trerende instrumente is ontwerp om op sekere spesifieke faktore te reageer, terwyl plante op die volle reeks van aanhoudende veranderende omgewingsinvloede reageer. Grond= tipes, blootstelling en topografie beïnvloed daarbenewens ook die plantreaksie (Jackson 1966; Hopp 1974).

Verwerking van gegewens

Die fenologiese gegewens word verwerk en in die vorm van fenogramme en fenologiese spektrums aangetoon (Lieth 1970; 1971). Figure, waarin die persentasie van 'n bevolking wat op 'n sekere tydstep in 'n spesifieke fenofase verkeer, voorgestel word, word baie algemeen gebruik (Malaisse 1974; Mooney *et al.* 1974). Rekenaars word ook gebruik vir die kartering van fenologiese gegewens wat op groot gebiede van toepassing is (Lieth & Radford 1971).

Korrelasies tussen omgewingsfaktore en die fenologie van plante kan gevind word deur die gebruik van onder andere: meervoudige regressie-analises (Wielgolaski 1974). Hoofkomponentanalises en diskriminantanalises mag ook voordele vir fenologiese studies inhou (Wielgolaski 1974).

4.1.1.3 Fenologiese studies in suidelike Afrika

Wat fenologiese studies van natuurlike plantegroei in suidelike en oos Afrika betref, het daar 'n gedetailleerde studie van die fenologie van 'n aantal boomspesies in 1934 verskyn (Scott 1934) waarin onder andere verwys is na die tye waarop die eerste blare verskyn en die volle-blaarstadium, blaarverkleuring, blaarval, blomknoppe, volle-bloemstadium, onryp vrugte en ryp vrugte voorkom.

Glover (1937) het 'n spesielys van die Johannesburgomgewing saamgestel en verwys onder andere ook na die blomperiodes van veral die grasspesies en 'n aantal houtagtige plantsoorte.

Verdoorn (1942) bespreek die fenofases van 'n verskeidenheid plantsoorte van die Pretoria-omgewing en wys veral op die voorkoms van hierdie fases in verskillende seisoene.

Hierna is slegs die blomtye van 'n aantal houtagtige spesies in Botswana beskryf (Miller 1949). Gilliland (1955) het die blomtye van die Monocotyledones in die Johannesburgomgewing aangeteken, terwyl Heyns (1957) die blomtye van boomsoorte

in die Swartboskloof naby Stellenbosch genoteer het en Van der Merwe later in 1966 die blomtye van al die spesies in die Swartboskloof aangeteken het. Boaler (1966) het intussen ook in Tanzanië fenologiese werk op bome gedoen en veral na die blomtydperke opgelet. Die jaar is in vyf seisoene opgedeel en hy vind dat die hoofblomperiode van bome in die voorreënseisoen voorkom, terwyl struik twee blomfases het, naamlik in die voorreën- en laatreëntydperk (Kyk afdeling 4.1.3.1).

Alhoewel 'n kwantitatiewe benadering tot fenologie uit 'n landboukundige oogpunt reeds vroeër begin het met onder andere korrelasiebepalings tussen omgewingsfaktore en die blom van vrugtebome (Buys & Kotze 1963), is die eerste semi-kwantitatiewe studie van die fenologie van natuurlike plantegroei eers in 1970 uitgevoer. Huntley (1970a; 1970b) het onder andere die blaar-, blom- en vrugstadiums van die plantegroei van Marion-eiland en die Langjan-natuurreservaat op 'n persentasiebasis aangeteken. Op dieselfde basis is die fenologie van die plantegroei van die Hans Merensky-natuurreservaat (Oates 1971; 1972), die Lengwe Nasionale Park in Malawi (Hall-Martin & Fuller 1975), die Waterbergplato in Suid-Wes Afrika (Rutherford 1975), die Hester Malan-natuurreservaat in Namakwaland (Rösch 1977; Van Rooyen *et al.* 1979a; 1979b) die Sengwa Wildlife Research Area in Zimbabwe (Guy *et al.* 1979), en die Andries Vosloo Koedoereservaat, Oos Kaap (Palmer 1981), beskryf. Die fenologie van die piesangboom (*Musa* sp.) is deur Anoniem (1979) beskryf, terwyl Durand (1981) die invloed van vuur op die fenologie van spesies in die Fynbos beskryf het. Fenometriese studies van fynbosplante is ook onlangs deur Bond (1980), Sommerville (1981) en Pierce & Cowling (1984a; 1984b) uitgevoer. In 'n reeks kort artikels bespreek Collinson (1982/83) die fenofases van die plantegroei van die Pilanesberg-natuurreservaat en verwys veral na die blaarontploffing, blom- en vrugperiodes, blaarverkleuring en blaarval van 'n paar opvallende spesies. Die fenologie van landbougewasse word in groter besonderhede in afdeling 4.2.4 bespreek.

Die fenologie van plante word ook in 'n toepasbare sin gebruik veral wat die korrelasie tussen fenofases en die seisoenale

wisseling in voedsel- en habitatvoorkeur van wildspesies betref (Hall-Martin 1974; Sauer *et al.* 1977; Kok & Opperman 1980). Die fenologie van 'n verskeidenheid plantspesies gee ook 'n aanduiding van die beskikbaarheid van voedsel oor die jaar, waaruit die kritieke tyd van die jaar, byvoorbeeld wanneer blare die minste vir wild beskikbaar is, vasgestel kan word (Guy *et al.* 1979).

'n Aantal populêr-wetenskaplike publikasies oor die plantegroei van Suid-Afrika het veral sedert 1962 verskyn, maar blomtye van die onderskeie spesies word byvoorbeeld nie in alle gevalle verskaf nie. In die meeste gevalle word daar net na seisoene — byvoorbeeld "vroeë lente" of "middelsomer" — verwys, terwyl in ander gevalle die maande waarin spesies blom wel genoem word. Die volgende publikasies (Tabel 4.1) verskaf inligting oor onder andere blomtye van die plantspesies wat in hierdie proefskrif ter sake is (Kyk afdeling 4.1.3.2 en Tabel 4.2)

Tabel 4.1 Publikasies wat geraadpleeg is vir die vasstelling van gepubliseerde blomtye van verskeie inheemse spesies

	Geen blomtye aangetoon	Blomtye in seisoene	Spesifieke blomtye (maande)
Glover (1937)			meeste spesies
Verdoorn (1942)		x	enkele spesies
Letty (1962)		x	enkele spesies
T.S.S.A. (1964)		x	enkele spesies
De Winter <i>et al.</i> (1966)		x	enkele spesies
Palmer & Pitman (1972)		x	enkele spesies
Ross (1972)			enkele spesies
Van Wyk (1972; 1974)			alle spesies
Immelman <i>et al.</i> (1973)		x	enkele spesies
Jeppe (1974)			alle spesies
Von Breitenbach (1974)	x		
Carr (1976)			alle spesies
Venter (1976)	x		
Palgrave (1977)			alle spesies
Davidson & Jeppe (1981)		x	enkele spesies

Tabel 4.2 Spesies wat vir fenologiese en/of fenomorfolgiese studies gebruik is
(Lewensvormterminologie volgens Müller-Dombois & Ellenberg 1974)

FANEROFIETE (P)

MesP scap

<i>Acacia caffra</i>	<i>Combretum apiculatum</i>
<i>A. karroo</i>	<i>C. erythrophyllum</i>
<i>A. nilotica</i>	<i>C. molle</i>
<i>A. robusta</i>	<i>Dovyalis zeyheri</i>
<i>A. tortilis</i>	<i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>
<i>Berchemia zeyheri</i>	<i>Ozoroa paniculosa</i>
<i>Burkea africana</i>	<i>Pappea capensis</i>

MesP caesp

Ziziphus mucronata

MesP ros

Cussonia paniculata

MiP scap

<i>Dombeya rotundifolia</i>	<i>Rhus lancea</i>
<i>Mundulea sericea</i>	<i>R. leptodictya</i>
<i>Ochna pulchra</i>	<i>Zanthoxylum capense</i>
<i>Protea caffra</i>	

MiP succ

Aloe marlothii

MiP caesp

<i>Bequaentiodendron magalismontanum</i>	<i>Euclea undulata</i>
<i>Boscia albitrunca</i>	<i>Maytenus heterophylla</i>
<i>Cassine burkeana</i>	<i>Tapinophyllum parvifolium</i>
<i>Croton gratissimus</i>	<i>Vangueria infausta</i>
<i>Ehretia rigida</i>	<i>Ximenia caffra</i>
<i>Euclea crispa</i>	

NP caesp

<i>Carissa bispinosa</i>	<i>Maytenus polyacantha</i>
<i>Cryptolepis oblongifolia</i>	<i>Pavetta gardeniifolia</i>
<i>Diospyros lycioides</i>	<i>Rhus zeyheri</i>

NP scap

Xerophyta retinervis

CHAMEFIETE (Ch)

Ch frut

<i>Dicrapetalum cymosum</i>	<i>Lanea edulis</i>
<i>Elephantorrhiza elephantina</i>	<i>Landolphia capensis</i>
<i>Felicia muricata</i>	<i>Parinari capensis</i>

Ch herb

<i>Dicoma zeyheri</i>	<i>Lippia javanica</i>
<i>Geigeria burkei</i>	<i>Triumfetta sonderi</i>
<i>Lantana rugosa</i>	<i>Teucrium trifidum</i>

Ch l succ

<i>Aloe davyana</i>	<i>Delosperma herbeum</i>
<i>A. transvaalensis</i>	<i>Sansevieria aethiopica</i>

HEMIKRIPTOFIETE (H)

H caesp

<i>Bewsia biflora</i>	<i>Panicum maximum</i>
<i>Clerodendron triphyllum</i>	<i>Rhynchelytrum nerviglume</i>
<i>Cymbopogon excavatus</i>	<i>Setaria perennis</i>
<i>Digitaria eriantha</i>	<i>Sporobolus stapfianus</i>
<i>Diheteropogon amplexans</i>	<i>Schizachyrium sanguineum</i>
<i>Elionurus muticus</i>	<i>Themeda triandra</i>
<i>Eragrostis curvula</i>	<i>Trachypogon spicatus</i>
<i>E. gummiflua</i>	<i>Trichodesma physaloides</i>
<i>Eustachys mutica</i>	<i>Tristachya biseriata</i>
<i>Heteropogon contortus</i>	<i>Vahlia capensis</i>
<i>Hypentelia dissoluta</i>	<i>Vernonia oligocephala</i>
<i>Monsonia burkeana</i>	<i>Urelytrum squarrosum</i>
<i>Loudetia flavida</i>	

H scap

<i>Fadogia monticola</i>	<i>Vernonia poskeana</i>
<i>Ruellia patula</i>	

H rept

<i>Crubkea angustifolia</i>	<i>Dicoma anomala</i>
<i>Cucumis prophetarum</i>	

Tabel 4.2 (vervolg)

GEOFIETE (G) (= KRIPTOFIETE)G bulb

Alluca setosa
Boophane disticha
Ledebouria ovatifolia

Scadoxus puniceus
Urginea sanguinea

G rhiz

Hypoxis rooperi

TEROFIETE (T)

Aristida congesta
Bidens bipinnata
Cyphocarpa angustifolia
Nidorella hottentotta

Oldenlandia herbacea
Rhynchelytrum repens
Tagetes minuta
Trichoneura grandiglumis

LIAAN (L)

Asparagus aethiopicus

HEMI-PARASJET (Hemi-par)

Stniga elegans
Tapinanthus natalitius subsp.
zeyheri

Tapinanthus rubromarginatus
Viscum rotundifolium

4.1.2 METODEDES

Die fenologiese waarnemings op die Roodeplaatdam-natuurreservaat is in Augustus 1979 begin nadat 10 individue van elk van 33 houtagtige spesies (Tabel 4.2 & Figuur 4.1) ewekansig geselekteer en genommer is. Vyf-en-twintig spesies is in studieperseel 1, ses in studieperseel 2 en twee in studieperseel 3 gemerk (Figuur 2.3 en Tabel 4.2). Gedetailleerde waarnemings is op hierdie 330 individue gemaak. Waarnemings aangaande slegs die aan- of afwesigheid van die blaar-, blom- of vrugfase is egter ook op 'n aantal ander ongemerkte hout- en kruidagtige spesies (dit wil sê uitgesonderd bogenoemde 33 spesies) gemaak (Tabel 4.2). Die spesies wat vir die fenologiese studie gebruik is, is opvallend en volop asook belangrike differensiërende spesies van die onderskeie plantgemeenskappe (Kyk Hoofstuk 3).

Waarnemings aangaande die fenofases is tweeweekliks tot maandeliks gemaak afhangende van die aktiwiteit van die plantspesies (Tabel 4.3). Die fenofases is soos volg op 'n sespunt-skaal (0, 1, 2, 3, 4, 5) aangeteken:

- a. Tempo: 'n Hoë tempo van groei, byvoorbeeld stingelgroei of blaarontplooiing het 'n hoë waarde gekry en andersom.
- b. Aantal: 'n Groot aantal van 'n fase, byvoorbeeld aantal volwasse blare of blomme het 'n hoë waarde gekry en omgekeerd.
- c. Stadium: 'n Hoë graad van byvoorbeeld blaarverkleuring kry 'n hoë waarde en omgekeerd.

Die tempo en aantalle is geskat relatief tot dit waartoe die plant potensieel in staat is.

Indien 10 % van die individue van 'n spesie (1 van die ondersoekte individue) met 'n fenofase begin het, is dit as die beginpunt van daardie fase vir die spesifieke spesie beskou.

Gelyktydig met die fenologiese waarnemings is aaneenlopende klimaatgewens ingesamel soos in Hoofstuk 2 beskryf is.

Tabel 4.3 Voorbeeld van 'n vel&vorm vir die insameling van fenologiese gegewens

FENOLOGIE DATAVORM

SPESIE:

PERSEELNOMMER:

DATUM:

FENOFASE (0 - 5-skaal)

INDIVIDUNOMMER

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Gemid= deld
Knopswelling (blare/blomme)											
Stingelgroei tempo											
Blaarontplooingstempo											
Blaaraantal: jonk											
volwasse											
Blaarvalstadium											
Blaarverkleuringstadium											
Blomknoppe (aantal)											
Oop blomme (aantal)											
Verwelkte blomme (aantal)											
Onryp vrugte (aantal)											
Vrugstadium											
Vrugverkleuringstadium											
Ryp sade/vrugte/peule (aantal): nuut											
oud											
Disseminasi tempo											
Disseminasi stadium											
Mate van insek skade											
<u>OPMERKINGS</u>											
Nektar											
Rypskade											
Vuurskade											
Parasiete											
Ligene											

4.1.3 RESULTATE EN BESPREKING

4.1.3.1 Seisoene

Die fenogramme van 'n aantal opvallende verteenwoordigers van die plantegroei van die RNR word in Figuur 4.1 tot 4.4 weergegee. 'n Vergelyking tussen die blomtye van 'n aantal spesies soos uit die literatuur verkry en die waarnemings van blomtye op die RNR word in Tabel 4.4 getref.

Konvensioneel word die jaar in vier seisoene op basis van die heersende klimaatstoestande, onderverdeel. In sommige gevalle onderskei natuurwetenskaplikes ses basiese seisoene, wat met sekere fenofases van plante of diere korreleer, deur die lente en die somer in 'n vroeë en laat periode onder te verdeel (Knight 1966; Odum 1971). Die volgende indeling het hoofsaaklik op somerreënvalgebiede betrekking.

Die lente kan in die vroeë lente (prevernale periode) en die laat lente (vernale periode) onderverdeel word. Gedurende die prevernale periode begin sommige spesies al groei en/of blom, terwyl in die vernale periode die grondtemperatuur in ooreenstemming met die lugtemperatuur styg, terwyl blaarontplooiing voorkom en sommige spesies al vrugte begin vorm (Knight 1966).

Die somer kan in 'n vroeë somer (estivale periode) en laat somer (serotinale periode) onderverdeel word. Maksimum aktiwiteit kom in hierdie periode voor, alhoewel droogtes 'n verlaging in aktiwiteit teweeg kan bring.

Die herfsperiode is 'n oorgangsperiode waartydens temperatuur verlaag en ryp kan voorkom. Blaarverkleuring en blaarval begin dan veral by bladwisselende spesies voorkom.

Die winterperiode (hiemale of hibernale periode) word hoofsaaklik deur lae temperatuur en onaktiwiteit van organismes gekenmerk (Knight 1966).

Tabel 4.4 'n Vergelyking tussen die blomtye van die bestudeerde fanerofiete en chamefiete soos verkry uit die literatuur (L) en die waarnemings op die Rooideplaatdam-natuurreservaat (R) (Kyk afdeling 4.1.1.3)

Spesies	Hoof blomperiode	Variasie in blomperiode	Lengte van blomperiode	Aantal blomfases/pieke per seisoen
<i>Acacia caffra</i>	L Sep - Okt	Einde Jul - Jan	-	Twee (selde)
	R Sep	Aug - Okt	< 1 maand	Twee
<i>Acacia karroo</i>	L Nov - Feb	Okt - middel Mrt	-	Vier (veral na reënperiodes)
	R Nov - Feb	Nov - Mrt	> 3 maande	Vyf
<i>Acacia nilotica</i>	L Nov - Des	Sep - Feb	-	Twee (na reën)
	R Nov - Feb	Nov - Jan	> 3 maande	Enkel
<i>Acacia robusta</i>	L Jul - middel	Jul - Nov	-	Enkel - soms geen
	R Sep	Aug - Okt	1 - 3 maande	Twee
<i>Aloe davyana</i>	L Jun - Jul	-	-	-
	R Jun - Aug	Jun - Aug	1 - 3 maande	Enkel
<i>Aloe marlothii</i>	L Apr - Aug	-	-	-
	R Jul - Aug	Jun - Sep	1 - 3 maande	Enkel
<i>Aloe transvaalensis</i>	L Jan - Mrt	-	-	-
	R Feb - Mrt	Feb - Mrt	1 - 3 maande	Enkel
<i>Berchemia zeyheri</i>	L Okt - Des	-	-	-
	R Nov - Jan	Okt - Feb	1 - 3 maande	Enkel
<i>Boscia albitrunca</i>	L Sep - Okt	Aug - Okt	-	Enkel (na reën) soms geen
	R Sep - Okt	Sep - Okt	< 1 maand	Enkel - soms geen
<i>Burkea africana</i>	L Okt - Nov	Sep - Nov	-	Enkel - soms geen
	R Okt	Okt - Nov	1 - 3 maande	Enkel - soms geen
<i>Carissa bispinosa</i>	L Okt - Des	-	-	-
	R Nov - Des	Nov - Des	1 - 3 maande	Enkel
<i>Cassine burkeana</i>	L Jan	-	-	-
	R Nov - Feb	Nov - Feb	> 3 maande	Enkel
<i>Combretum apiculatum</i>	L Sep - Nov	Aug - Feb	-	-
	R Okt - Nov	Okt - Nov	1 - 3 maande	Enkel
<i>Combretum molle</i>	L Sep - Okt	Sep - Nov	-	-
	R Sep - Okt	Sep - Nov	1 - 3 maande	Enkel
<i>Cussonia paniculata</i>	L Jan - Apr	-	± 3 maande	Enkel soms geen
	R Mrt ; Sep	Mrt - Jun Sep - Nov	> 3 maande	Enkel - meesal geen
<i>Dombeya rotundifolia</i>	L Aug - Sep	Einde Jul - Okt	-	-
	R Aug - Sep	Aug - Sep	1 - 3 maande	Enkel - soms geen
<i>Dovyalis zeyheri</i>	L Nov	-	-	-
	R Geen blomdata	-	-	-
<i>Ehretia rigida</i>	L Aug - Okt	Aug - Feb (Apr - Mei)	-	-
	R Sep - Okt	Sep - Feb	1 - 3 maande	Drie
<i>Euclea crispa</i>	L Nov - Des	Okt - Feb	-	-
	R Nov - Des	Nov - Jan	1 - 3 maande	Enkel - soms geen
<i>Euclea undulata</i>	L Mrt - Apr	Des - Apr	-	Twee (selde) - soms geen
	R Jan - Mrt	Jan - Mrt	< 1 maand	Enkel
<i>Maytenus heterophylla</i>	L Feb - Jun	-	-	-
	R Mei - Des	Geen blomdata	-	-
<i>Mundulea sericea</i>	L Okt - Des	Okt - Jan	-	-
	R Nov - Feb	Okt - Mrt	> 3 maande	Twee - meesal aaneenlopend
<i>Ochna pulchra</i>	L Sep - Okt	Aug - Des	-	-
	R Sep - Okt	Sep - Nov	< 1 maand	Enkel
<i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	L Nov - Des	Okt - Feb	-	-
	R Jan - Feb	Des - Apr	1 - 3 maande	Enkel - soms geen
<i>Ozoroa paniculosa</i>	L Nov - Feb	-	-	-
	R Nov - Des	Nov - Des	1 - 3 maande	Enkel
<i>Pappaea capensis</i>	L Jan - Mrt;	-	> 3 maande	Enkel
	R Nov - Des Sep - Okt Jan - Mei Mrt - Mei	Jan - Jun	> 3 maande	Enkel - soms geen

Tabel 4.4 (vervolg)

Spesies	Hoof blomperiode	Variasie in blomperiode	Lengte van blomperiode	Aantal blomfases per seisoen
<i>Protea caffra</i>	L Nov - Des	Nov - Feb	-	-
	R Des - Feb	Nov - Feb	1 - 3 maande	Enkel
<i>Rhus lancea</i>	L Jul	Mei - Sep	-	-
	R Aug	Aug - Sep	1 - 3 maande	Enkel - meesal geen
<i>Rhus leptodictya</i>	L Jan - Apr	-	-	-
	R Jan - Feb	Des - Mrt	1 - 3 maande	Enkel
<i>Vangueria infausta</i>	L Sep - Okt	Sep - Mrt (na reën)	-	-
	R Nov	Okt - Des	< 1 maand	Enkel
<i>Ximenia caffra</i>	L Sep - Okt	Jul - Okt	-	-
	R Okt	Sep - Nov	1 - 3 maande	Enkel
<i>Zanthoxylum capense</i>	L Okt - Nov	-	-	-
	R Nov	Nov - Jan	< 1 maand	Enkel
<i>Ziziphus mucronata</i>	L Nov - Mrt	Okt - Apr	-	-
	R Nov - Jan	Nov - Feb	> 3 maande	Enkel

Boaler (1966) onderskei vyf klimaatseisoene gebaseer op reënval naamlik 'n droë-, voorreën-, vroeë reën-, hoofreën- en laat reënseisoen.

Volgens die fenofases van die plantspesies wat in die studiegebied ondersoek is, kan die jaar in die volgende ses seisoene onderverdeel word, naamlik:

Lente: { Prevernale periode: Middel Julie tot einde Augustus
 Vernale periode: Begin September tot einde Oktober
 Somer: { Estivale periode: Begin November tot einde Desember
 Serotinale periode: Begin Januarie tot middel Maart
 Herfs: Herfsperiode: Middel Maart tot middel Mei
 Winter: Hibernale periode: Middel Mei tot middel Julie.

Vir die indeling van die lenteperiodes is van die datums waarop die eerste teken van groei-aktiwiteit by die onderskeie plantspesies waargeneem is, gebruik gemaak. Dit is die vroegste van drie datums wat vir drie seisoene vir elke spesie bepaal is. Blomknopswelling en/of groeiknopswelling was as 'n aanduiding van aktiwiteit gebruik.

Volgens Figure 4.1 tot 4.4 is daar 'n aantal plantspesies wat in die tweede helfte van Julie reeds aktiwiteit soos knopswelling en blaarontplooiing begin vertoon. Hierdie tekens van aktiwiteit lui dus die vroeë lente (prevernale periode) in en word slegs by fanerofiete (Tabel 4.2), byvoorbeeld *Acacia robusta*, *Dombeya rotundifolia* en *Ximenia caffra* aangetref. Daar is ook waargeneem dat *Boscia albitrunca* en *Tapinanthus rubromarginatus*, wat veral op *Protea caffra* aangetref word, ook in bogenoemde periode begin groei (Tabel 4.5).

Ander spesies wat meesal vroeg in Augustus aktiwiteit begin vertoon, is *Acacia caffra*, *Ehretia rigida*, *Acacia karroo* en die hemi-parasiet *Tapinanthus natalitius* subsp. *zeyheri*, wat op 'n verskeidenheid spesies aangetref word (Tabel 4.5).

Chamefiete en geofiete (Tabel 4.2) wat ook gedurende Augustus bloeiwyses vorm of begin groei, is *Albucca setosa*, *Ledebouria ovatifolia*, *Lansea edulis*, *Dichapetalum cymosum* en

Triumfetta sonderi (Tabel 4.10 & Figuur 4.4). Volgens Gilliland (1955) en Hopkins (1968) is daar baie geofiete wat vroeg in die lente blom, veral saam met die vroeë lente=reën.

Die hemikriptofiete (Tabel 4.2) begin meesal eers later in Augustus aktiwiteit vertoon en by die grasse is dit veral *Setaria perennis*, *Eragrostis curvula*, *Elionurus muticus* en *Sporobolus stapfianus* wat eerste op gunstige groeitoestande reageer.

Die grootste aantal plantspesies (van alle lewensvorme) begin aktiwiteit in die laat lente toon (Figure 4-1 tot 4.4). Die aanvang van maksimum antese by die fanerofiete, chamefiete en geofiete word meesal in hierdie periode aangetref.

Die hemikriptofiete se blomfase neem in die vroeë somer 'n aanvang, terwyl hierdie periode by die ander lewensvorme die tydperk van maksimum vegetatiewe groei is. Daar is in die laat somer 'n hele aantal spesies (Tabel 4.2) wat dān eers tot die geslagtelike voortplantingsfase oorgaan, naamlik:

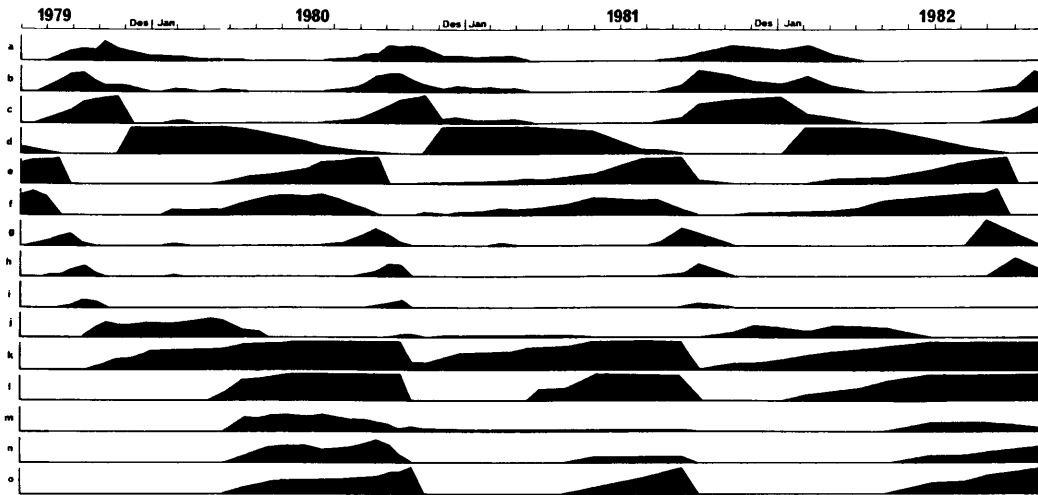
Fanerofiete	:	<i>Pappia capensis</i> <i>Euclea undulata</i>
Chamefiete	:	<i>Geigeria burkei</i> <i>Dicoma zeyheri</i> <i>Aloe transvaalensis</i>
Hemikriptofiete:		<i>Eragrostis gummiflua</i> <i>Panicum maximum</i> <i>Schizachyrium sanguineum</i> <i>Trachypogon spicatus</i>
Terofiete	:	<i>Bidens bipinnata</i> <i>Aristida congesta</i> <i>Nidorella hottentotta</i> <i>Oldenlandia herbacea</i> <i>Tagetes minuta</i> <i>Trichoneura grandiglumis</i>

Gedurende die herfs is dit slegs *Aloe davyana* en *Dicoma anomala* wat soms tot die blomfase oorgaan. In die winter neem die blomfase van slegs *Acacia robusta* en *Aloe marlothii* 'n aanvang (Figure 4.2 en 4.4).

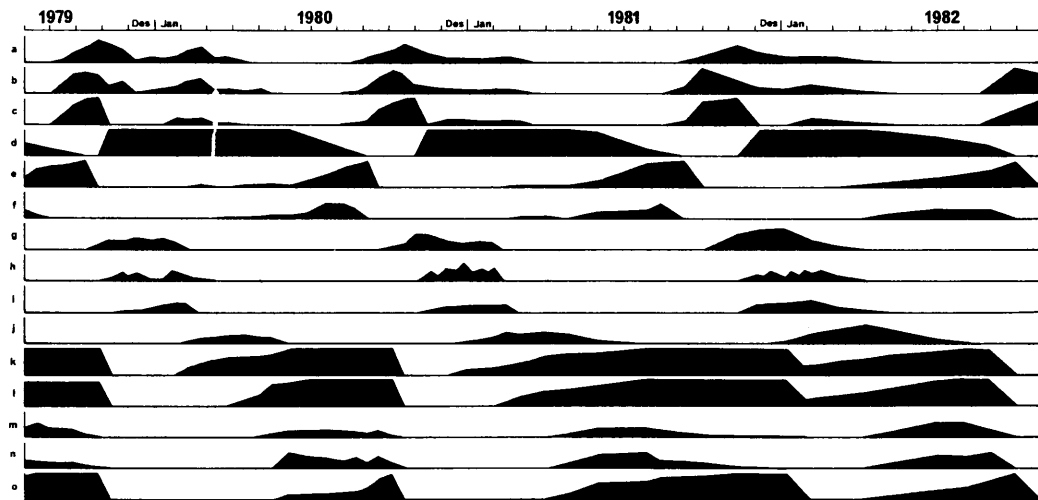
Figuur 4.1 Fenogramme van 33 plantspesies vir die tydperk Augustus 1979 tot Oktober 1982 op die Roodeplaatdam-natuurreservaat.

Verklaring van simbole

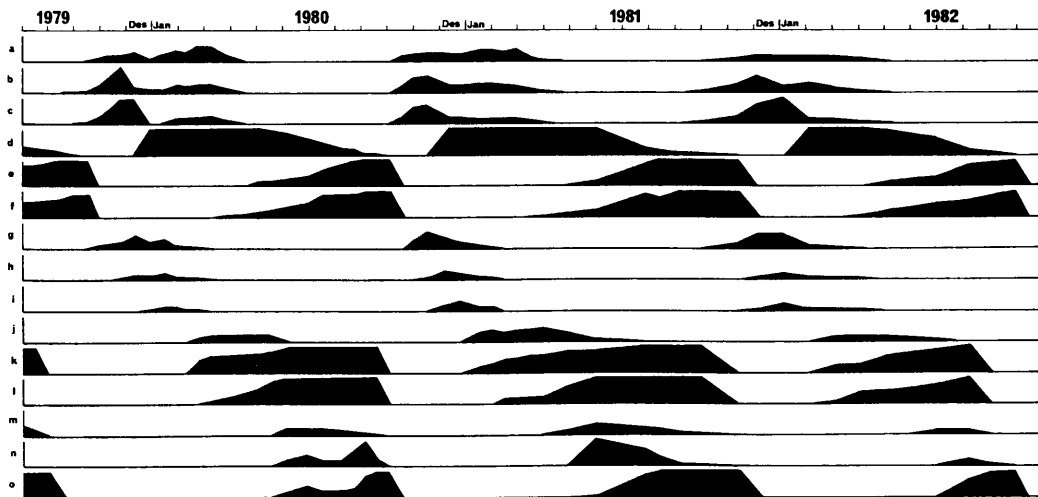
- a = stingelgroei tempo
- b = blaarontplooing tempo
- c = aantal onvolwasse blare
- d = aantal volwasse blare
- e = blaarval stadium
- f = blaarverkleuring stadium
- g = aantal blomknoppe
- h = aantal oop blomme
- i = aantal verwelkte blomme
- j = aantal onryp vrugte
- k = vrug stadium
- l = vrugverkleuring stadium
- m = aantal ryp vrugte
- n = disseminasi tempo
- o = disseminasi stadium



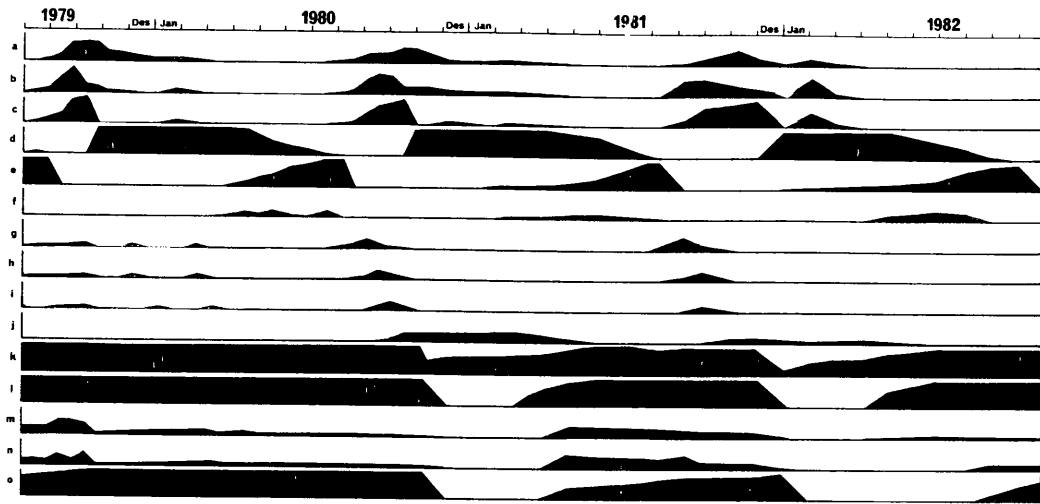
Figuur 4.1 (vervolg) 1. ACACIA CAFFRA



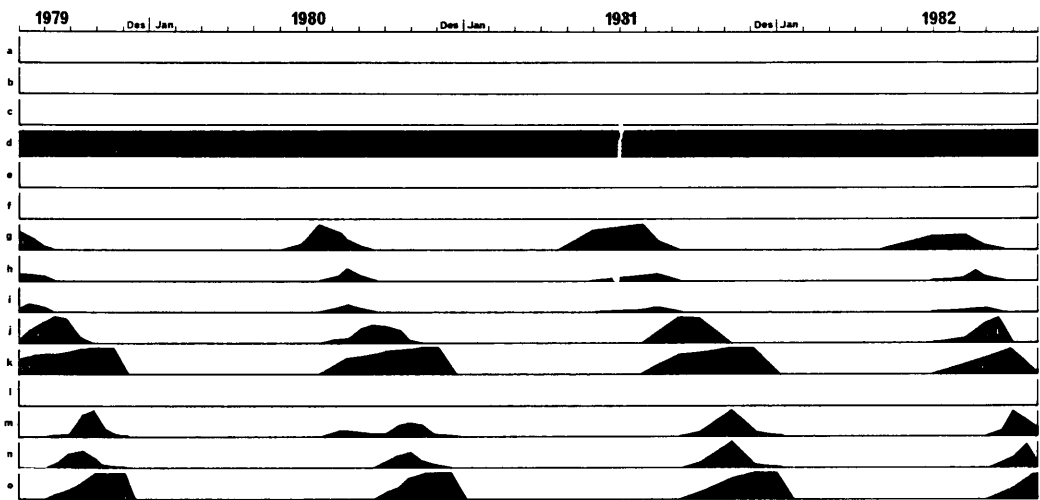
Figuur 4.1 (vervolg) 2. ACACIA KARROO



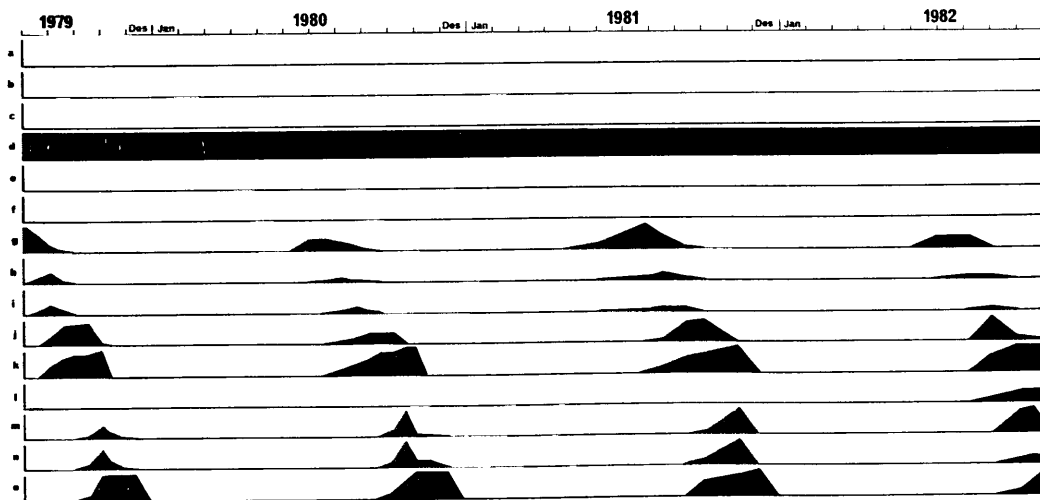
Figuur 4.1 (vervolg) 3. ACACIA NILOTICA



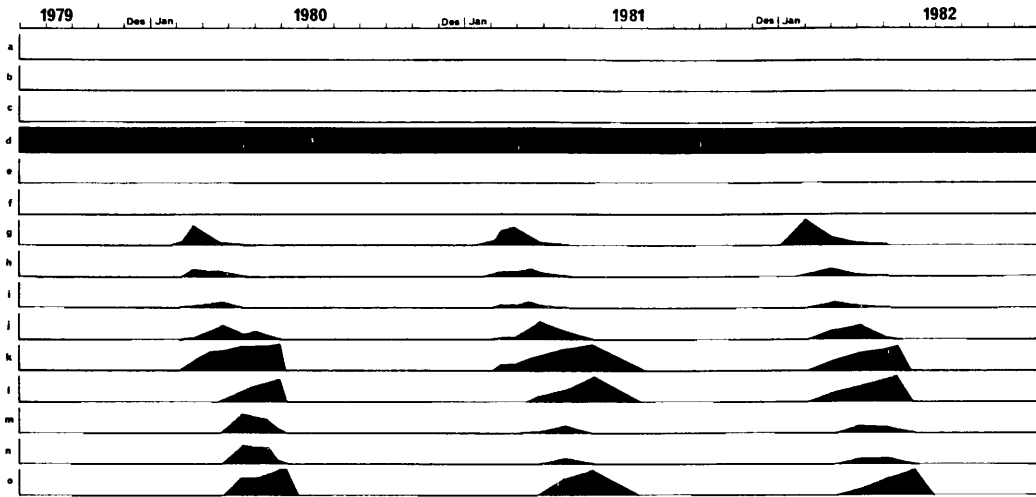
Figuur 4.1 (vervolg) 4. ACACIA ROBUSTA



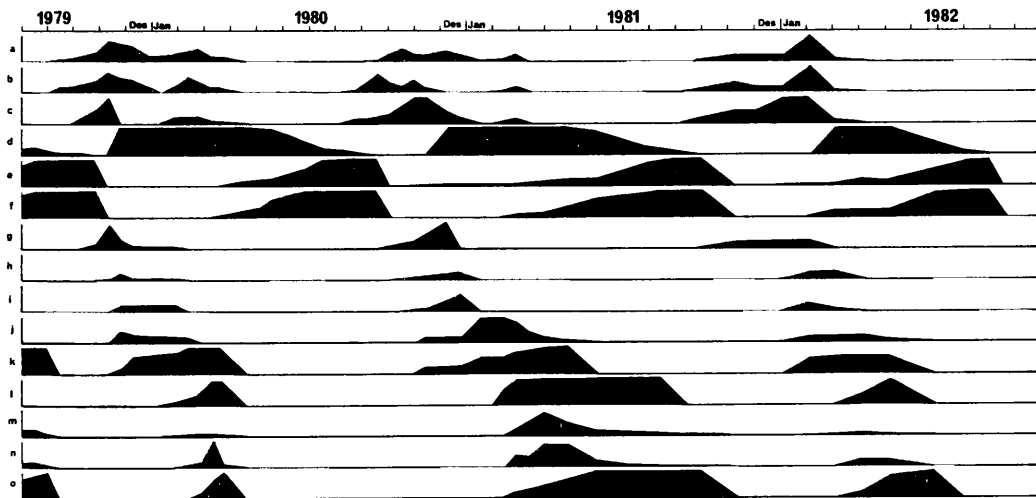
Figuur 4.1 (vervolg) 5. ALOE DAYYANA



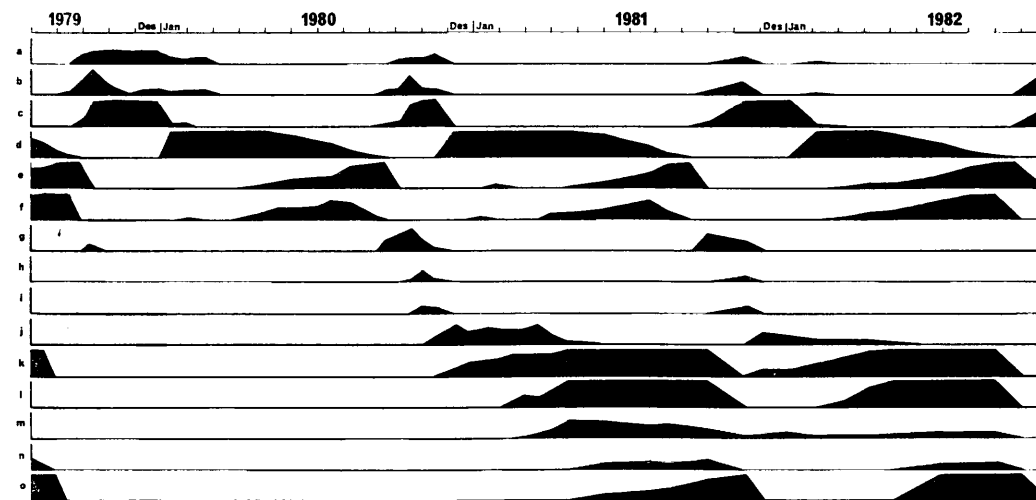
Figuur 4.1 (vervolg) 6. ALOE MARLOTHII



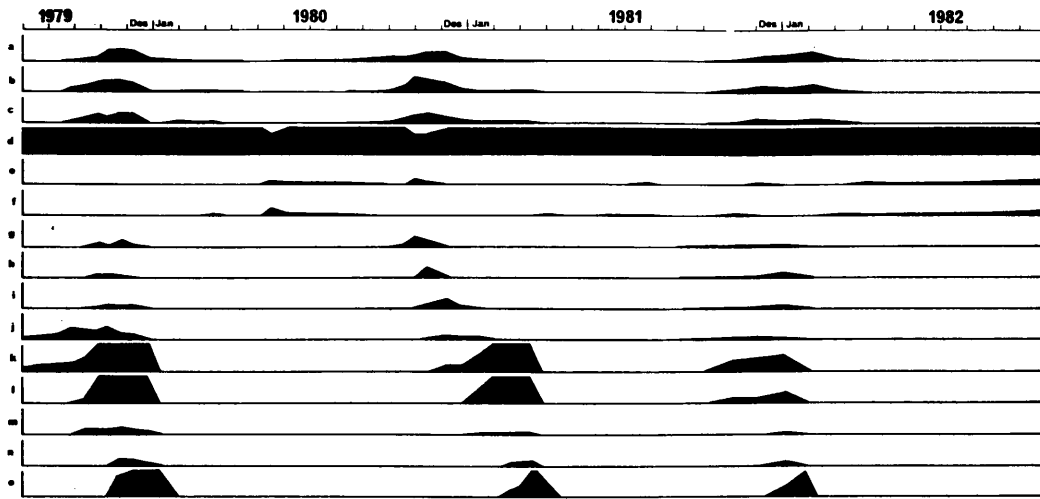
Figuur 4.1 (vervolg) 7. ALOE TRANSVAALENSIS



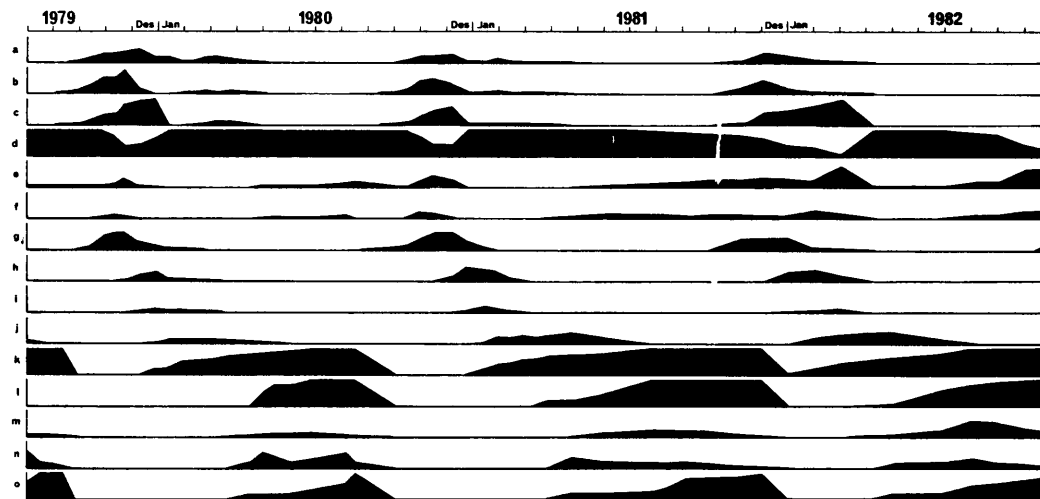
Figuur 4.1 (vervolg) 8. BERCHEMIA ZEYHERI



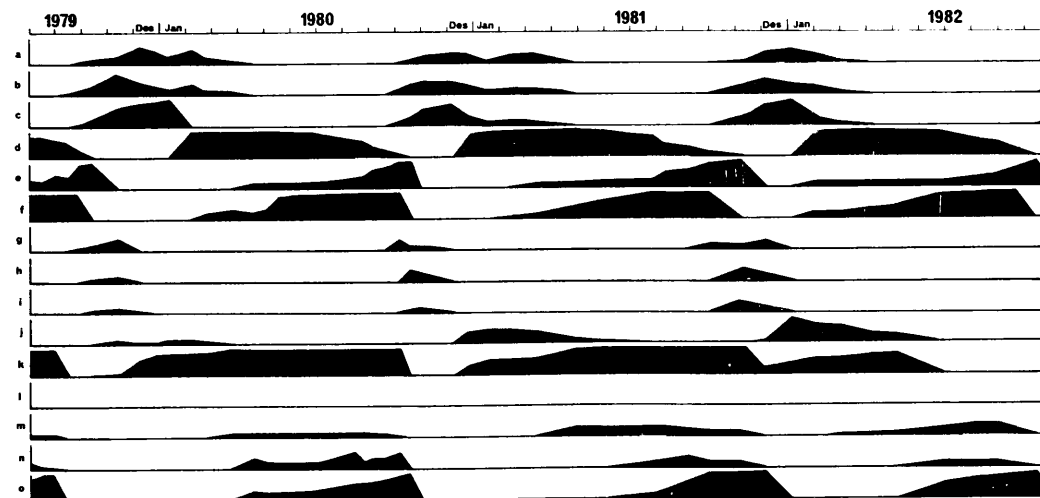
Figuur 4.1 (vervolg) 9. BURKEA AFRICANA



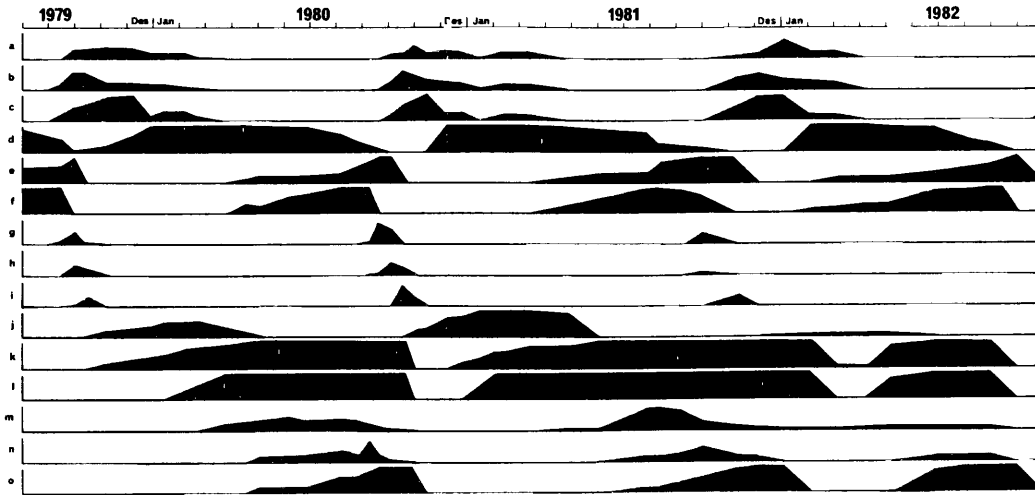
Figuur 4.1 (vervolg) 10. CARISSA BISPINOSA



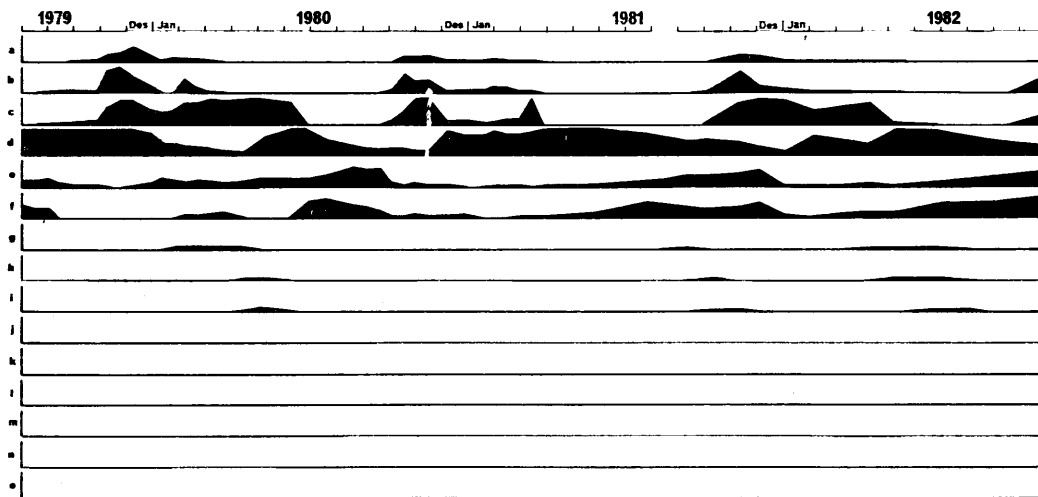
Figuur 4.1 (vervolg) 11. CASSINE BURKEANA



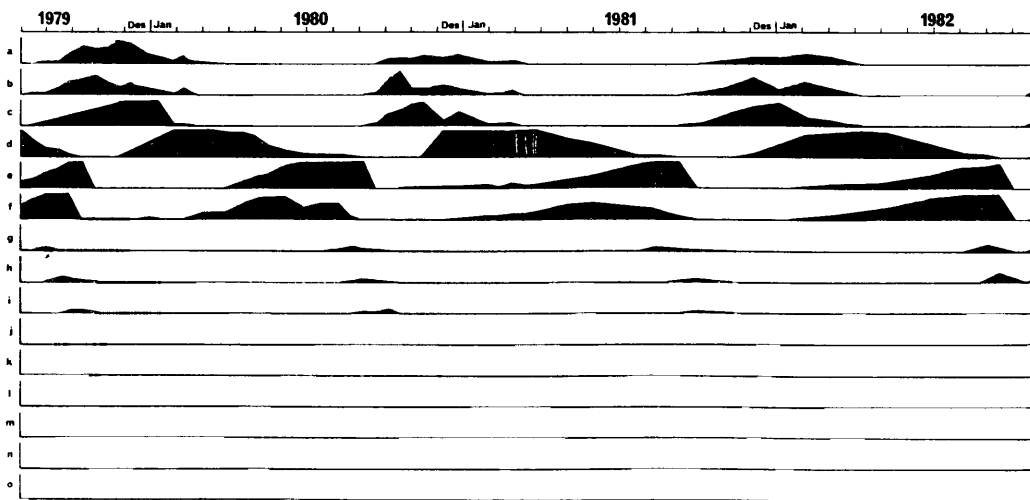
Figuur 4.1 (vervolg) 12. COMBRETUM APICULATUM



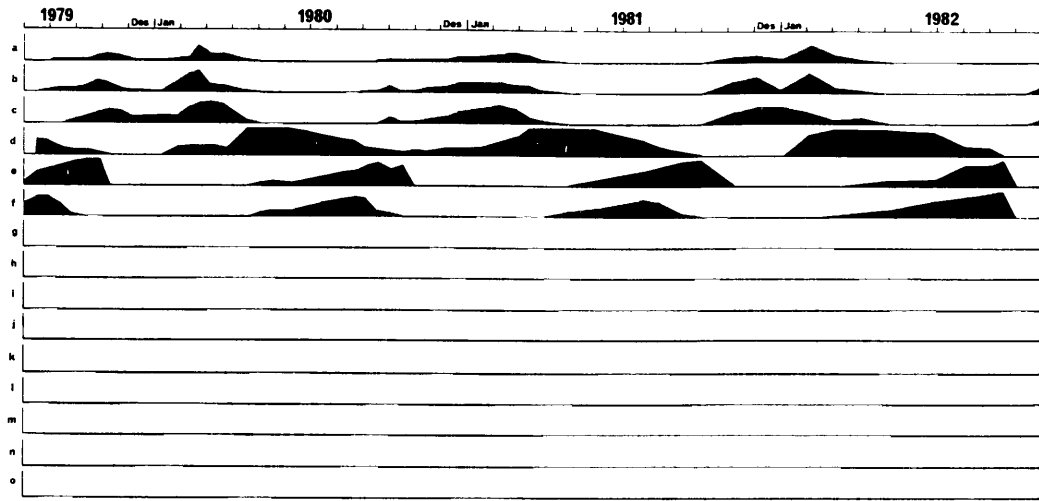
Figuur 4.1 (vervolg) 13. COMBRETUM MOLLE



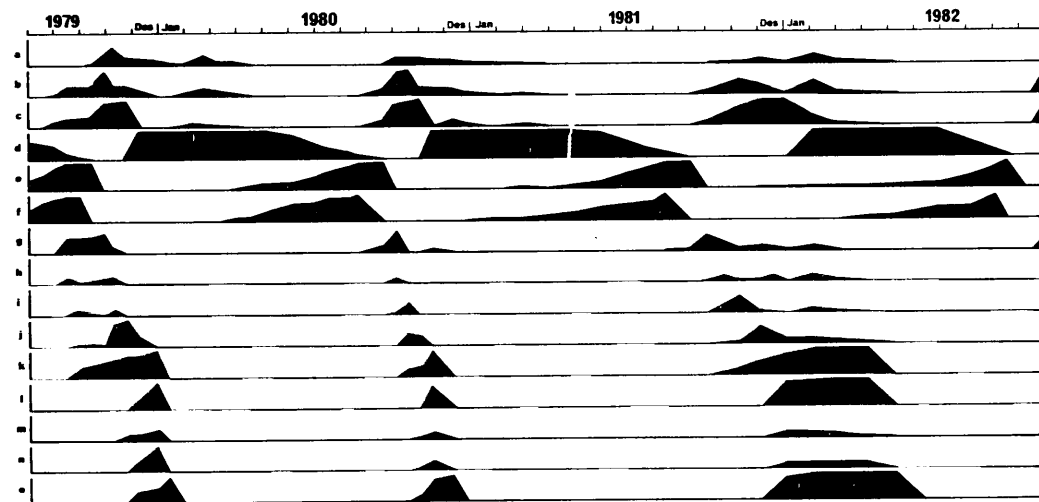
Figuur 4.1 (vervolg) 14. CUSSONIA PANICULATA



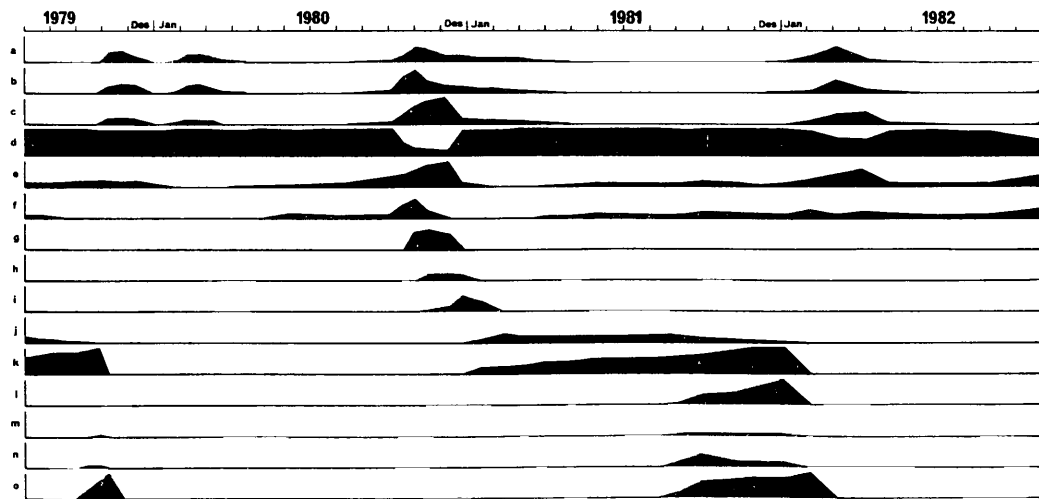
Figuur 4.1 (vervolg) 15. DOMBEYA ROTUNDFOLIA



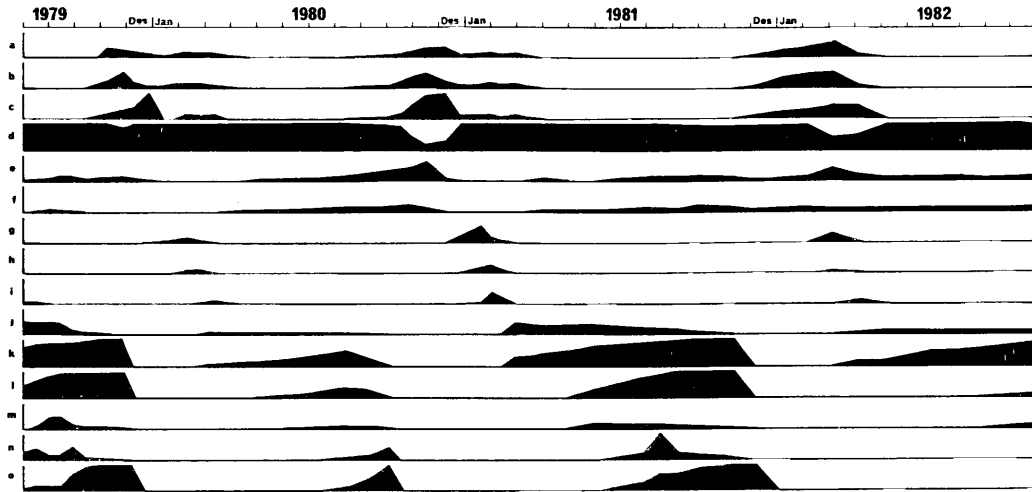
Figuur 4.1 (vervolg) 16. DOVYALIS ZEYHERI



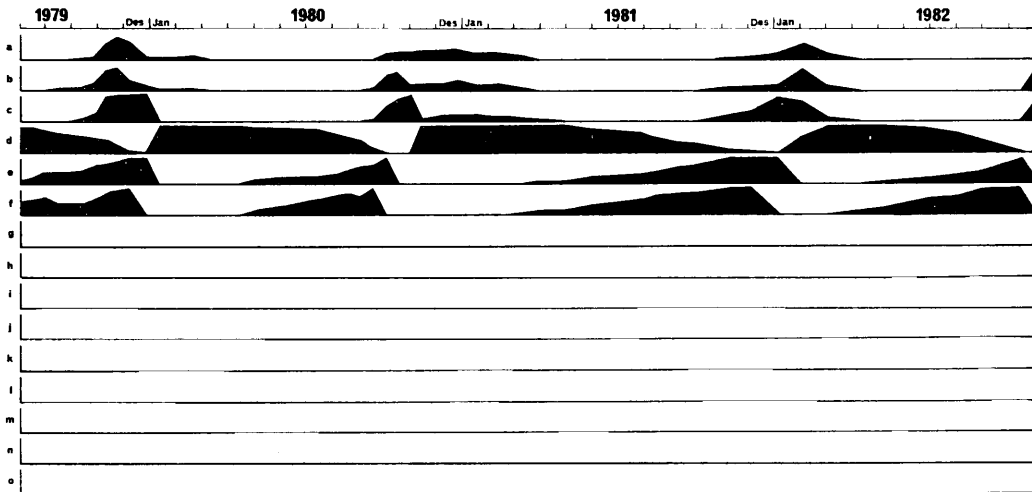
Figuur 4.1 (vervolg) 17. EHRETIA RIGIDA



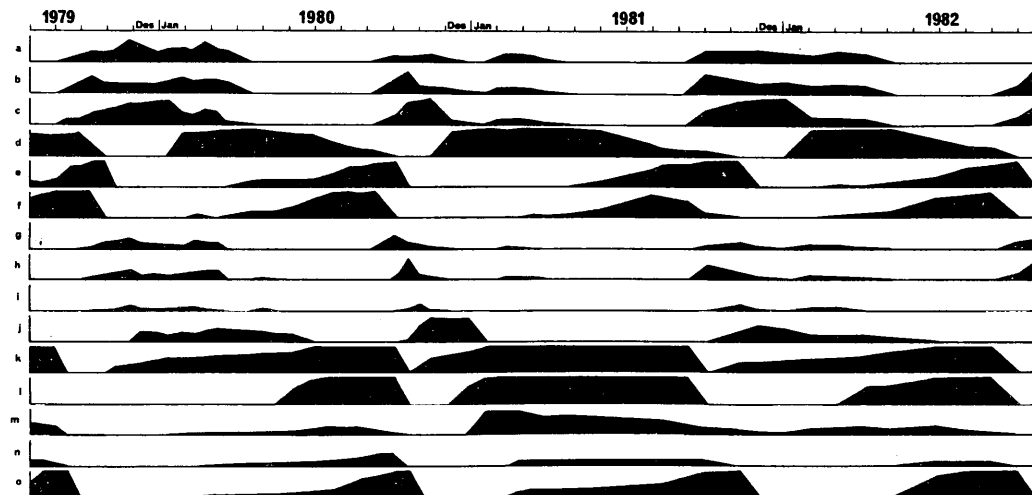
Figuur 4.1 (vervolg) 18. EUCLIA CRISPA



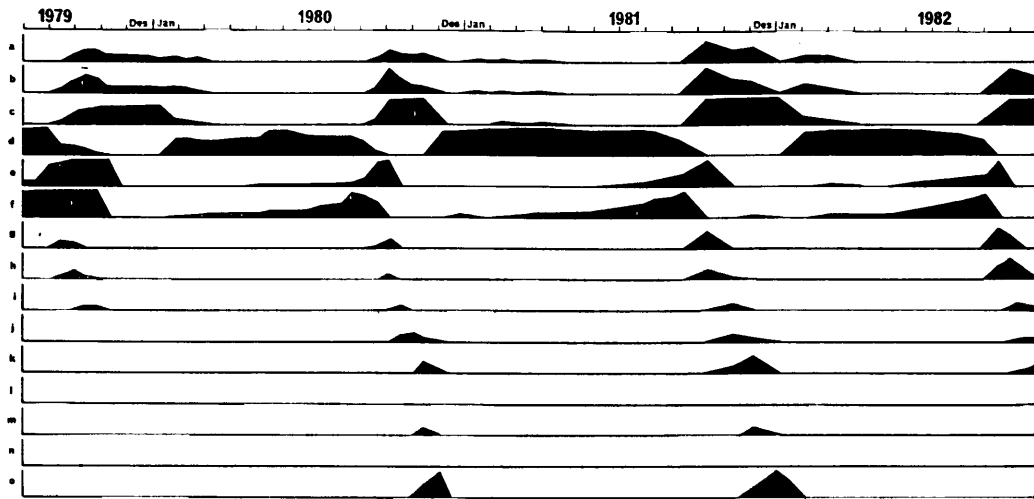
Figuur 4.1 (vervolg) 19. EUCLEA UNDOULATA



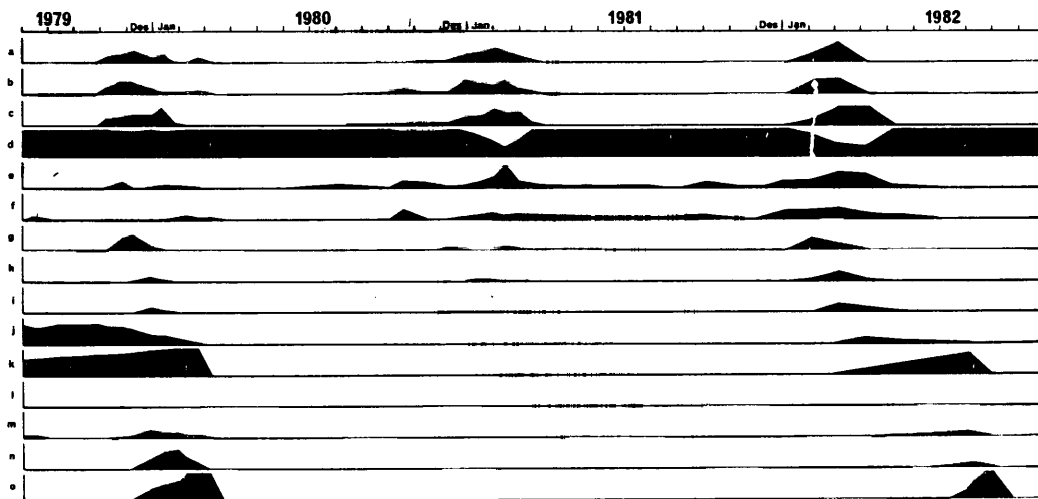
Figuur 4.1 (vervolg) 20. MAYTENUS HETEROPHYLLA



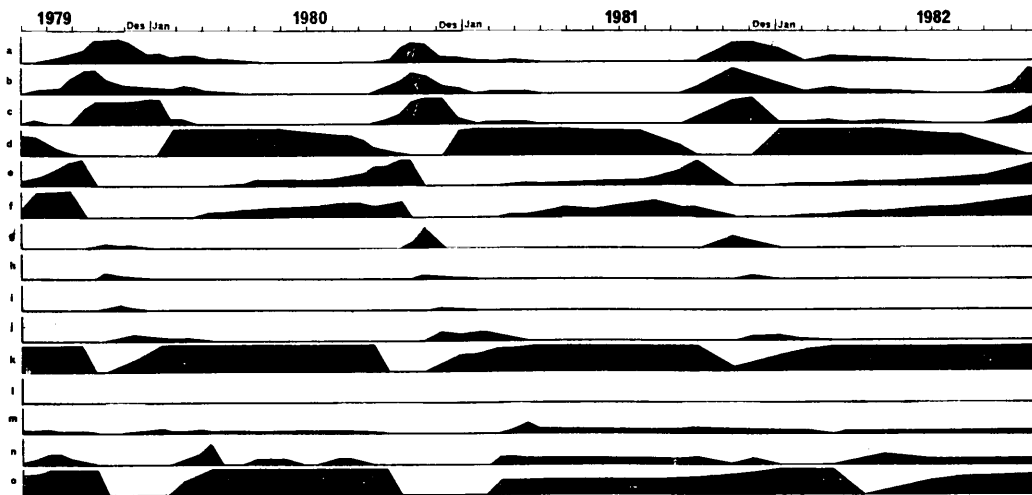
Figuur 4.1 (vervolg) 21. MUNDULEA SERICEA



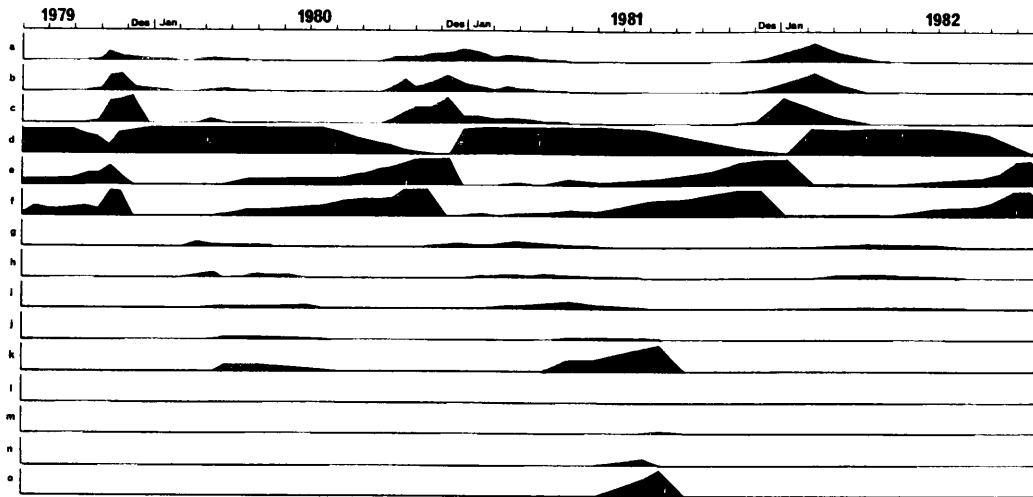
Figuur 4.1 (vervolg) 22. OCHNA PULCHRA



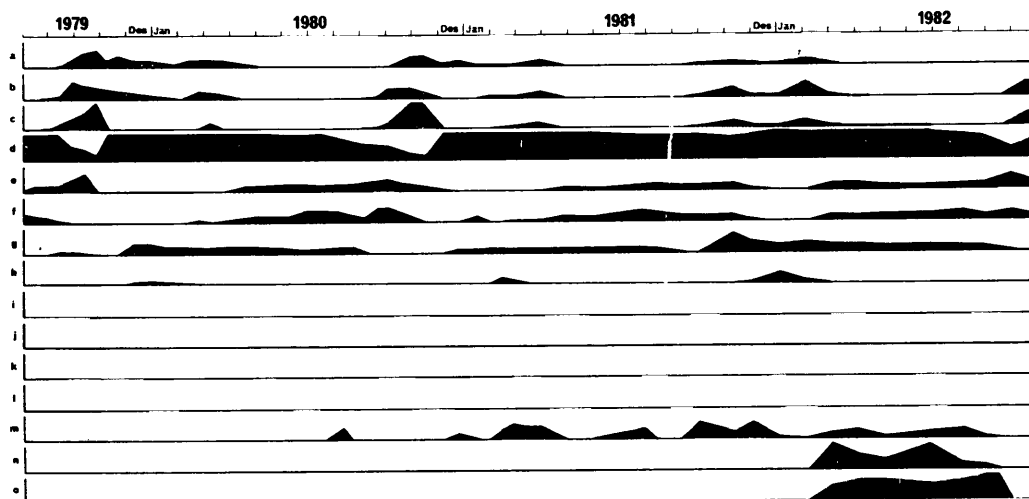
Figuur 4.1 (vervolg) 23. OLEA EUROPAEA SUBSP. AFRICANA



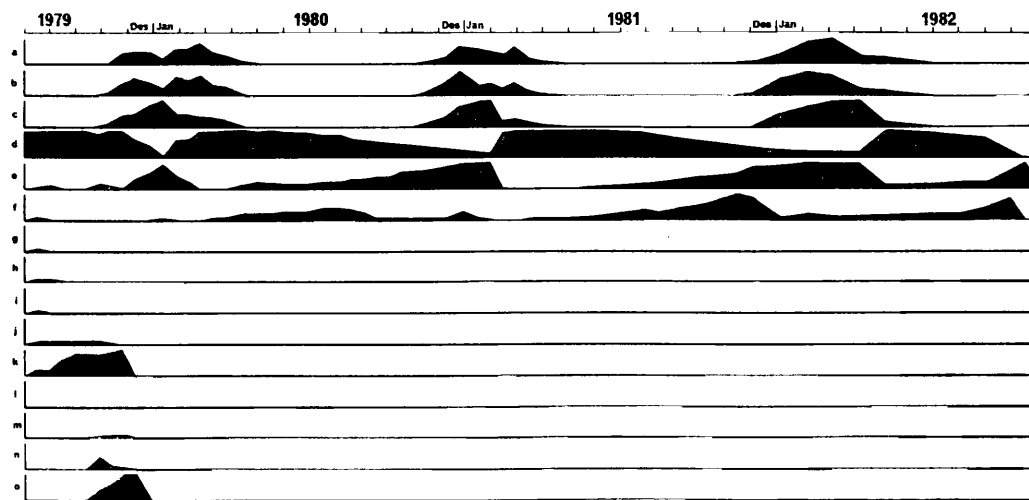
Figuur 4.1 (vervolg) 24. OZOROA PANICULOSA



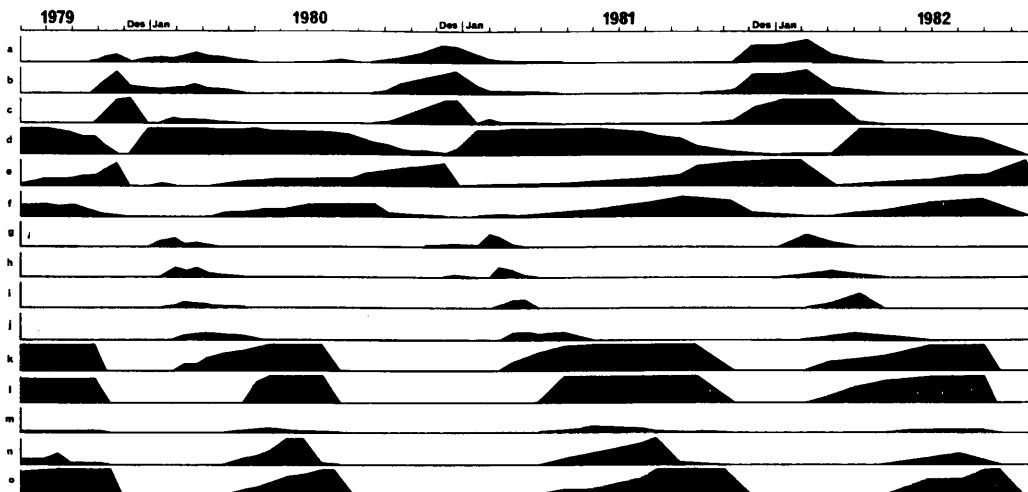
Figuur 4.1 (vervolg) 25. PAPP EA CAPENSIS



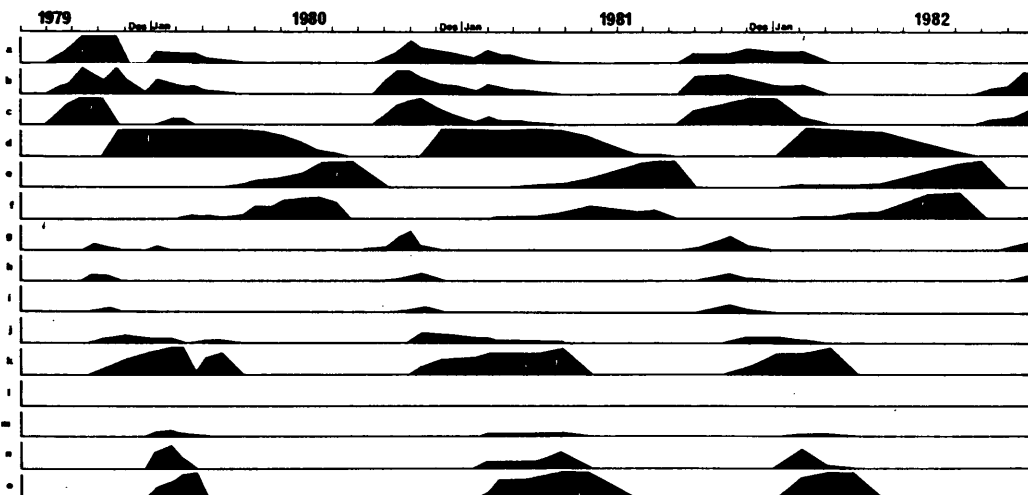
Figuur 4.1 (vervolg) 26. PROTEA CAFFRA



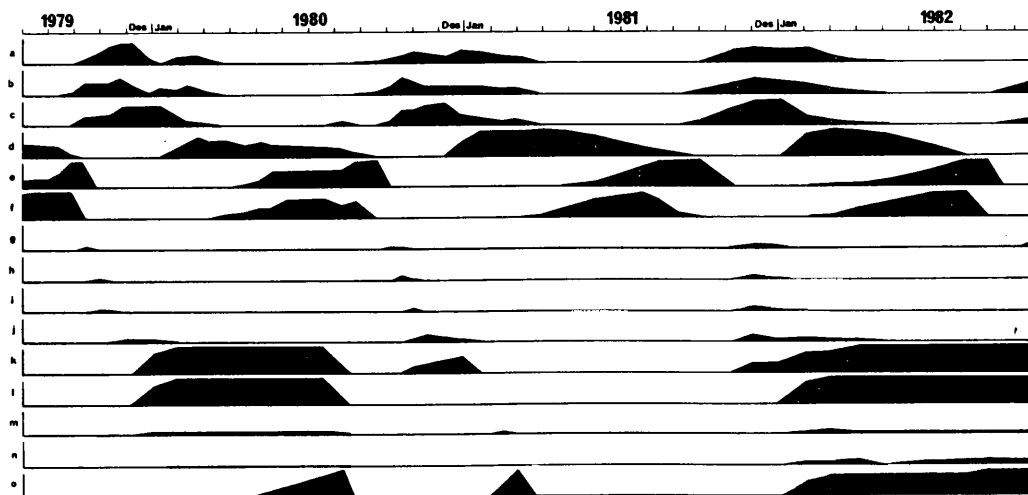
Figuur 4.1 (vervolg) 27. RHUS LANCEA



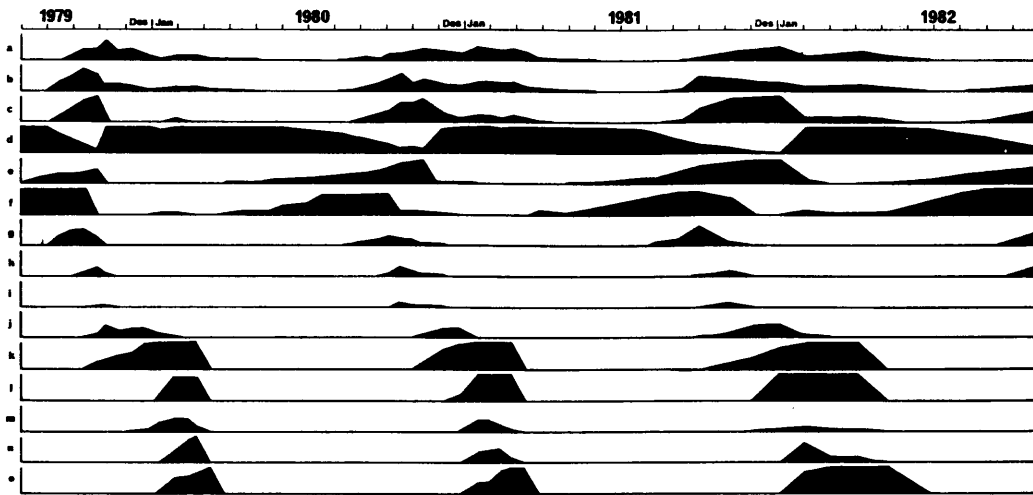
Figuur 4.1 (vervolg) 28. RHUS LEPTODICTYA



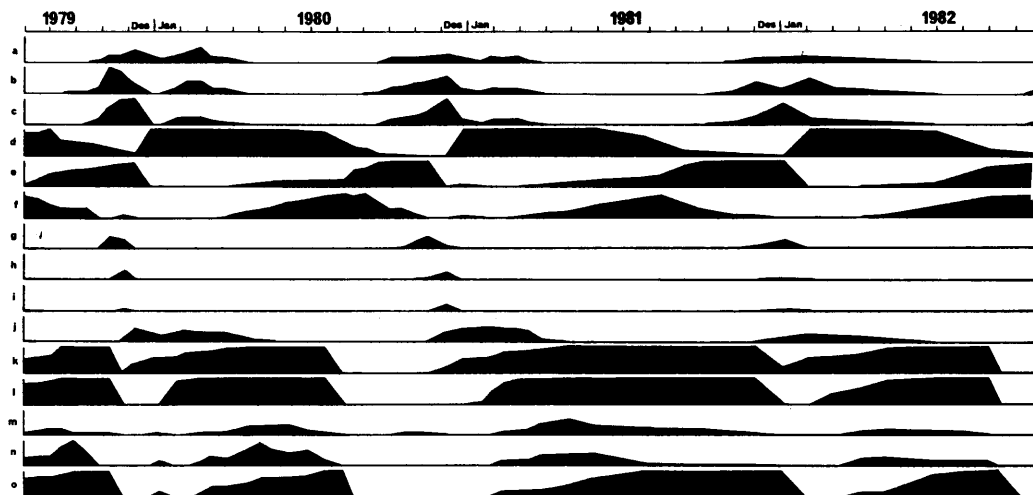
Figuur 4.1 (vervolg) 29. RHUS ZEYMERI



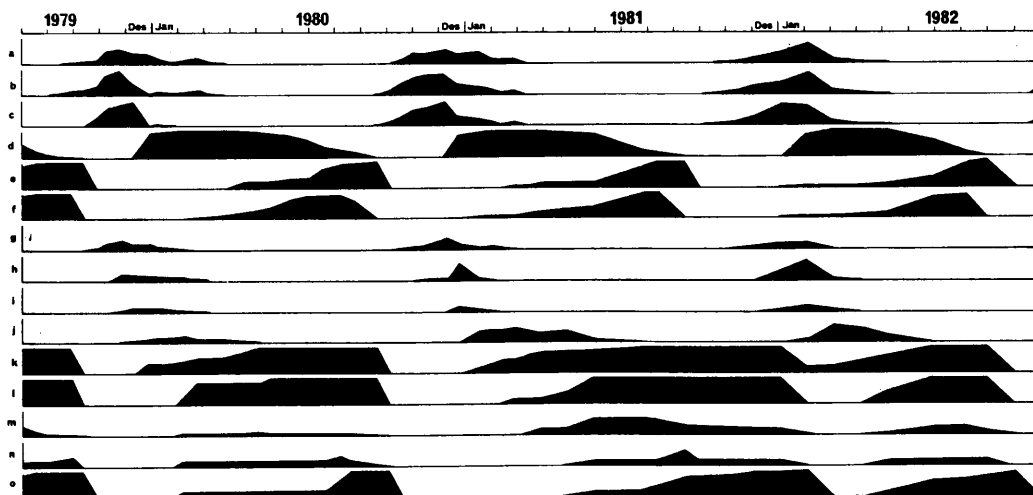
Figuur 4.1 (vervolg) 30. VANGUERIA INFAUSTA



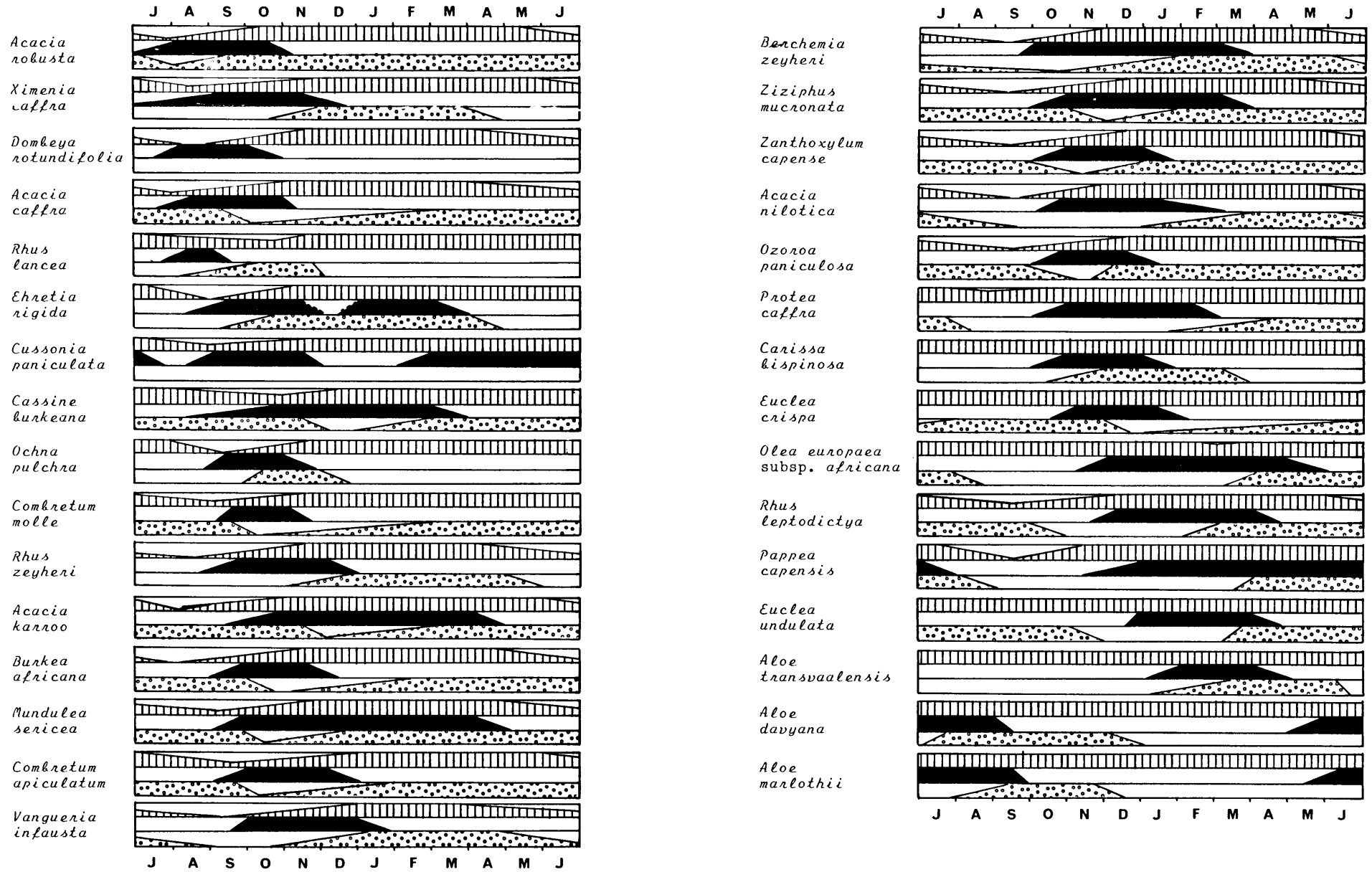
Figuur 4.1 (vervolg) 31. XIMEMA CAFFRA



Figuur 4.1 (vervolg) 32. ZANTHOXYLUM CAPENSE



Figuur 4.1 (vervolg) 33. ZIZIPHUS MUCRONATA



Figuur 4.2 Fenogramme van 'n aantal houtagtige spesies op die Rooideplaatdam-natuurreservaat.

4.1.3.2 Fenodinamikaa. Fanerofiete

Die fenodinamika van die fanerofiete word in Figure 4.1 en 4.2 geïllustreer. 'n Aantal aspekte van belang wat op die fenofases van die spesies betrekking het, word met verwysing na voorbeelde, kortliks bespreek.

i. Plantaktiwiteit voor die eerste reënval

In streke met 'n droë seisoen is daar spesies waarvan stingel= groei en/of blaarontplooiing asook blomvorming plaasvind voor die eerste reënval voorkom (Hopkins 1970b; Daubenmire 1972; Hall-Martin & Fuller 1975; Shukla & Ramakrishnan 1982). Op die RNR is dit veral die volgende fanerofiete wat voor die eerste reënval reeds aktiwiteit begin vertoon (Tabel 4.5):

<i>Acacia caffra</i>	<i>Dombeya rotundifolia</i>
<i>Acacia robusta</i>	<i>Ximenia caffra</i>
<i>Boscia albitrunca</i>	

Die hemi-parasiet *Tapinanthus rubromarginatus*, wat op *Protea caffra* voorkom, begin ook meesal voor die eerste reënval in die lente groei.

ii. Stingelgroei (hoof- en systingels) wat gelyktydig met blaarontplooiing geskied (Figuur 4.1)

Hier word na die begin van die groeiseisoen (einde Julie tot Oktober) verwys wanneer in baie gevalle die verlenging van die hoof- en systingels, gelyktydig met die ontwikkeling van die eerste blare, plaasvind. Dit is by die volgende spesies waargeneem:

<i>Acacia caffra</i>	<i>Ochna pulchra</i>
<i>A. robusta</i>	<i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>
<i>Boscia albitrunca</i>	<i>Pappea capensis</i>
<i>Combretum molle</i>	<i>Rhus leptodictya</i>
<i>Euclea undulata</i>	<i>R. zeyheri</i>
<i>Mundulea sericea</i>	

Volgens Scott (1934) verskyn die eerste blare by bome in die

Tabel 4.5 Aanvang van vegetatiewe groei (knopswelling) vir tot vier groeiseisoene (1979 - 1982) vir 'n aantal plantspesies op die Roodeplaatdam-natuurreservaat

Spesies	Herfs		Winter		Lente				Sommer				
					Pre= ver= naal	Ver= naal	Esti= vaal	Seroti= naal					
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
<i>Boscia albitrunca</i>					✓	✓							
^x <i>Tapinanthus natalitius</i> subsp. <i>zeyheri</i>					✓	✓							
<i>Acacia caffra</i>					✓	✓							
<i>A. robusta</i>					✓	✓							
^x <i>Tapinanthus rubromarginatus</i>					✓								
[⊖] <i>Cassine burkeana</i>					✓	✓		✓					
<i>Acacia karroo</i>					✓	✓							
<i>Ximenia caffra</i>					✓	✓							
<i>Dombeya rotundifolia</i>					✓	✓		✓					
^Δ <i>Landolphia capensis</i>					✓								
<i>Diospyros lycioides</i>					✓	✓							
<i>Berchemia zeyheri</i>					✓	✓							
<i>Ozoroa paniculosa</i>					✓	✓							
[⊖] <i>Euclea crispa</i>					✓	✓		✓	✓	✓			
<i>Ochna pulchra</i>					✓	✓							
<i>Cussonia paniculata</i>					✓	✓							
<i>Vangueria infausta</i>					✓	✓							
<i>Burkea africana</i>					✓	✓							
<i>Mundulea sericea</i>					✓	✓							
<i>Rhus zeyheri</i>					✓	✓							
[⊖] <i>Protea caffra</i>					✓	✓							
<i>Croton gratissimus</i>					✓	✓							
<i>Ehretia rigida</i>					✓	✓		✓					
<i>Combretum molle</i>					✓	✓		✓					
<i>C. apiculatum</i>					✓	✓		✓					
<i>Ziziphus mucronata</i>					✓	✓		✓					
[⊖] <i>Euclea undulata</i>					✓	✓		✓					
<i>Tapiphyllum parvifolium</i>					✓	✓							
[⊖] <i>Carissa bispinosa</i>					✓	✓		✓					
<i>Acacia nilotica</i>					✓	✓		✓					
<i>Zanthoxylum capense</i>					✓	✓		✓					
[⊖] <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>					✓	✓		✓					
<i>Cryptolepis oblongifolia</i>					✓	✓		✓					
<i>Pappea capensis</i>					✓	✓		✓					
<i>Rhus leptodictya</i>					✓	✓		✓					

^Δ Chamefiet

^x Hemi-parasiete, die res is fanerofiete

[⊖] Immergroen fanerofiete, die res is bladwisselende spesies

huidige Tanzanië meesal in Oktober en November. Die spesies is gevolglik teen Desember in volle blaar. Volgens Glover (1937) begin spesies soos *Acacia caffra*, *A. karroo* en *A. robusta* in Augustus tot September in die Johannesburgomgewing groei.

iii. Stingelgroei (hooft- en systingels) wat eers 'n aanvang neem nadat blaarontploffing begin plaasvind het

Daar is 'n aantal spesies waarby blaarontploffing soms reeds vir 'n tyd plaasvind, voordat stingelgroei 'n aanvang neem (Figuur 4.1). Hierdie sloerfase kom nie altyd voer nie, maar kan van een tot ses weke duur en word soms by die volgende spesies aangetref (die sloerfase in weke, word tussen hakies aangetoon):

<i>Acacia karroo</i> (1 - 2)	<i>Ehretia rigida</i> (2 - 6)
<i>A. nilotica</i> (2 - 4)	<i>Maytenus heterophylla</i> (2 - 4)
<i>Burkea africana</i> (2)	<i>Ozoroa paniculosa</i> (2)
<i>Berchemia zeyheri</i> (2)	<i>Protea caffra</i> (3 - 5)
<i>Cassine burkeana</i> (2)	<i>Vangueria infausta</i> (2)
<i>Cussonia paniculata</i> (2 - 4)	<i>Ximenia caffra</i> (2 - 3)
<i>Dombeya rotundifolia</i> (2 - 3)	<i>Zanthoxylum capense</i> (2 - 4)
<i>Dovyalis zeyheri</i> (2)	<i>Ziziphus mucronata</i> (2 - 3)

iv. Die voorkoms van twee of meer groeifases in een groeiseisoen (Figuur 4.1)

By 'n groot aantal van die fanerofiete is tot soveel as drie groeipieke binne een groeiseisoen aangeteken. Met 'n groeipiek word hier bedoel 'n hoë tempo van blaarontploffing en/of stingelgroei wat op verskillende tye in 'n enkele groeiseisoen aangetref word.

In die geval van *Acacia robusta* en *Cussonia paniculata* is twee groeipieke, wat slegs blaarontploffing behels het, waarneem. Die meeste ander spesies het twee groeipieke wat elk beide blaarontploffing en stingelgroei ingesluit het, getoon. Tot drie groeipieke wat elk beide blaarontploffing en stingelgroei behels het, is by *Berchemia zeyheri*, *Dombeya rotundifolia* en *Olea europaea* subsp. *africana* aangeteken.

Dit wil voorkom asof daar onder normale klimaatstoestande meesal twee groeipieke by die meeste spesies aangetref word. Gedurende jare waarin 'n droë laat lente of vroeë somer voorkom (byvoorbeeld 1981), kom egter slegs 'n enkele groeipiek by die meeste spesies in die laatsomer (Januarie tot Maart) voor.

Volgens Amobi (1974) is dit in die trope eerder die reël as die uitsondering dat plante meer as een groeifases het. 'n Bimodale groeipatroon by *Eucalyptus* spp. word deur Rogers & Westman (1981) aan beperkte watervoorsiening in die middel=somer en 'n sensitiwiteit vir lae temperature en lae fotosintese tempo in die winter toegeskryf. Hoë temperature (>30°C) reduceer groei by saailinge van *Eucalyptus* spp. en mag dus groei by bome in die warm somermaande vertraag. Op die RNR is die gemiddelde maandelikse maksimum temperatuur vir Desember en Januarie 28,7°C en 29,3°C respektiewelik.

Rutherford (1975) het twee fases in blaarontplooiing by onder ander *Ochna pulchra*, naamlik in September/Okttober en in Maart/Mei aangeteken. Op die RNR het *Ochna pulchra* veral in die 1981/82 groeiseisoen twee groeifases, wat stingel= groei en blaarontplooiing betref, getoon, naamlik van Oktober tot Desember en van Februarie tot Maart (Figuur 4.1). 'n Bimodale patroon vir blaarproduksie is deur Specht & Brouwer (1975) in hul studies gevind en volgens Opler *et al.* (1980) word twee pieke vir blaar- en blomproduksie by sommige klein bome en struike, maar nie by groot bome, in die tropiese woude van Costa Rica gekry.

Volgens Guy *et al.* (1979) kom twee groeifases by sommige houtagtige spesies in Zimbabwe voor veral nadat die plante vroeg in die seisoen deur insekte ontblaar is. By ander spesies, daarenteen, word 'n tweede groeifase gevind sonder enige voorafgaande ontblaring.

Palmer (1981) het twee groeipieke vir *Euclea undulata* in die Oos-Kaap aangeteken naamlik in Oktober en Desember/Januarie. Een tot twee groeipieke is ook by *Euclea undulata*

op die RNR aangeteken (Figuur 4.1). Bond (1980) het twee groeipieke by *Protea repens* in September/November en Maart waargeneem. Sommerville (1981) teken ook twee groeipieke vir *Hakea gibbosa* in die Suidwes-Kaap in Oktober en Februarie aan. In Australië het Howard (1973) soms ook twee groeipieke by *Nothofagus cunninghamii* gevind.

Huxley & Van Eck (1974) het van een tot ses groeipieke per jaar by 30 boomspecies in Uganda waargeneem. Die lengte van 'n groeifase het van ses weke tot vyf maande geduur. In 'n paar gevalle het meer groeipieke net voor, tydens of direk na die tweede reënvalpiek voorgekom. Onderbroke groei word by stingels deur Doorenbos in 1953 aan twee faktore toege=skryf (Huxley & Van Eck 1974) naamlik inhibering van verlenging deur die ouerwordende blare, en 'n stimulering afkomstig van die wortels. Volwasse blare produseer 'n inhibeerder naamlik absisiensuur wat groei van die apikale stingelgroei-punt kan onderdruk en die verwydering van die inhiberende invloed vanaf die blare (deur byvoorbeeld ontblaring) mag verantwoordelik wees vir die hervatting van groei na 'n rusperiode ingetree het, terwyl die groeitoestande nog gunstig is.

Kontrolering van groei deur middel van inhibering is groot=liks verantwoordelik vir die onderbroke groei van tropiese houtagtige spesies (Huxley & Van Eck 1974). Hopkins (1970a) het in Nigerië gevind dat 'n ligte droogte, lae stralings=vlakke, afnemende daglengte en toename in inhiberende stowwe vir die staking of remming van stingelgroei gedurende die oënskynlike gunstige nat seisoen verantwoordelik mag wees.

v. Die voorkoms van die blomfase voor vegetatiewe groei plaasvind

Die tye waarop die eerste blomknoppe by 'n aantal spesies verskyn, word in Tabel 4.6 aangedui.

Slegs by *Dombeya rotundifolia* en *Combretum molle* is die plante in blom voor vegetatiewe groei begin, terwyl by *Boscia albitrunca* blomme soms voor blare verskyn.

Tabel 4.6 Aanvang van die blomfase (verskyning van die eerste blomknoppe) vir tot vier groeiseisoene (1979 - 1982) vir 'n aantal plantspesies op die Rooideplaatdam-natuurreservaat

Spesies	Herfs		Winter		Lente			Sommer			M														
	M	A	M	J	Pre=	Ver=	O	Esti=	Seroti=																
					ver=	naal		vaal	naal																
											M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M		
^Δ <i>Aloe davyana</i>		✓		✓✓																					
<i>A. marlothii</i>			✓	✓✓																					
<i>Dombeya rotundifolia</i>					✓✓	✓																			
^x <i>Tapinanthus rubromarginatus</i>					✓✓	✓																			
<i>Boscia albitrunca</i>					✓✓	✓✓																			
<i>Acacia robusta</i>					✓✓	✓	✓																		
<i>A. caffra</i>						✓✓✓																			
<i>Ximania caffra</i>					✓	✓✓	✓																		
<i>Ehretia rigida</i>						✓✓		✓																	
<i>Combretum molle</i>						✓✓	✓																		
<i>C. apiculatum</i>						✓	✓✓	✓																	
<i>Tapiphyllum parvifolium</i>							✓																		
<i>Ochna pulchra</i>						✓	✓✓																		
<i>Cussonia paniculata</i>						✓	✓															✓			
<i>Vangueria infausta</i>							✓	✓	✓																
^Δ <i>Landolphia capensis</i>							✓																		
<i>Burkea africana</i>							✓✓	✓																	
<i>Diospyros lycioides</i>							✓✓																		
<i>Acacia karroo</i>							✓	✓✓																	
[⊖] <i>Cassine burkeana</i>							✓✓	✓																	
<i>Mundulea sericea</i>							✓✓✓																		
^x <i>Tapinanthus natalitius</i> subsp. <i>zeyheri</i>							✓	✓	✓																
<i>Berchemia zeyheri</i>							✓	✓✓																	
<i>Rhus zeyheri</i>							✓✓	✓																	
<i>Ziziphus mucronata</i>								✓✓	✓																
[⊖] <i>Carissa hispida</i>								✓✓																	
<i>Ozoroa paniculosa</i>								✓✓																	
<i>Acacia nilotica</i>								✓✓																	
[⊖] <i>Euclea crispa</i>								✓																	
<i>Zanthoxylum capense</i>								✓✓	✓																
[⊖] <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>									✓✓	✓															
<i>Cryptolepis oklongifolia</i>									✓✓	✓															
[⊖] <i>Protea caffra</i>								✓	✓																
<i>Rhus leptodictya</i>									✓	✓	✓														
<i>Maytenus polyacantha</i>									✓	✓	✓	✓													
[⊖] <i>Euclea undulata</i>									✓✓	✓															
<i>Croton gratissimus</i>											✓✓														
<i>Pappea capensis</i>									✓													✓✓			
^Δ <i>Aloe transvaalensis</i>																					✓	✓✓			

^Δ Chamefiete

^x Hemi-parasiete, die res is fanerofiete

[⊖] Immergroen fanerofiete, die res is bladwisselende spesies

By 'n aantal spesies word blomknoppe soms gevorm voor vegetatiewe groei plaasvind, maar oop blomme kom daarna saam met die vegetatiewe groeifase voor, byvoorbeeld by *Acacia caffra*, *Cassine burkeana*, *Ehretia rigida* en *Ximenia caffra*.

Volgens Holway & Ward (1965) is die tydperk vanaf blomknop tot antese 2,5 weke vir alpiene plantegroei. Volgens Lindsey & Newman (1956) en Holway & Ward (1965) is kort periodes van vegetatiewe aktiwiteit voor die blomperiode met lae temperatuurdrumpelwaardes en vroeë blomdatums geassosieer, terwyl lang periodes van voorlopige ontwikkeling met hoë temperatuurdrumpelwaardes en 'n laat blomdatum geassosieer is. Die blomperiode by sommige boomspeesies in Uganda begin net voor of tydens die begin van vegetatiewe groei sodat blominisiëring die vorige seisoen moes plaasgevind het (Huxley & Van Eck 1974). Guy *et al.* (1979) het in Zimbabwe 'n aantal houtagtige spesies gevind wat voor, tydens of na blaarontplooiing tot die blomfase oorgaan.

vi. Aanvangs tydperk vir antese (Tabel 4.7)

Dit is opvallend dat daar (a) sommige spesies is wat ongeag klimaatstoestande 'n redelike konstante aanvangs tyd vir antese handhaaf en (b) andere wat 'n aanvangs tyd vir antese het wat grootliks van jaar tot jaar kan varieer, byvoorbeeld:

Groep a

Acacia robusta - begin Augustus (2 weke variasie)

Combretum molle - einde September (2 weke variasie)

C. apiculatum - begin Oktober (2 weke variasie)

Mundulea sericea - einde September (2 weke variasie)

Rhus zeyheri - einde Oktober (2 weke variasie)

Groep b

Ehretia rigida - begin September tot einde Oktober
(8 weke variasie)

Zanthoxylum capense - begin November tot einde Desember
(8 weke variasie)

Euclea undulata - begin Januarie tot einde Februarie
(8 weke variasie)

Tabel 4.7 Aanvang van antese vir tot vier groeiseisoene (1979 - 1982) by 'n aantal plantspesies op die Rooideplaatdam-natuurreservaat en die piek oopblomperiode. (✓ = antese; 0 = oopblomperiode)

Spesies	Herfs		Winter		Lente			Sommer					
					Pre= ver= naal	Ver= naal		Esti= vaal	Seroti= naal				
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
△ <i>Aloe davyana</i>					✓	0	0	✓					
<i>A. marlothii</i>					✓	0	0						
<i>Dombeya rotundifolia</i>						✓	✓	✓					
× <i>Tapinanthus rubromarginatus</i>						✓	✓	0					
<i>Boscia albitrunca</i>						✓	✓	0					
<i>Acacia robusta</i>					✓	0	0						
<i>A. caffra</i>					✓	✓	0						
<i>Ximenia caffra</i>							✓	✓					
<i>Ehretia rigida</i>						✓	✓			✓			
<i>Combretum molle</i>						✓	✓	0					
<i>C. apiculatum</i>							✓	0					
<i>Tapiphyllum parvifolium</i>							✓	0					
<i>Ochna pulchra</i>						✓	✓	0					
<i>Cussonia paniculata</i>	✓	0	0	0		✓	0	0					
<i>Vangueria infausta</i>							✓	✓					
△ <i>Landolphia capensis</i>							✓	0					
<i>Burkea africana</i>							✓	✓					
<i>Diospyros lycioides</i>							✓	✓					
<i>Acacia karroo</i>								✓	0	0	0		
⊖ <i>Cassine burkeana</i>								✓	✓	0	0		
<i>Mundulea sericea</i>						✓	✓	0	0	0	0		
× <i>Tapinanthus natalitius</i> subsp. <i>zeyheri</i>							✓	✓	0				
<i>Berchemia zeyheri</i>							✓	✓	0	0	✓		
<i>Rhus zeyheri</i>							✓	0	0				
<i>Ziziphus mucronata</i>								✓	✓	0			
⊖ <i>Carissa bispinosa</i>							✓	✓	0				
<i>Ozoroa paniculosa</i>								✓	✓				
<i>Acacia nilotica</i>								✓	✓	0	0	0	
⊖ <i>Euclea crispa</i>								✓	0				
<i>Zanthoxylum capense</i>								✓	✓				
⊖ <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>									✓	✓	0	0	
<i>Cryptolepis oblongifolia</i>								✓	✓	0	✓		
⊖ <i>Protea caffra</i>								✓	0	0	✓		
<i>Rhus leptodictya</i>									✓	✓	0		
<i>Maytenus polyacantha</i>									✓	✓	0		
⊖ <i>Euclea undulata</i>									✓	✓	0	0	
<i>Croton gratissimus</i>	0										✓	✓	0
<i>Pappea capensis</i>	0	0	0								✓	✓	0
△ <i>Aloe transvaalensis</i>											✓	0	0

△ Chamefiete

× Hemi-parasiete, die res is fanerofiete

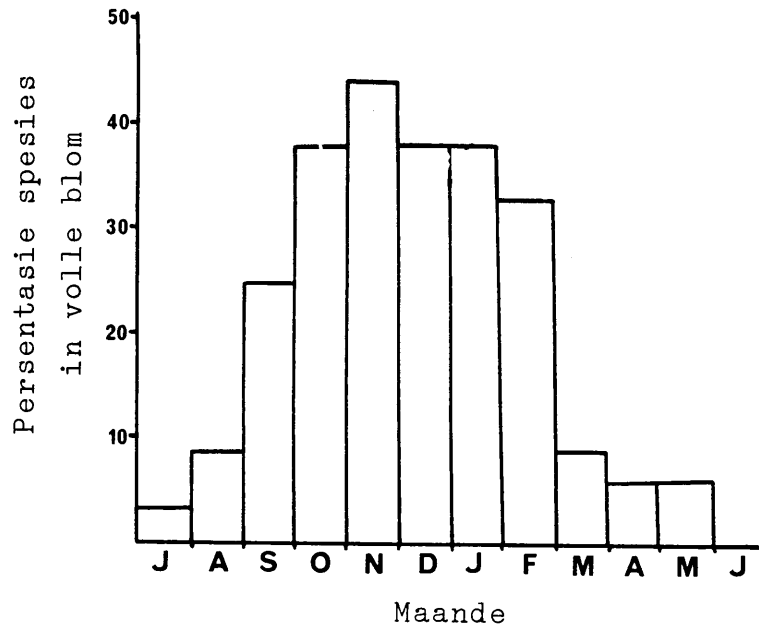
⊖ Immergroen fanerofiete, die res is bladwisselende spesies

vii. Piektydperk waarby oop blomme by die verskillende spesies voorkom

Die oopblomfase by die fanerofiete (uitgesonderd die *Aloe* spp.) wissel vanaf Augustus tot Junie (Tabel 4.7) met 'n piek in November (Figuur 4.5), met ander woorde daar is slegs een maand waarin daar nie een of ander fanerofiet in 'n oopblom=fase verkeer nie (Tabel 4.7).

Die piekblomtyd in die Olokemeji-woudreservaat in Nigerië is vanaf Augustus tot Oktober (Hopkins 1968). *Eucalyptus* spp. in Australië blom meesal in die lente (Rogers & Westman 1981). Volgens Holway & Ward (1965) het die omgewingstoestande van 'n betrokke seisoen nie 'n sterk invloed op die totale blomfase van daardie seisoen nie, maar beïnvloed dit wel die ontwikkeling van blomprimordiums in die laat seisoen en gevolglik die blomfase van die opvolgende seisoen.

Volgens Opler *et al.* (1980) blom die meeste bome in 'n droë woud in Costa Rica in die middel van die droë seisoen. In Botswana het Miller (1949) gevind dat die meeste houtagtige spesies van Oktober tot Desember in blom is. Die piekblomtyd van *Domkaya rotundifolia* in SWA/Namibië word deur Rutherford (1975) as van April tot Mei aangegee, terwyl dit hoofsaaklik van Augustus tot Oktober op die RNR blom (Figuur 4.1). Volgens Hall-Martin & Fuller (1975) is die meeste savannebome in Malawi in November in blom terwyl geen blomme vanaf April tot Julie aangetref word nie. Die piekblomfases in Tanzanië is tydens Oktober tot Desember vir sommige houtagtige spesies en Januarie tot Maart vir ander (Scott 1934). Volgens Boaler (1966) is die hoofblomtydperk van boomspesies in die Lupa North miombo in Tanzanië in die voorreënperiode. In die Shaba miombo in Zaire blom die bome meesal in die warm droë seisoen (September tot Oktober) (Malaisse 1974). Die piekblomfase van bome in Uganda was meesal gedurende of na die tweede reënvalpiek teen die einde van die jaar (September tot Oktober) (Huxley & Van Eck 1974). Volgens Collinson (1982/83) blom 'n aantal spesies in die Pilanesberge gewoonlik in die lente (Augustus en September), maar as gevolg van 'n droë warm Oktober en November in 1982 het die meeste bome



Figuur 4.5 Volle blomtyd van fanerofiete (Tabel 4.7)
(Persentasie van 34 spesies wat per maand in volle blom is).

daardie jaar eers gedurende Desember en Januarie geblom.

viii. Spesies met 'n oopblomfase van korter as vier weke

'n Aantal spesies {17,6 % van die fanerofiete (Tabel 4.7) wat bestudeer is} het 'n relatief kort tydperk waarin oop blomme aangetref word. Die spesies waarvan hierdie tydperk meesal korter as vier weke kan wees, is byvoorbeeld:

<i>Acacia caffra</i>	<i>Ochna pulchra</i>
<i>Boscia albitrunca</i>	<i>Vangueria infausta</i>
<i>Euclea undulata</i>	<i>Zanthoxylum capense</i>

ix. Spesies met 'n oopblomfase van langer as drie maande
(Tabel 4.7)

Die meeste van die fanerofiete het 'n oopblomfase wat van een tot drie maande lank is. Daar is egter enkele spesies {17,6 % van die fanerofiete (Tabel 4.7) wat bestudeer is} waarop oop blomme vir langer as drie maande kan voorkom, naamlik:

<i>Acacia karroo</i>	<i>Mundulea sericea</i>
<i>A. nilotica</i>	<i>Pappea capensis</i>
<i>Cassine burkeana</i>	<i>Ziziphus mucronata</i>

Volgens Opler *et al.* (1980) is die gemiddelde blomperiode van bome in hul studiegebied in Costa Rica 7,9 weke teenoor 11,7 weke vir struike. Al die bome in 'n woud in Indië blom slegs een keer per jaar met 'n blomperiode wat vir sommige spesies van 2 - 7 weke en vir ander spesies van 20 - 27 weke duur (Shukla & Ramakrishnan 1982).

x. Spesies met (a) meer as een oopblomfase in een groei=
seisoen of (b) met een oopblomfase maar met meer as een
blompiek (Figuur 4.1)

a. Enkele spesies gaan gedurende die groeiseisoen meer as een keer tot blom oor, byvoorbeeld:

<i>Acacia caffra</i> (tot twee maal)
<i>A. robusta</i> (tot drie maal)
<i>Mundulea sericea</i> (tot twee maal, maar ook een maal met

tot twee pieke)

Volgens Ewusie (1968) blom 48 % van die 100 houtagtige plante wat in Ghana ondersoek is slegs een keer per jaar, 44 % blom twee keer per jaar, 6 % blom drie keer per jaar, 1 % blom vier keer en 1 % blom regdeur die jaar. *Acacia nilotica* blom in Ghana in Oktober en in April, alhoewel *A. nilotica* op die RNR slegs een maal per jaar en wel tydens November tot Februarie blom.

In Botswana is twee blomfases by *Acacia caffra* aangeteken naamlik in Augustus/September en in Desember/Januarie (Miller 1949). Dit stem ooreen met wat vir *A. caffra* op die RNR gevind is. Volgens Rutherford (1975) kan twee blomfases wel by bome in die Waterberge van Suidwes-Afrika waargeneem word, naamlik in Desember/Januarie en April/Mei, maar slegs een blompiek by struik, naamlik in Januarie/Februarie.

b. Enkele spesies met een oopblomfase en met meer as een blompiek is byvoorbeeld *Acacia karroo* (tot 5 pieke) en *Ehretia rigida* (tot 3 pieke). Opler *et al.* (1980) het ook twee pieke in die blomfase by kleiner bome en struik in die tropiese woude van Costa Rica aangetref. Collinson (1982/83) het drie blompieke by *Acacia karroo* in die Pilanesberg-natuurreservaat gedurende 1982/3 waargeneem, terwyl tot vyf pieke op die RNR waargeneem is.

xi. Spesies wat sekere jare glad nie 'n blomfase vertoon nie (Figuur 4.1)

Fanerofiete wat in ten minste een jaar nie geblom het nie, is:

<i>Burkea africana</i>	<i>Maytenus heterophylla</i>
<i>Cussonia paniculata</i>	<i>Rhus lancea</i>
<i>Dovyalis zeyheri</i>	
<i>Euclea crispa</i>	

Die verskynsel is ook by *Boscia albitrunca* waargeneem.

xii. Piektydperk met ryp vrugte by die verskillende fanerofiete (Tabel 4.8)

Die meeste fanerofiete (ongeveer 44 %) dra ryp vrugte in April, terwyl die minste fanerofiete (ongeveer 6 %) ryp vrugte in September dra (Tabel 4.8).

Volgens Hall-Martin & Fuller (1975) dra die meeste boomspesies in Malawi hul vrugte in Maart, terwyl geen vrugte vanaf September tot Oktober voorkom nie. Ryp vrugte word meesal van Maart tot Junie by bome in Tanzanië aangetref (Scott 1934). Die bome in die droë woude van Costa Rica het slegs een middelseisoen piek vrugperiode (Opler *et al.* 1980). In die vogtige woude is daar wisseling in die tye van die blom- en vrugperiode wat moontlik met die fluktuerende reënval= patroon gekorreleer is. Die vrugperiode van bome in 'n woud in Indië strek van 5 - 20 weke met die piek in die nat seisoen (Shukla & Ramakrishnan 1982). In die Swartboskloof naby Stellenbosch is die hoofvrugperiode in November (Van der Merwe 1966).

Die begin van die blom- en vrugperiode kom meesal kort na 'n blaarontplooingsfase voor. Onder normale toestande word meeste van die assimilasieprodukte wat vir vruggroei benodig word, verkry vanaf die blare naaste aan die vrugposisie en die vrugopbrengs is maksimaal slegs as 'n genoegsame voorsiening van assimilasieprodukte deur 'n doeltreffende blaarbedekking voor die blomperiode gegee word (Huxley & Van Eck 1974).

xiii. Fanerofiete wat vrugte soms tot 'n jaar of langer dra (Figuur 4.1)

Die volgende fanerofiete dra hul vrugte in die meeste gevalle ten minste totdat die volgende blom- of vrugtydperk aanbreek:

<i>Acacia caffra</i>	<i>Cassine burkeana</i>
<i>A. robusta</i>	<i>Mundulea sericea</i>
<i>A. karroo</i>	<i>Ozoroa paniculosa</i>
<i>Burkea africana</i>	<i>Vangueria infausta</i>
<i>Combretum molle</i>	<i>Ziziphus mucronata</i>
<i>C. apiculatum</i>	

Tabel 4.8 Piektydperk vir ryp vrugte by 'n aantal fanerofiete op die Roodeplaatdam-natuurreservaat

Spesies	Maande											
	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
<i>Aloe marlothii</i>	✓	✓										
<i>Boscia albitrunca</i>	✓	✓										
<i>Ochna pulchra</i>	✓	✓										
φ <i>Euclea crispa</i>	✓	✓	✓									
<i>Ehretia rigida</i>		✓	✓									
φ <i>Carissa bispinosa</i>			✓	✓								
<i>Vangueria infausta</i>			✓	✓	✓							
<i>Ximenia caffra</i>			✓	✓	✓							
<i>Rhus zeyheri</i>				✓	✓							
<i>Zanthoxylum capense</i>					✓	✓	✓	✓	✓	✓		
<i>Berchemia zeyheri</i>						✓	✓					
φ <i>Cassine burkeana</i>						✓	✓					
φ <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>						✓	✓					
φ <i>Euclea undulata</i>						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Rhus leptodictya</i>							✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Pappea capensis</i>							✓	✓	✓	✓		
<i>Acacia nilotica</i>								✓	✓	✓	✓	

φ Immergroen fanerofiete, die res is bladwisselende spesies

- xiv. Plant spesies waarvan ongeveer 20 % of meer van die blare tydens die tweede helfte van Maart verkleur het
(Figuur 4.1)

Blaarverkleuring begin reeds in die laat somer by die volgende spesies:

<i>Acacia caffra</i>	<i>Dombeya rotundifolia</i>
<i>Burkea africana</i>	<i>Rhus leptodictya</i>
<i>Berchemia zeyheri</i>	<i>Vangueria infausta</i>
<i>Combretum molle</i>	<i>Ziziphus mucronata</i>

Blaarverkleuring by savannebome in Tanzanië begin reeds in April maar meesal vanaf Mei tot Augustus (Scott 1934). Volgens Collinson (1982/83) het die blare van onder andere *Combretum apiculatum* in die Pilanesberg-natuurreservaat reeds teen die einde van Maart begin verkleur. *Lannea discolor* was vroeg in April heeltemal geel verkleur en was ook die eerste spesie wat teen die middel van Mei sy blaarval voltooi het. Ander spesies wat duidelike herfskleure vertoon het, is *Spirostachys africana*, *Combretum molle*, *C. erythrophyllum*, *C. zeyheri*, *Dombeya rotundifolia* en *Acacia caffra*. Teen Junie en Julie was spesies soos *Acacia caffra* en *Combretum apiculatum* heeltemal blaarloos en het 'n spesie soos *Aloe marlothii* begin blom (Collinson 1982/83).

- xv. Aanvang van blaarval by die fanerofiete

Die hoof blaarvalperiode begin by 30 % van die fanerofiete reeds vroeg in die herfs, terwyl by 16,7 % van die fanerofiete blaarval eers in die lente begin, net voor of tydens die begin van nuwe groei (Tabel 4.9). Die grootste persentasie fanerofiete, naamlik 46,7 %, begin hul blare in die winterperiode verloor (Tabel 4.9).

Volgens Malaisse & Malaisse-Mousset (1970) vind blaarval in Zaire in vier fases plaas naamlik min blaarval in Desember/Februarie in die nat seisoen, baie blaarval in Julie/September in die droë seisoen en medium blaarval in die twee oorgangsperiodes.

Tabel 4.9 Aanvang (✓), piek (x) en einde (o) van die hoofblaarvalperiode by 'n aantal spesies op die Rooideplaatdam-natuurreservaat

Spesies	Maande												
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
<i>Acacia caffra</i>	✓					x	x	o					
<i>Dombeya rotundifolia</i>	✓			x	x	x	x	o					
<i>Rhus zeyheri</i>		✓				x	x	o					
<i>Acacia robusta</i>		✓			x	x		o					
<i>Vangueria infausta</i>		✓				x	x	o					
<i>Ziziphus mucronata</i>			✓			x	x	o					
<i>Acacia nilotica</i>			✓				x		o				
<i>Ehretia rigida</i>			✓			x	x	o					
<i>Combretum molle</i>			✓				x	x	o				
<i>Burkea africana</i>				✓			x	o					
<i>Acacia karnoo</i>				✓			x	o					
<i>Mundulea sericea</i>				✓			x	x	o				
<i>Berchemia zeyheri</i>				✓									
<i>Maytenus heterophylla</i>				✓				x	x	o			
<i>Ozoroa paniculosa</i>					✓			x	o				
<i>Zanthoxylum capense</i>					✓		x	x		o			
<i>Rhus leptodictya</i>					✓				x	x	o		
<i>Dovyalis zeyheri</i>					✓		x	x	o				
[⊖] <i>Rhus lancea</i>					✓						x	x	o
<i>Ximenia caffra</i>					✓				x	o			
<i>Combretum apiculatum</i>					✓			x	x	o			
<i>Cussonia paniculata</i>					✓		x	x			o		
<i>Pappaea capersis</i>						✓			x	o			
<i>Ochna pulchra</i>							✓	x	o				
[⊖] <i>Euclea crispa</i>								✓	x	o			
[⊖] <i>Protea caffra</i>								✓	x	o			
[⊖] <i>Cassine burkeana</i>									✓	x	x	o	
[⊖] <i>Euclea undulata</i>									✓	x	o		
[⊖] <i>Carissa hispida</i>										✓	x	o	
[⊖] <i>Ollea europaea</i> subsp. <i>africana</i>											✓		

[⊖] Immergroen fanerofiete, die res is bladwisselende spesies

Rogers & Westman (1981) het vir vyf spesies die oorlewingskrommes vir blare bepaal asook die persentasie blare wat elke jaar afval en die volgende gevind:

indien 39 % afval is die halfleeftyd 14 maande

indien 57 % afval is die halfleeftyd 11 maande

indien 61 % afval is die halfleeftyd 10 maande

indien 78 % afval is die halfleeftyd 9 maande

indien 82 % afval is die halfleeftyd 8 maande

'n Groot persentasie van die spesies waarmee hulle gewerk het se blare lewe vir twee jaar.

Die begin van blaarval by boomspesies in Uganda toon volgens Huxley & Van Eck (1974) min verwantskap met enige klimaatsfaktor, insluitend lae nagtemperatuur. Warm droë periodes het egter soms 'n verhoging in die blaarvaltempo by 'n paar spesies teweeggebring. In meeste gevalle het aktiewe blaarval voorgekom *voor* die greeifase begin het, alhoewel blare dikwels begin val het *na* 'n groeifase 'n aanvang geneem het. Die meeste blaarval kom in Julie/Augustus asook tot 'n mindere mate in Januarie/Februarie voor.

Die periodes van meeste blaarval by tropiese bome in Costa Rica kom in die droogste tyd van die jaar voor (Frankie *et al.* 1974b). Volgens Amobi (1974) gaan blaarval in die trope meesal groei vooraf.

Die tyd van piekblaarval van bestudeerde spesies op Nylsvley (Rutherford & Panagos 1982) was gewoonlik vroeër as die periode van piekblaarval in Augustus en September vir spesies in hoë reënval miombo boomveld in Zaire (Malaisse *et al.* 1975). Volgens Rutherford & Panagos (1982) wil dit voorkom of plante hul blare langer hou na periodes van bo-gemiddelde reënval.

Volgens Medina (1982) vind blaarval by immergroen en bladwisselende spesies op verskillende tye van die jaar plaas. Immergroen spesies verloor hul blare teen die middel van die droë seisoen, terwyl bladwisselende spesies hul blare voor die begin van die reënseisoen verloor. Op die RNR was dit ook opvallend dat die immergroen spesies hul blare eers in die lente en vroeë somer begin verloor het (Tabel 4.9).

xvi. Fanerofiete wat vir 'n periode blaarloos is (Figuur 4.1)

Fanerofiete op die RNR wat vir 'n periode blaarloos is, met ander woorde waar nuwe groei begin nadat blaarval voltooi is, is die volgende:

	Blaarloos in:			
	Jul	Aug	Sept	Okt
<i>Acacia robusta</i>	x	x		
<i>A. caffra</i>		x		
<i>Rhus zeyheri</i>		x		
<i>Dombeya rotundifolia</i>		x	x	
<i>Burkea africana</i>		x	x	
<i>Ziziphus mucronata</i>		x	x	
<i>Ehretia rigida</i>			x	
<i>Combretum molle</i>			x	
<i>Vangueria inflata</i>			x	
<i>Berchemia zeyheri</i>			x	
<i>Dovyalis zeyheri</i>			x	
<i>Acacia nilotica</i>			x	x
<i>Zanthoxylum capense</i>			x	x

xvii. Fanerofiete wat weer begin groei voor blaarval voltooi is (Figuur 4.1)

Die volgende spesies op die RNR raak dus slegs gedeeltelik blaarloos en dan ook net vir 'n kort periode:

	Periode met minste blare			
	Jul	Aug	Sept	Okt
<i>Acacia karnoo</i>	x			
<i>Mundulea sericea</i>	x	x		
<i>Ochna pulchra</i>		x		
<i>Ozoroa paniculosa</i>		x		
<i>Ximenia caffra</i>		x		
<i>Pappia capensis</i>		x	x	
<i>Maytenus heterophylla</i>		x	x	
<i>Combretum apiculatum</i>				x
<i>Rhus leptodictya</i>				x

Volgens Ewusie (1968) is ongeveer 30 % van die houtagtige spesies wat in Ghana ondersoek is, op een of ander tyd van die jaar volkome blaarloos. Die blaarval en blomperiode kom met die droë periode ooreen.

Augustus/September is die tydperk met die minste blare by savannebome in Malawi (Hall-Martin & Fuller 1975) terwyl sommige bome al hul blare verloor tydens die periode Julie tot Oktober op die Hans Merensky-natuurreservaat in die Transvaalse Laeveld (Oates 1972) en ook in die "Lupa North"-woudreservaat in Tanzanië (Scott 1934). Volgens Palmer (1981) het *Pappea capensis* feitlik die hele jaar blare aan terwyl die meeste blaarval gedurende middel Augustus tot middel September voorkom. *Ehretia rigida* is blaarloos in Julie en *Acacia karroo* in Augustus.

xviii. *Immergroen spesies*^a (Figuur 4.1)

Spesies op die RNR waarby blaarval en nuwe groei terselfdertyd in die aktiewe groeiseisoen plaasvind óf waar meer as 50 % van die blare nog aan die plante voorkom wanneer nuwe groei plaasvind, is die volgende:

Immergroen spesies:

Carissa hispida

Cassine burkeana

Euclea crispa

E. undulata

Olea europaea subsp. *africana*

Rhus lancea

In Maleisië het Ng 'n piek in groei saam met 'n piek in blaarval gevind (Alvim & Alvim 1978). Alhoewel 'n gedeeltelike uitdunning van die kruine voorkom, oorvleuel die blaarval- en groeifases, en word die plante as immergroen beskryf.

^a Vergelyk bespreking, afdeling 4.2.2.1 c.

b. Chamefiete, hemi-kriptofiete, kriptofiete en terofiete

Slegs die blomfase word aan die hand van Figure 4.3 en 4.4 asook Tabele 4.10 tot 4.13 bespreek.

Chamefiete (16 spesies)

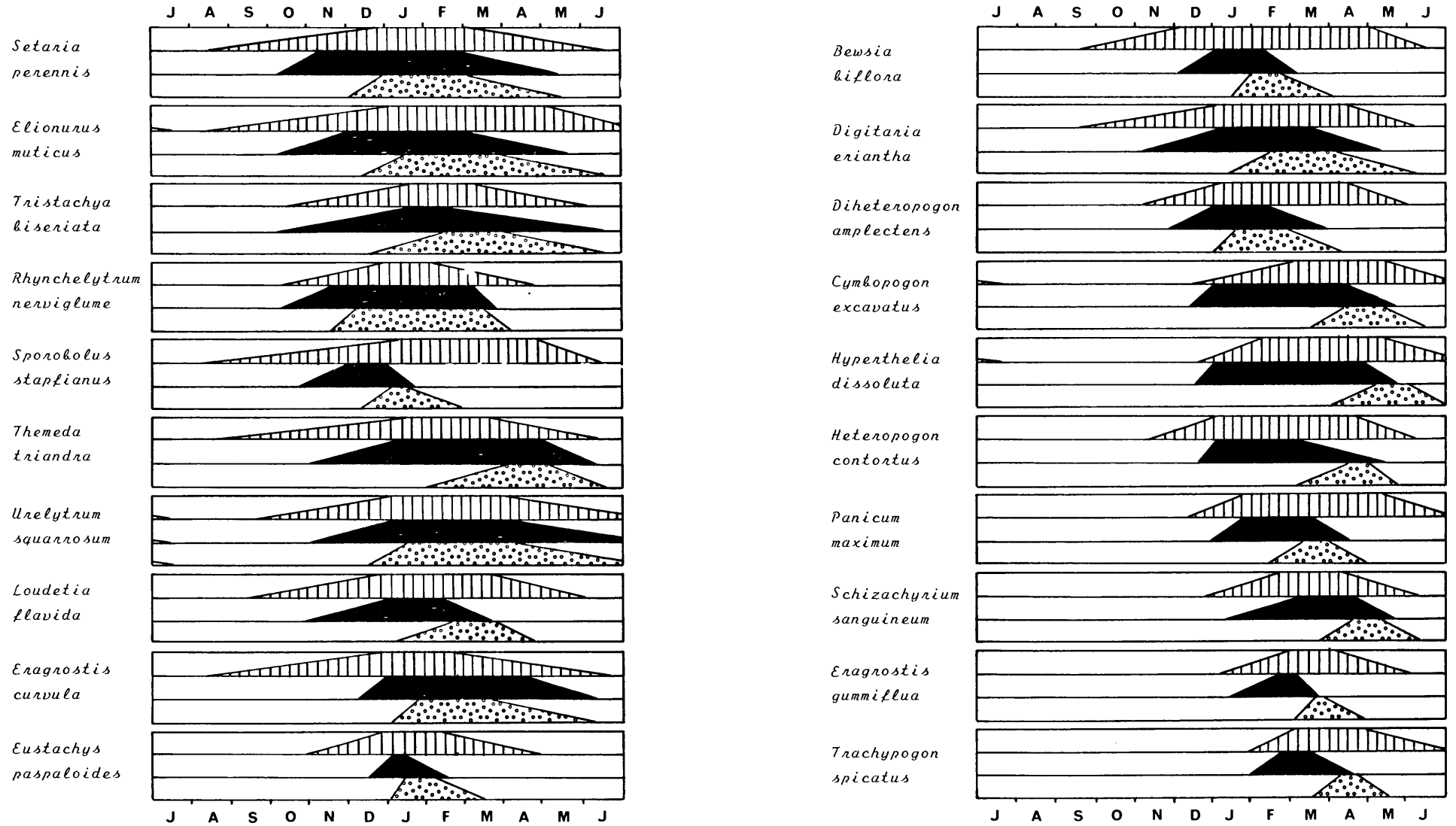
In Tabel 4.10 word 16 chamefiete gelys wat op die RNR voorkom. Die vroegste aanvangstyd van die blomfase vir drie seisoene word aangedui en dit is duidelik dat die meeste chamefiete gedurende September en Oktober begin blom, terwyl geen chamefiete gedurende Maart, April, Mei of Julie begin blom nie.

Hemi-kriptofiete (31 spesies)

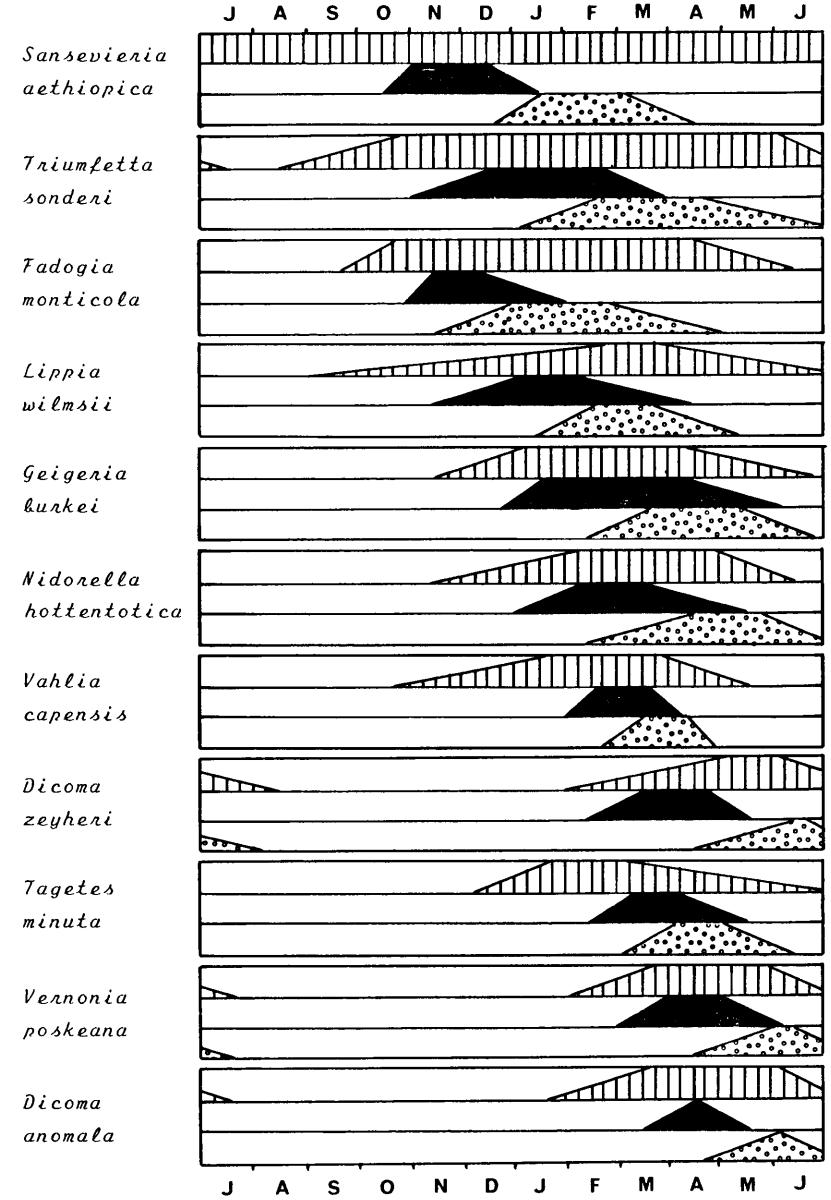
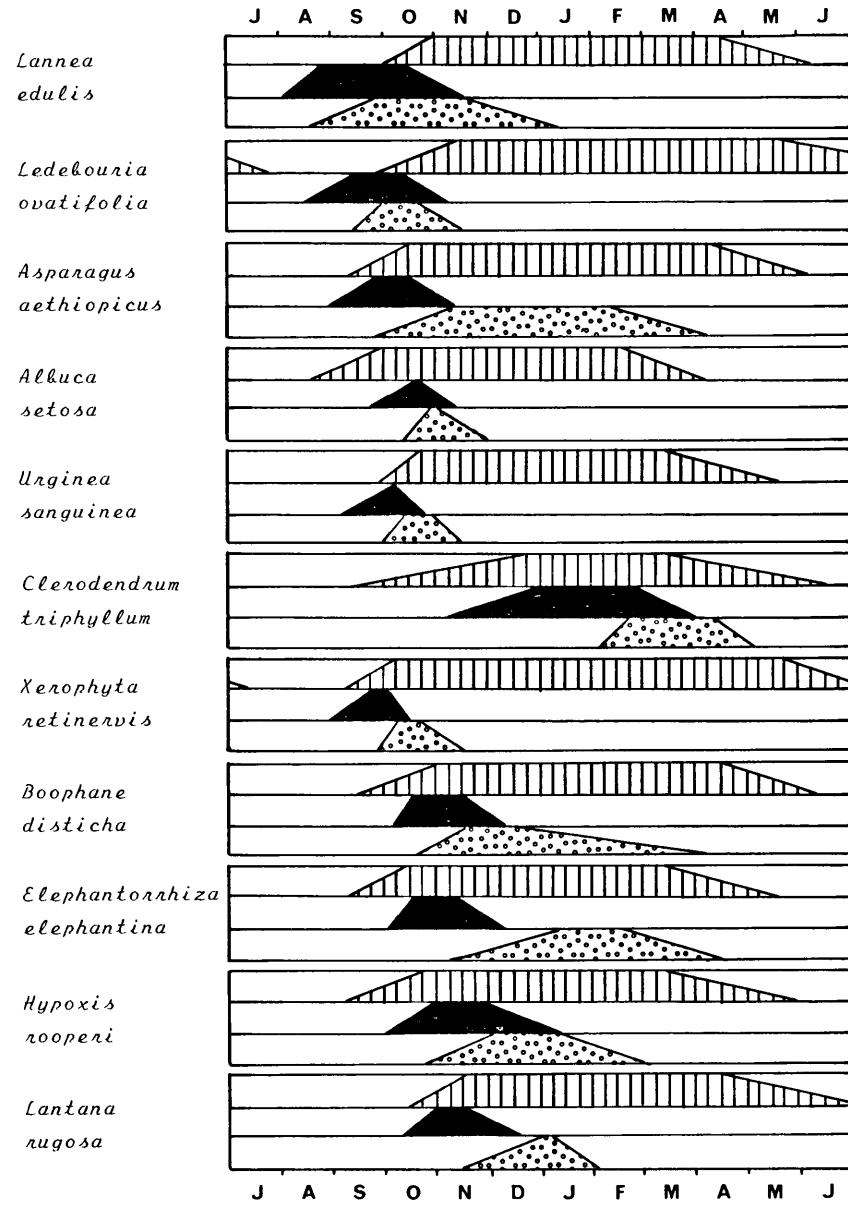
Van die spesies in Tabel 4.11 is 20 grasse en 1 nie-grasagtige kruide. Die aanvang van die blomfase van die meeste soorte hemikriptofiete op die RNR strek van November tot Maart, terwyl geen hemi-kriptofiete gedurende April tot Julie begin blom nie. Geen grasspesies begin later as Februarie blom nie. Die grasspesies wat vroeg in die groeiseisoen (September/Okttober) begin blom is *Tristachya hiseriata*, *Rhynchelytrum nerviglume* en *Setaria perennis*, terwyl *Schizachyrium sanguineum*, *Trachypogon spicatus* en *Eragrostis gummiiflua* eers in Januarie begin blom.

Volgens Opperman & Roberts (1978) begin *Elionurus muticus* (= *E. argenteus*) die tweede week in November blom, terwyl *Themeda triandra* en *Heteropogon contortus* teen die eerste week in Desember in volle blom was. Blomvorming kan egter deur goeie reëns versnel word en deur swak reënval tot so laat as Februarie en Maart vertraag word. Op die RNR is gevind dat *Elionurus muticus* in November, *Themeda triandra* in November of Desember en *Heteropogon contortus* enige tyd vanaf November tot Januarie kan begin blom.

Gibbs Russel (1983) het die blompatroon van 'n aantal gras-spesies van Natal, gebaseer op herbariumeksemplare, nagegaan.



Figuur 4.3 Fenogramme van 'n aantal grasspesies op die Roodeplaatdam-natuurreservaat.



Figuur 4.4 Fenogramme van 'n aantal nie-grasagtige kruidspesies en 'n aantal houtagtige dwergstruike op die Rooideplaatsdam-natuurreservaat.

Tabel 4.10 Aanvang van die blomperiode (vroegste maand van drie seisoene) van 'n aantal chamefiete (16 spesies) op die Roodeplaatdam-natuurreservaat

Spesies	Maande												
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
<i>Aloe davyana</i>				✓									
<i>Lannea edulis</i>						✓							
<i>Landolphia capensis</i>							✓						
<i>Dichapetalum cymosum</i>							✓						
<i>Lantana rugosa</i>							✓						
<i>Elephantorrhiza elephantina</i>							✓						
<i>Felicia muricata</i>								✓					
<i>Parinari capensis</i>								✓					
<i>Sansevieria aethiopica</i>								✓					
<i>Lippia wilmsii</i>									✓				
<i>Triumfetta sonderi</i>									✓				
<i>Geigeria burkei</i>										✓			
<i>Teucrium trifidum</i>											✓		
<i>Delosperma herbeum</i>												✓	
<i>Dicoma zeyheri</i>													✓
<i>Aloe transvaalensis</i>													✓
% van die spesies wat per maand begin blom	0	0	0	6	0	6	25	19	13	6	13	13	

Drie blompatrone is gevind, naamlik:

1. Spesies met blompieke in die vroeë en laat reënseisoen
byvoorbeeld *Heteropogon contortus* (November & Maart)
Themeda triandra (November/Desember & Maart)
2. Spesies met blompieke slegs vroeg in die reënseisoen
byvoorbeeld *Elionurus muticus* (Oktober)
Eustachys paspaloides (Desember)
3. Spesies met blompieke slegs laat in die reënseisoen
byvoorbeeld *Cymbopogon excavatus* (Februarie)
Diheteropogon amplexans (Februarie).

Kriptofiete (Geofiete) (6 spesies)

Die geofiete van die RNR blom slegs in die lente naamlik in Augustus, September en Oktober (Tabel 4.12).

Terofiete (8 spesies)

Volgens Tabel 4.13 begin die terofiete van die RNR eers in die somer blom en hoofsaaklik gedurende Januarie en Februarie.

4.1.4 FENOLOGIE EN KLIMAAT

4.1.4.1 Inleiding

Die belangrikste seisoenale gebeurtenisse by somerreënval plantsoorte is:

- i. die sigbare aanvang van groei in die lente, byvoorbeeld blaarontplooiing en blomvorming;
- ii. die voortsetting van groei in die somer, byvoorbeeld die blomperiode, volwassewording van blare en die rypword van vrugte; en
- iii. die oorgaan van 'n plant in 'n rustoestand in die herfs, soos byvoorbeeld blaarverkleuring en blaarval (Hopkins 1938).

Die omgewingsfaktore wat die fenodinamika van spesies mag

Tabel 4.11 Aanvang van die blomperiode (vir drie seisoene) van 'n aantal hemikriptofiete (31 spesies) op die Roodeplaatdam-natuurreservaat

Spesies	Maande													
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	
<i>Trichodesma physaloides</i>						✓✓								
<i>Tristachya biseriata</i>							✓	✓	✓					
<i>Ruellia patula</i>							✓✓							
<i>Rhynchelytrum nerviglume</i>								✓	✓					
<i>Setaria perennis</i>								✓	✓✓					
<i>Fadogia monticola</i>								✓	✓✓					
<i>Vernonia oligocephala</i>								✓						
<i>Elionurus muticus</i>									✓✓					
<i>Sporobolus stapfianus</i>									✓✓					
<i>Loudetia flavida</i>									✓✓	✓				
<i>Themeda triandra</i>									✓✓	✓				
<i>Urelytrum squarrosom</i>									✓✓	✓✓				
<i>Eragrostis curvula</i>									✓	✓✓				
<i>Heteropogon contortus</i>									✓		✓✓			
<i>Digitaria eriantha</i> subsp. <i>eriantha</i>									✓		✓✓			
<i>Clerodendrum triphyllum</i>									✓	✓				
<i>Bewsia biflora</i>										✓✓				
<i>Eustachys paspaloides</i>										✓				
<i>Diheteropogon amplexans</i>										✓✓	✓			
<i>Hypentelia dissoluta</i>										✓✓	✓			
<i>Cymbopogon excavatus</i>										✓✓		✓		
<i>Panicum maximum</i>										✓	✓✓			
<i>Eragrostis gummiflua</i>											✓✓			
<i>Trachypogon spicatus</i>											✓	✓		
<i>Schizachyrium sanguineum</i>											✓	✓		
<i>Cucumis prophetarum</i>											✓			
<i>Crabbea angustifolia</i>												✓		
<i>Monsonia burkeana</i>												✓		
<i>Vahlia capensis</i>												✓		
<i>Dicoma anomala</i>														✓✓
<i>Vernonia poskeana</i>														✓✓
% van die spesies wat per maand begin blom	0	0	0	0	0	3	7	13	29	19	13	10	7	

Tabel 4.12 Aanvang van die blomperiode (vroegste maand van drie seisoene) van 'n aantal kriptofiete (geofiete) (6 spesies) op die Roodeplaatdam-natuurreservaat

Spesies	Maande												
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
<i>Albuca setosa</i>						✓							
<i>Ledebouria ovatifolia</i>						✓							
<i>Urginea epigea</i>							✓						
<i>Scadoxus puniceus</i>							✓						
<i>Hypoxis rooperi</i>							✓						
<i>Boophane disticha</i>								✓					
% van die spesies wat per maand begin blom	0	0	0	0	0	33	50	17	0	0	0	0	0

Tabel 4.13 Aanvang van die blomperiode (vroegste maand van drie seisoene) van 'n aantal terofiete (8 spesies) op die Roodeplaatdam-natuurreservaat

Spesies	Maande												
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
<i>Rhynchelytrum repens</i>									✓				
<i>Cyphocarpa angustifolia</i>										✓			
<i>Aristida congesta</i> subsp. <i>barbicollis</i>											✓		
<i>Trichoneura grandiglumis</i>											✓		
<i>Nidorella hottentotica</i>											✓		
<i>Bidens bipinnata</i>												✓	
<i>Oldenlandia herbacea</i>												✓	
<i>Tagetes minuta</i>												✓	
% van die spesies wat per maand begin blom	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	38	38	0

beïnvloed is onder andere:

- i. jaarlikse hidroperiodisme;
- ii. daaglikse termoperiodisme;
- iii. uiterste temperature;
- iv. intensiteit van sonstraling; en
- v. fotoperiode (Monasterio & Sarmiento 1976).

Daubenmire (1968) en Larcher (1980) beskou ook lig-, temperatuur- en voginteraksies as faktore wat fenologiese ontwikkeling bepaal. Alhoewel temperatuur meesal die belangrikste enkele faktor is wat 'n rol in plantontwikkeling speel, is ander klimaatsfaktore en grondtoestande ook van belang. Afhangende van die fenofase waarin 'n spesie verkeer, verander die verdraagsaamheidsgrense daarvan teenoor omgewingsfaktore (Barbour *et al.* 1980).

By sommige plantsoorte mag die voorkoms van 'n fenofase op 'n spesifieke tydstip aan 'n endogene ritme toegeskryf word (Opler *et al.* 1976). Daar is egter ook baie gevalle waar periodiese verskynsels soos blaar-, blom- en vrugvorming by woudbome nie aan 'n endogene beheer toegeskryf kan word nie, maar eerder aan veranderinge in eksterne toestande (Alvim & Alvim 1978). By tropiese spesies wat ritmiese groei vertoon, is die groeipieke van individuele plante altyd ongesinkroniseerd solank die plante onvolwasse is, maar wanneer hulle volwasse is, toon hulle 'n noue sinkronisering in hul groei-gedrag. Dit dui moontlik op die invloed van 'n eksterne stimulus (Alvim & Alvim 1978). 'n Periode van vogspanning blyk 'n noodsaaklike voorvereiste te wees vir gesinkroniseerde vegetatiewe groei by volwasse plante (Alvim & Alvim 1978). Die interne waterpotensiaal van 'n plant het 'n invloed op ritmiese groei deurdat vogspanning tot 'n rustoestand aanleiding gee. Hierdie interne waterbalans werk indirek in op die meganisme van groeiperiodisiteit, deur die invloed daarvan op die groeistofbalans in die plant (Alvim & Alvim 1978).

In teenstelling met die wydgepostuleerde begrip dat groei-knoprus veroorsaak word deur vogtekorte, is dit moontlik dat 'n periode van vogspanning in werklikheid ook noodsaaklik is om groeiknoprus te breek. Indien hierdie spanningsvereiste

bereik is, sal die groeiknoppe reageer op reënval (Alvim & Alvim 1978).

Ten einde 'n moontlike verband tussen die fenologiese veranderinglikes van die ondersoekte spesies op die Roodeplaatdam-natuurreservaat, en die verskillende omgewingsfaktore, te ondersoek, is die gegewens aan verskillende statistiese toetse onderwerp.

4.1.4.2 Metodes

Vir berekeninge met benulp van die rekenaar is die fenologiese gegewens van *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* op 'n tweeweeklikse tot maandelikse basis, en die klimaatsgegewens op 'n weeklikse basis, vir 'n tydperk van drie jaar, uitgedruk. Aangesien dit in die studiegebied waargeneem is dat die plantegroei se reaksie op 'n spesifieke klimaatsfaktor na ongeveer twee weke sigbaar word, is 'n sloerfase van twee weke tussen die klimaats- en fenologiese veranderlikes gebruik. Die plantegroei reageer ook meesal verskillend op die eerste gedeelte (Augustus tot Desember) van die groeiseisoen as op die tweede (Januarie tot Julie).

Die volgende 11 fenologiese veranderlikes is gebruik, naamlik stingelgroei tempo, blaarontplooing tempo, aantal onvolwasse en volwasse blare, blaarval stadium, blaarverkleuring stadium, aantal blomknoppe, oop blomme, onryp vrugte en ryp vrugte, en die disseminasi tempo van die vrugte en/of sade. Die 11 klimaatsveranderlikes behels die maksimum en minimum persentasie relatiewe lugvogtigheid, die gemiddelde, gemiddelde maksimum, gemiddelde minimum, uiterste maksimum en uiterste minimum lugtemperatuur, die grondtemperatuur op 10 mm en 300 mm grond diepte in die bosgroep, reënval en daglengte.

'n Hoofkomponent-analise (HKA) (Morrison 1967) is op die 11 klimaatsveranderlikes uitgevoer waarna elk van die fenofases grafies teenoor die eerste drie hoofkomponent-asse gestip is.

Die fenofases van elk van die ondersoekte spesies is met behulp van die rekenaar ook grafies teenoor elk van die verskillende klimaatsveranderlikes gestip.

4.1.4.3 Resultate en bespreking

a. Klimaatsveranderlikes

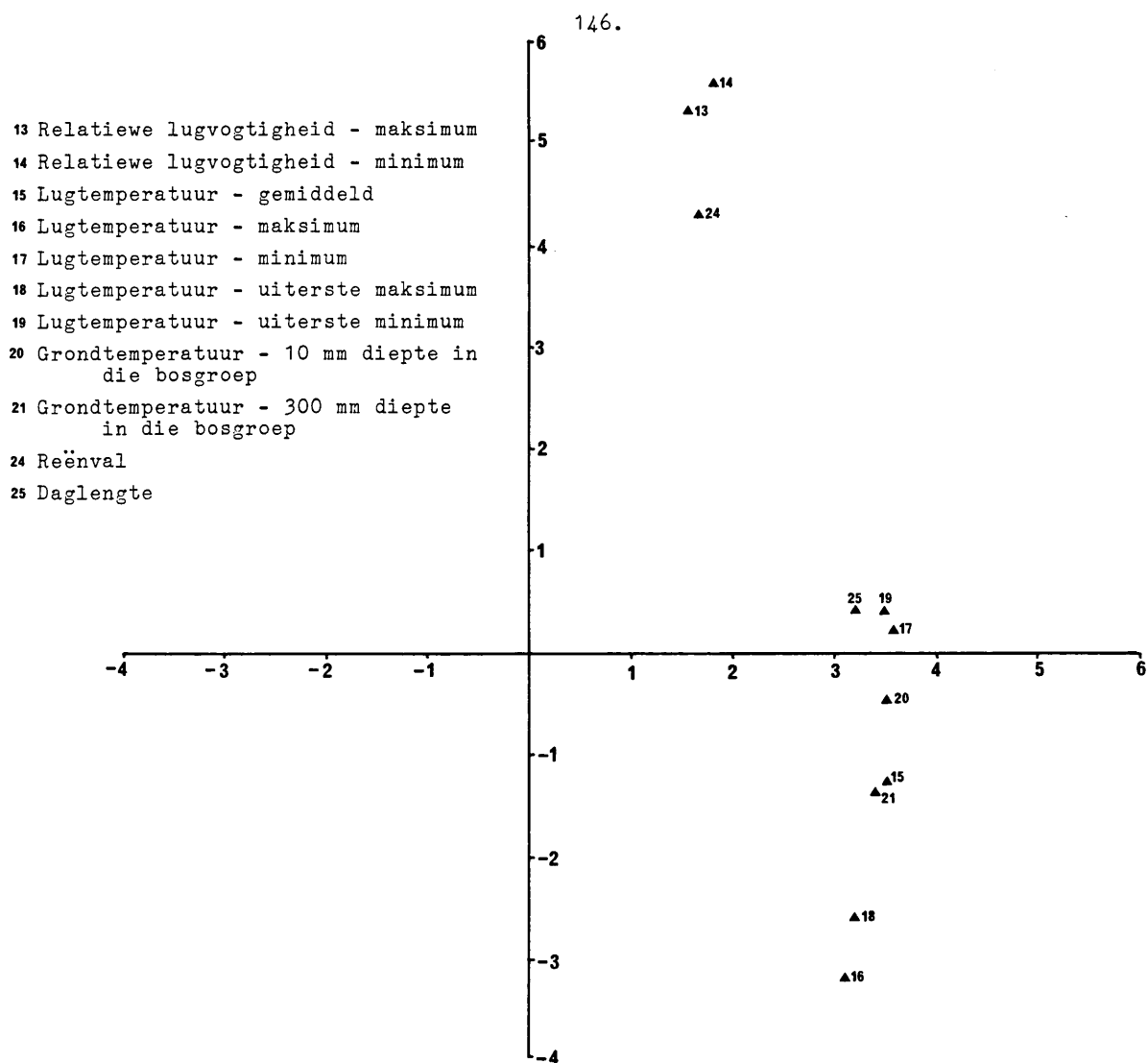
Volgens die hoofkomponent-analise (HKA) wat op 11 klimaatsveranderlikes uitgevoer is, blyk dit uit die verstrooiingsdiagram van die koëffisiënte van die eerste twee hoofkomponente (Figuur 4.6), dat langs die eerste komponent-as (x-as), daglengte en temperatuur 'n relatief belangrike bydrae tot hierdie komponent maak. Hierdie komponent blyk egter hoofsaaklik die sistematiese seisoenskommeling te meet, met ander woorde die hoë komponentwaardes gee 'n aanduiding van byvoorbeeld relatief hoë temperature en langer daglengtes, soos wat in die aktiewe groeiseisoen in die somerreënvalgebied voorkom. Hierdie eerste komponent-as verklaar tot 70 % van die totale variasie van al die klimaatsveranderlikes.

Langs die tweede komponent-as (y-as, Figuur 4.6) is dit veral die maksimum en minimum relatiewe lugvogtigheid en reënval wat 'n belangrike bydrae lewer en hierdie komponent blyk dus hoofsaaklik die saamgestelde vogveranderlikes te meet. Hierdie tweede komponent-as verklaar 'n verdere 17 % van die totale variasie van al die klimaatsveranderlikes.

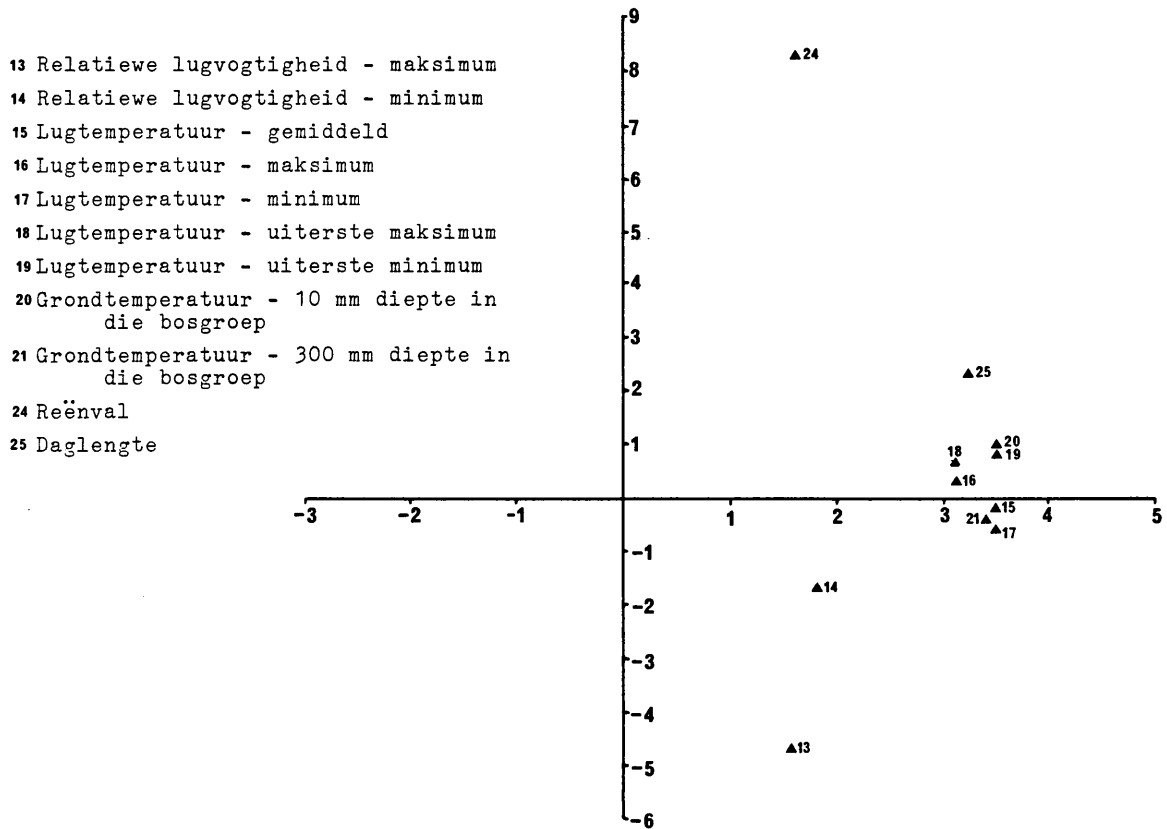
Langs die derde komponent-as (z-as, Figuur 4.7) is dit veral die reënval wat 'n belangrike positiewe bydrae lewer en hierdie komponent is 'n veranderlike wat dus meer die direkte invloed van reënval (sporadiese reënbuie), gepaard met 'n lae relatiewe lugvogtigheid, meet. Die derde komponent-as verklaar 'n verdere 5 % van die totale variasie van al die klimaatsveranderlikes.

b. Aanvang van groei

Waar die fenologiese veranderlikes van *Berchemia zeyheri* en



Figuur 4.6 Verstrooiingsdiagram van die koëffisiënte van die eerste (x-as) en tweede (y-as) hoofkomponente soos met behulp van 'n hoofkomponent-analise (HKA) van die 11 klimaatsveranderlikes verkry is.



Figuur 4.7 Verstrooiingsdiagram van die koëffisiënte van die eerste (x-as) en derde (z-as) hoofkomponente soos met behulp van 'n hoofkomponent-analise (HKA) van die 11 klimaatsveranderlikes verkry is.

Olea europaea subsp. *africana* teen die eerste komponent-as gestip is, is dit in albei gevalle duidelik dat byvoorbeeld die stingelgroei tempo en die aantal nuwe blare 'n toename toon onder toestande waar klimaatsveranderlikes soos temperatuur en daglengte bo 'n sekere drumpelwaarde toeneem (Figure 4.8 a & b en 4.9 a & b). Soms is daar ook geen groei bo hierdie drumpelwaarde gekry nie, wat 'n aanduiding is dat bepaalde faktore, soos byvoorbeeld 'n watergebrek, ook 'n beperking op groei kan stel. Dit wil verder voorkom asof die stingelgroei tempo 'n optimum onder sekere klimaatstoestande toon (Kyk Tabelle 4.14 & 4.15). Relatief hoë temperature en langer dae is ook vir die aanvang van die blom- en vrugfases noodsaaklik.

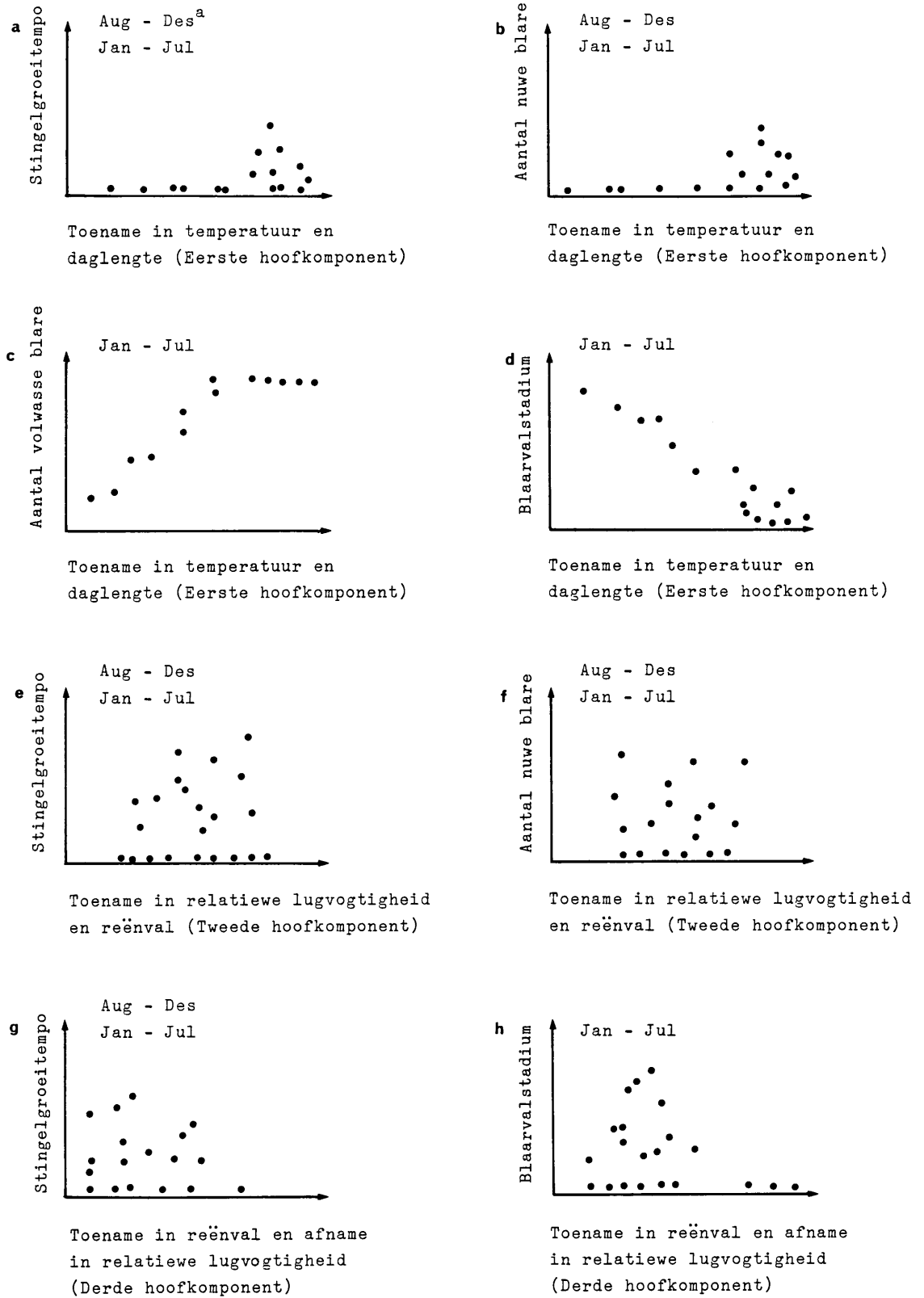
In ander studies (Caldwell 1969; Anderson 1974; Flint 1974; Nienstaedt 1974; Taylor 1974; Larcher 1980) is gevind dat temperatuur, eerder as fotoperiode, een van die omgewingsfaktore is wat (a) die rustoestand van groeiknoppe breek, (b) blaarontplooiing beheer en (c) die begin van die blomfase in die lente beheer.

By *Nothofagus cunninghamii* is oor die algemeen gevind dat die aanvang en staking van groei deur 'n toename en afname in temperatuur en daglengte respektiewelik beheer word (Howard 1973).

Medina (1982) beweer dat die induserende faktor vir die aanvang van blaarproduksie verwant is aan die fotoperiode (daglengte) of die hoër gemiddelde temperatuur en temperatuurfluktuasies wat in die begin van die reënseisoen waargeneem word.

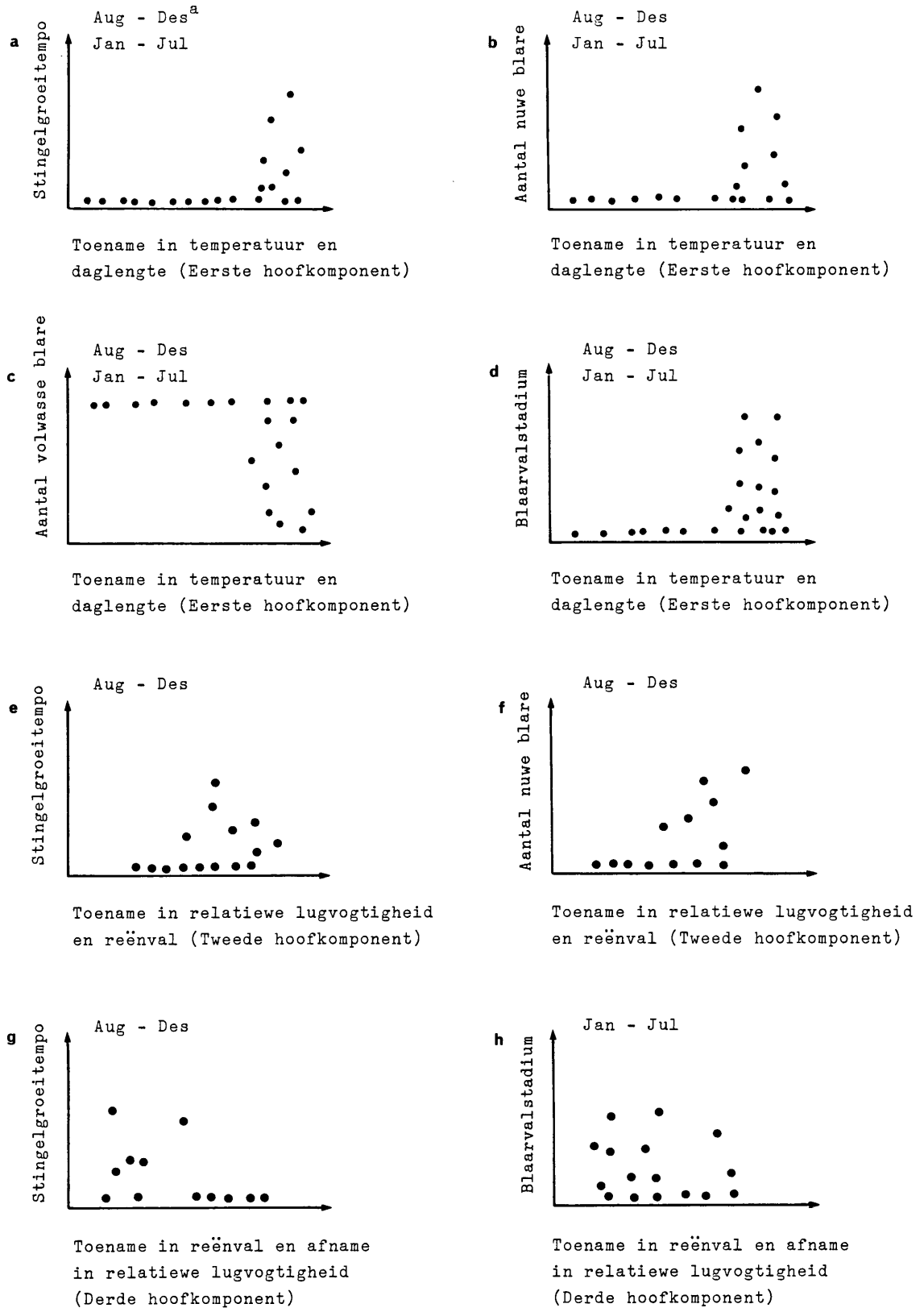
Fotoperiode en termiese akkumulering blyk volgens Opler *et al.* (1976) onvoldoende verklarings te bied vir die onderbreking van die rusperiode, asook die opvolgende gesinkroniseerde antese wat kenmerkend is van tropiese bome. Kortdag fotoperiodes mag egter 'n groot rol speel in die aanvanklike indusering van voortplantingsweefsel.

Redes wat aanleiding tot rusverbreking gee, is volgens Opler *et al.* (1976) onder andere 'n vermindering in waterspanning,



Figuur 4.8 Voorbeelde van grafieke waar die fenologiese veranderlikes van *Berchemia zeyheri* teenoor die eerste drie hoofkomponente gestip is.

^a Aug - Des: Die grafiek geld vir die tydperk Augustus tot Desember
 Jan - Jul: Die grafiek geld vir die tydperk Januarie tot Julie.



Figuur 4.9 Voorbeelde van grafieke waar die fenologiese veranderlikes van *Olea europaea* subsp. *africana* teenoor die eerste drie hoofkomponente gestip is.

^a Aug - Des: Die grafiek geld vir die tydperk Augustus tot Desember

Jan - Jul: Die grafiek geld vir die tydperk Januarie tot Julie.

toenemende fotoperiode en droogtetoeestande. Huxley & Van Eck (1974) skryf die aanvang van die groei van bome in die trope toe aan die val van die eerste reën, toename in lug=temperatuur en irradiansie, vuur óf 'n kombinasie van hierdie faktore. In Malawi word die aanvang van groei in die lente voor die eerste reëns, waarskynlik beïnvloed deur temperatuur, daglengte en grondvogbeskikbaarheid (Hall-Martin & Fuller 1975).

Volgens Hopkins (1970a) wil dit voorkom of fotoperiode die belangrikste faktor is wat knopswelling en stingelverlenging by plante in Nigerië beheer. Daglengte is egter nie die primêre beherende faktor in die inisiëring en/of staking van groei nie, maar 'n kombinasie van kort dae en lae temperature is wel groei-inhiberend (Howard 1973).

Volgens Figuur 4.8c het 'n afname in die waardes van die hoofkomponent met 'n afname in die aantal volwasse blare by *Berchemia zeyheri* gepaard gegaan. By *Olea europaea* subsp. *africana* ontwikkel die blare egter tot volwassenheid by relatief hoë temperature en lang daglengtes (Figuur 4.9c).

Waar die fenofases van *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* teen die tweede hoofkomponent-as gestip is, is dit by eersgenoemde spesie duidelik dat daar nie 'n duidelike tendens waarneembaar is nie (Figuur 4.8 e & f) en dat 'n toename in die vogkomponent nie 'n oorsaaklike bydrae tot groei lewer nie, waarskynlik as gevolg van die negatiewe invloed van uiters hoë temperature. 'n Relatief hoë groei=tempo sowel as 'n afwesigheid van groei kom ook by relatief hoë waardes van hierdie hoofkomponent voor.

In die geval van *Olea europaea* subsp. *africana* blyk dit dat 'n toename in die stingelgroei tempo en die aantal nuwe blare 'n relatief duidelike verband met die vogkomponent toon. Dit kan waarskynlik toegeskryf word aan die feit dat hierdie spesie meesal teen ongeveer die middel van die somer wanneer die reënval normaalweg hoog is, aktief groei (Figuur 4.9 e & f).

Baie outeurs het volgens Hopkins (1970a) 'n algemene korrelasie tussen reënval en groei by bome aangetoon, maar daar word getwyfel of die korrelasie oorsaaklik is, met ander woorde of die reënval verantwoordelik is vir die inisiëring of beëindiging van verskillende stadiums.

Reënval wat in die laaste helfte van die droë seisoen voorkom, tree as 'n rusverbrekingsfaktor op om die finale stadiums van knopontwikkeling te inisieer, deurdat die waterspannings=toestand verwyder word of deur 'n skerp temperatuursverlaging te veroorsaak. Dit lei gewoonlik tot 'n reeks gesinkroniseerde anteses by heelwat tropiese semi-bladwisselende meerjarige spesies (Opler *et al.* 1976).

Onaktiewe groeiperiodes in die aktiewe groeiseisoen as gevolg van lae reënval is waarskynlik aan 'n hoë waterspanning in die plant toe te skryf (West & Wein 1971). Daarteenoor het Davies (1976) gevind dat vrugproduksie van reënval, gedurende spesifieke temperatuur en/of fotoperiodes, afhanklik is.

In die geval van *Berchemia zeyheri* is gevind dat 'n relatief lae tot normale reënval in die laat lente, indien dit met hoë temperature en 'n lae relatiewe lugvogtigheid gepaard gaan, 'n nadelige invloed op veral blomvorming het.

Waar die fenofases van *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* teen die derde hoofkomponent-as (z-as) gestip is, is weer eens geen duidelike tendens waarneembaar nie, alhoewel stingelgroei, veral by laasgenoemde spesie, meesal by relatief lae reënval en hoë relatiewe lugvogtigheid plaasvind (Figure 4.8g & 4.9g).

In baie tropiese woude is toenemende blaarval met die begin van die droë seisoen gekorreleer, maar die verhouding tussen seisoenale klimaatsveranderinge en ander fenofases by bome, soos blom, stingelgroei en staking van groei, word nog nie goed verstaan nie (Reich & Borchert 1982). Meeste tropiese bladwisselende boomsoorte blom in die droë seisoen en blaarontplooiing vind vóór die begin van die reënseisoen plaas.

Veranderinge in temperatuur of fotoperiode is al as moontlike induserende faktore vir die aanvang van groei-aktiwiteit voorgestel maar die vraag is hoe bome wat droogte-geïnduseerde blaarval beleef het, rehidreer en antese, stingelgroei en blaarontplooiing ondergaan voor die begin van die reënseisoen.

Om die vraag te beantwoord word die volgende hipotese deur Reich & Borchert (1982) voorgestel: Gedurende die vroeë stadiums van droogte oorskry waterverlies deur middel van transpirasie die waterabsorpsie deur die wortels. Die boom se waterpotensiaal daal en veroorsaak waterspanning, blaarveroudering en -afsnyding. Na die vermindering in waterverlies deur middel van transpirasie word stadige absorpsie van residuele grondvog ondervind wat tot 'n verhoging in die boom se waterpotensiaal lei. Indien dit genoegsaam toegeneem het, sal knopswelling en groei kan plaasvind.

Om die hipotese te toets het Reich & Borchert (1982) die fenologie en seisoenale variasie in waterspanning, soos aangedui deur variasies in stamontrek, by *Tabebuia neochrysantha*, gemonitor. Die tempo van blaarval in die vroeë droë seisoen was sterk met die afname in grondvog en toenemende waterspanning in die boom gekorreleer. Sonder uitsondering was herstel van waterspanning nodig vir blomvorming en stingelgroei. By droë studieterreine het rehidrasie slegs na geïsoleerde reënbuie voorgekom, terwyl rehidrasie op natter studieterreine selfs met aanhoudende droogte voorgekom het, moontlik as gevolg van die afname in transpirasie na blaarval. Nadat droogte-geïnduseerde blaarval voorgekom het, blom en loop die bome uit sodra die waterpotensiaal wat vir hierdie ontwikkelingsprosesse benodig word, bereik is.

Die gelyktydige blom of groei van baie boomsoorte in die droë seisoen dui dus op 'n geïsoleerde reënbui, terwyl ontwikkelingsveranderinge wat voorkom na rehidrasie as gevolg van blaarval nie gesinkroniseer voorkom nie (Reich & Borchert 1982).

Die tydstip waarop fenofases in die eerste helfte van die groeiseisoen begin, hang hoofsaaklik af van sekere

temperatuurdrumpelwaardes wat oorskry moet word (Larcher 1980). Saadkieming vind plaas en plante begin bot en blom slegs na die lug- en grondtemperature 'n sekere kritieke punt, kenmerkend vir elke stadium, gereeld oorskry het. In gematigde streke is oor die algemeen gevind dat die temperatuurdrumpelwaarde vir die oopgaan van blomknoppe en blomme van bome $6 - 10^{\circ}\text{C}$ is (Larcher 1980).

In gematigde streke is lae temperature aan die begin en einde van die groeiseisoen beperkend vir groei (Bunting 1975). Volgens Holway & Ward (1965) word plantaktiwiteit in hoë berge ook die meeste deur temperatuur beïnvloed.

Met behulp van die grafieke waarop die fenofases van *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* teenoor die klimaatsveranderlikes gestip is, kon onder andere 'n aanduiding van die optimum waardes, asook die drumpel- en boonste grenswaardes^a vir die onderskeie fenofases ten opsigte van omgewingsfaktore gekry word (Tabelle 4.14 & 4.15). In die tabelle word slegs vier fenofases uitgesonder naamlik die stingelgroefase, blaarontplooingsfase en die blomknopfase, oor die tydperk Augustus tot Desember, en die blaarvalfase oor die tydperk Januarie tot Julie. Die gegewens wat in Tabelle 4.14 & 4.15 weergegee word, is verkry vanaf data wat onder natuurlike toestande op die Roodeplaatdam-natuurreservaat ingesamel is, dit wil sê waar die gesamentlike invloed van klimaatsfaktore waarskynlik in die drumpel-, optimum- en boonste grenswaardes weerspieël word.

By *Berchemia zeyheri* is gevind dat geen vegetatiewe groei by lug- en grondtemperature ($10 - 300$ mm diepte) laer as 2°C en 17°C respektiewelik en by daglengtes korter as 11,7 uur voorkom nie. 'n Lugtemperatuurdrumpelwaarde van 5°C is vir blomknopvorming gevind (Tabel 4.14). Stingelgroei, blaarontplooing en blomknopvorming vind optimaal by 21°C lugtemperatuur, 23°C grondtemperatuur, 'n relatiewe lugvogtigheid van tussen 35 % en 90 %, 'n daglengte van 12,8 uur en 'n reënval van ≈ 35 mm per week plaas (Tabel 4.14).

^a Die boonste grenstemperatuur verwys na die temperatuur waarbo geen groei veronderstel is om plaas te vind nie.

Tabel 4.14 Drumpel-, optimum- en boonste grenswaardes van sekere klimaatsveranderlikes vir funksionering van sekere fenofases van *Berchemia zeyheri*

	Drumpel= waardes	Optimum= waardes	Boonste grens= waardes
1. Stingelgroei (Tydperk Augustus - Desember)			
RLV (%)	18	35 - 90	90
⊖ Lugtemperatuur (°C)	2	21	36
Grondtemperatuur (°C) 10 - 300 mm diepte in bosgroep	17	23	28
Reënval per week (mm)	0	≈ 35	≈ 35
Daglengte (uur)	11,9	12,8	13,7
2. Blaarontplooiing (Tydperk Augustus - Desember)			
RLV (%)	18	35 - 90	90
⊖ Lugtemperatuur (°C)	2	21	36
Grondtemperatuur (°C) 10 - 300 mm diepte in bosgroep	17	23	28
Reënval (mm)	0	≈ 35	≈ 35
Daglengte (uur)	11,7	12,8	13,7
3. Blomknoppe (Tydperk Augustus - Desember)			
RLV (%)	19	35 - 90	90
⊖ Lugtemperatuur (°C)	5	21	36
Grondtemperatuur (°C) 10 - 300 mm diepte in bosgroep	18	23	28
Reënval (mm)	0	≈ 35	≈ 35
Daglengte (uur)	12,1	12,8	13,7
4. Blaarval (Tydperk Januarie tot Julie)			
RLV (%)	18	23 - 78	86
⊖ Lugtemperatuur (°C)	-2	9	20
Grondtemperatuur (°C) 10 - 300 mm diepte in bosgroep	9	10	25
Reënval (mm)	0	0	≈ 25
Daglengte (uur)	10,6	10,7	12,3

⊖ Die lugtemperatuurgegewens is vanaf die gemiddelde en uiterste maksimum en minimum temperatuurwaardes verkry.

Tabel 4.15 Drumpel-, optimum- en boonste grenswaardes van sekere klimaatsveranderlikes vir funksionering van sekere fenofases van *Olea europaea* subsp. *africana*

	Drumpel= waardes	Optimum= waardes	Boonste grens= waardes
1. Stingelgroei (Tydperk Augustus - Desember)			
RLV (%)	25	34 - 89	90
[⊖] Lugtemperatuur (°C)	10	20	35
Grondtemperatuur (°C) 10 - 300 mm diepte in bosgroep	18	18 - 22	26
Reënval per week (mm)	≈ 4	≈ 10	≈ 35
Daglengte (uur)	12,8	13,4	13,7
2. Blaarontplooiing (Tydperk Augustus - Desember)			
RLV (%)	19	29 - 89	90
[⊖] Lugtemperatuur (°C)	5	21	35
Grondtemperatuur (°C) 10 - 300 mm diepte in bosgroep	18	18 - 22	26
Reënval per week (mm)	0	≈ 9 - 20	≈ 35
Daglengte (uur)	12,1	13,1-13,4	13,7
3. Blomknoppe (Tydperk Augustus - Desember)			
RLV (%)	29	34 - 89	89
[⊖] Lugtemperatuur (°C)	10	21	34
Grondtemperatuur (°C) 10 - 300 mm diepte in bosgroep	18	18 - 22	25
Reënval per week (mm)	≈ 5	≈ 9	≈ 20
Daglengte (uur)	13,1	13,4	13,7
4. Blaarval (Tydperk Januarie - Julie)			
RLV (%)	22	31 - 83	89
[⊖] Lugtemperatuur (°C)	11	23	36
Grondtemperatuur (°C) 10 - 300 mm diepte in bosgroep	20	22 - 26	29
Reënval per week (mm)	0	35 - 100+	100+
Daglengte (uur)	10,8	13,3	13,8

[⊖] Die lugtemperatuur gegewens is vanaf die gemiddelde en uiterste maksimum en minimum temperatuurwaardes verkry.

By *Olea europaea* subsp. *africana* is geen vegetatiewe groei by lug- en grondtemperatuur (10 - 300 mm diepte) laer as 5°C en 18°C respektiewelik, en daglengtes korter as 12,1 uur, aangeteken nie (Tabel 4.15). 'n Lugtemperatuurdrumpelwaarde van 10°C is vir blomknopvorming gevind. Stingelgroei, blaarontplooiing en blomknopvorming vind optimaal by 20 - 21°C lugtemperatuur, 18 - 22°C grondtemperatuur, 'n relatiewe lugvogtigheid van tussen 29 % en 89 %, 'n daglengte van 13,1 - 13,4 uur en 'n reënval van ≈ 9 - 20 mm per week plaas (Tabel 4.15).

c. Blomperiode

Volgens die resultate van die HKA is die blom- en vrugfases van beide die ondersoekte spesies met relatief hoë waardes van die eerste hoofkomponent-as geassosieer. 'n Toename in temperatuur en daglengte word dus ook as die belangrikste omgewingsfaktore beskou wat tot blom- en vrugvorming aanleiding gee, maar reënval speel wel by *Olea europaea* subsp. *africana* 'n relatief belangrike rol.

Volgens Yong No Lee (1971) is daglengte, ligintensiteit en temperatuur van die belangrikste eksterne faktore wat die blomfase beïnvloed. In Nigerië vind Hopkins (1968) weer dat daglengte moontlik die blomtyd van die meeste spesies inisieer. Davies (1976) en Medina (1982) vind dat die blomtyd van die meeste plantsoorte met sekere termo- en fotoperiodes in verband gebring kan word en volgens Medina (1982) speel plantgroei ook 'n belangrike rol waar die blomperiode direk na blaarval voorkom. Laasgenoemde verskynsel kom by onder andere *Ochna pulchra* en *Ximenia caffra* op die RNR voor.

Monasterio & Sarmiento (1976) meen dat die blompatroon van savannespesies wat in die droë seisoen blom, nie met eksterne faktore gesinkroniseer is nie.

Aangesien sommige boom- en struikspesies in die neotrope in verskillende maande blom, blyk dit dat fotoperiode en temperatuur nie 'n belangrike rol speel insoverre dit die blomfase van hierdie spesies aangaan nie (Opler *et al.* 1976). Meer as een blomfase in 'n enkele seisoen of die afwesigheid

van 'n blomfase in 'n seisoen, dui daarop dat reënval belangrik mag wees vir die blomfase (Opler *et al.* 1976). In die droë woude inisieer reënval teen die einde van die droë seisoen die hoofblompiek van kleiner bome en struik (Opler *et al.* 1980). Opler *et al.* (1976) het veral na die eerste 25 mm reën aan die einde van die droë seisoen gesinkroniseerde blomfases waargeneem. Die blomperiode begin by verskillende spesies vanaf drie dae tot ses tot agt weke na die reën.

Op die RNR is meer as een blomfase in een groeiseisoen by *Acacia caffra*, *A. karroo*, *A. robusta*, *Ehretia rigida* en *Mundulea sericea* waargeneem.

Spesies soos *Burkea africana*, *Cussonia paniculata*, *Dovyalis zeyheri*, *Euclea crispa*, *Maytenus heterophylla* en *Rhus lancea* het vir ten minste een groeiseisoen gedurende die studieperiode nie geblom nie.

Alvim & Alvim (1978) onderskei op grond van hulle blompatroon vier groepe spesies in tropiese streke. Die blompatroon van individuele spesies wat min of meer op dieselfde tyd elke jaar blom, vertoon min of geen reaksie op die variërende reënvalpatroon van jaar tot jaar nie. By hierdie spesies wil dit voorkom asof die blomgedrag sterk deur omgewingsfaktore soos fotoperiode en/of temperatuur beïnvloed word. Hierdie plante blom min of meer op dieselfde tyd elke jaar en blyk ook kortdagplante te wees. 'n Ander groep plantspesies blom in reaksie op reënval, veral na 'n droë periode (= hidroperiodiese stimulus). 'n Derde groep boomspesies toon geen duidelike verband met eksterne faktore nie en sommige van hulle blom elke maand van die jaar, met verskillende patrone in verskillende jare. Sommige spesies blom sekere jare glad nie of het glad nie geblom tydens die drie jaar studieperiode van Alvim & Alvim (1978) nie.

Opler *et al.* (1976) wys verder daarop dat sommige tropiese plantsoorte jaarliks op 'n gereelde basis, by ongeveer dieselfde datums blom, wat moontlik aan 'n endogene ritme toegeskryf kan word.

In die studiegebied het spesies soos *Acacia robusta*, *Combretum apiculatum*, *C. molle*, *Mundulea sericea* en *Rhus zeyheri* elke jaar op min of meer dieselfde tyd geblom, ongeag die klimaats=toestande.

d. Oorgaan van plante in 'n rustoestand

Volgens die resultate van die HKA (Figuur 4.8 d & h) gaan 'n toename in blaarval by *Berchemia zeyheri* met 'n afname in die waardes van die hoofkomponente gepaard, dit wil sê dit kom voor by afnemende temperatuur, daglengte en reënval. Tydens die periode Januarie tot Julie val die meeste blare by lug- en grondtemperature van 9°C en 10°C respektiewelik, 'n daglengte van 10,7 uur en by afwesigheid van reën (Tabel 4.14).

In die geval van *Olea europaea* subsp. *africana* kom blaarval by relatief hoë temperature en lang daglengtes (Figuur 4.9d), en matige reënval voor (Figuur 4.9h). Tydens die periode Januarie tot Julie kom die meeste blaarval by lug- en grondtemperature van 23°C en 22 - 26°C respektiewelik, 'n daglengte van 13,3 uur en reënval van 35 mm of meer per week voor (Tabel 4.15). Daar is dus nie uiterste klimaatsfaktore wat 'n rol by blaarval speel nie, en daar is waarskynlik ander faktore soos 'n endogene ritme wat 'n belangrike rol speel.

Oor die algemeen vind vrugvorming by relatief hoë reënval=toestande plaas, maar lae temperature en lugvogtigheid speel veral by disseminering 'n belangrike rol.

Die begin van die rusperiode by tropiese bome en struik word deur Huxley & Van Eck (1974), Shukla & Ramakrishnan (1982) en Alvim & Alvim (1978) aan 'n verskeidenheid klimaatsfaktore toegeskryf, naamlik seisoenale droogtes, lae lugvogtigheid en afnames in daglengte en temperatuur.

Die latere fases van plantontwikkeling word eerder deur foto=periode as temperatuur beheer (Larcher 1980). Fotoperiode word ook deur Hopkins (1970b), Flint (1974), Nienstaedt (1974) en Anderson (1974) as die belangrikste faktor beskou

wat die staking van groei, blaarval en indusering van 'n rusperiode veroorsaak.

Volgens Larcher (1980) egter, word die fenofases in die tweede helfte van die groeiseisoen, byvoorbeeld die periode van vrugrypwording en blaarval deur al die omgewingsfaktore wat volwasewording en veroudering versnel of vertraag beïnvloed. Temperatuur is weer van belang, maar meer wat die versnelling van sintetiese aktiwiteit betref. Ander belangrike faktore is die invloed van fotosintese en voorsiening van water en voedingstowwe (Larcher 1980). By baie spesies het korter dae blaarverkleuring en blaarval tot gevolg, veral as die temperatuur laer as drumpelwaardes van tussen 5°C en 10°C daal (Larcher 1980).

'n Afname in fotoperiode mag blaarafsnyding stimuleer, maar die droogtetoename mag ook die rede wees waarom plante al hul blare in die droë maande afgooi (Opler *et al.* 1980). Blaarval is met droogte en blaarontplooing met genoegsame grondvog gekorreleer (Opler *et al.* 1980).

Blaarval by bladwisselende spesies word verder moontlik deur korter dae geïnisieer en dit gaan altyd blaarontplooing vooraf, met ander woorde dit is aan daglengte en lae temperatuur en nie die droë seisoen verwant nie (Alvim & Alvim 1978).

Die ongesinkroniseerde ontwikkeling van baie boomspesies onder duidelike seisoenale klimaatstoestande laat die vraag ontstaan wat die verhouding is tussen endogene en eksogene beheer van boomontwikkeling. 'n Onderzoek na die ontwikkeling van *Erythrina poeppigiana* ondersteun die volgende hipoteses (Borchert 1980):-

1. Die lewenslange kringlope van vegetatiewe groei (blaarontplooing en stingelgroei tot blaarval) en reproductiewe groei (blom- tot vrugvorming) is 'n inherente kenmerk van bome as groot meerjarige plante en vervolgens is dit *a priori* endogeen van aard.
2. Die intensiteit en duur van ontwikkelingsfases word betekenisvol deur veranderinge in die interne funksionele korrelasies beïnvloed, wat op hul beurt van

die stel heersende en selfs konstante omgewingstoestande afhang.

3. Die primêre endogene groeiperiodisiteit mag sekondêr aangepas wees by die klimaatsperiodisiteit van 'n boom se habitat.

Die verdwyning van watertekorte na blaarval en die gevolglike groei-inisiëring onder aanhoudende droogte, ondersteun die voorgestelde rol van 'n terugvoerverhouding tussen die wortels en stingelsisteen wat die boom se waterbalans herstel en aanleiding tot hernude groei gee (Borchert 1980).

Onder toestande van strawwe droogte word dit vir 'n boom moeilik om deur interne veranderinge sy waterbalans te behou en word beide blaarval en groei-inisiëring primêr deur respektiewelik die staking en aanvang van reënval bepaal (Borchert 1980).

Die invloed van 'n buitengewone droogte op 'n aantal spesies in 'n "oak-hickory" woud is bepaal (Hinckley *et al.* 1979) en daar is bevind dat die volgende veranderinge ingetree het: Die dagbreekxileemdrukpotensiaal het gedaal, groei was verminder, terugsterwing van stingels het toegeneem, nettofotosintese tempo het afgeneem tot naby die kompensasiënpunt en die fenologiese patroon in die opvolgende jaar is gewysig deurdat die spesies nie geblom het nie.

Die invloed van 'n kort droogtetydperk op die plantspesies van die RNR is waargeneem toe dit gedurende November 1981 besonder warm en droog was en die normale reënvalpiek dus ontbreek het (Figure 2.5 & 2.12). Die piek in die stingelgroeitempo en blaarontplooiingstempo wat by spesies soos *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* normaalweg in November voorgekom het, het ook ontbreek en 'n enkele piek is in Januarie tot Februarie aangeteken. In die geval van *Berchemia zeyheri* het die droë November die blom- en vrugproduksie ook nadelig beïnvloed (Figuur 4.1).

Uit die resultate en bespreking kan afgelei word dat groei by plante waarskynlik voorkom wanneer daar 'n styging in onder andere temperatuur, gepaard met 'n toename in daglengte, bo sekere drumpelwaardes voorkom. 'n Verhoging in die reënval

lewer wel 'n positiewe bydrae tot groei en voortplanting, alhoewel dit nie altyd 'n oorsaaklike faktor is nie, met ander woorde die aanvang van groei word nie geïnisieer of bevorder alvorens die temperatuur en daglengte sekere drumpelwaardes oorskry het nie. Die invloed van reënval word klaarblyklik ook deur uiterste hoë temperature en lae lugvogtigheid onderdruk, waarskynlik veral in Oktober tot November.

In die somerreënvalgebied word groei by plante dus hoofsaaklik deur die seisoenale wisseling in die gesamentlike klimaatsveranderlikes beïnvloed en is daar nie soseer enkele veranderlikes wat individueel 'n oorsaaklike invloed op die plantegroei uitoefen nie. 'n Volgorde van belangrikheid is wel in die vroeë groeiseisoen waarneembaar.

4.2 FENOMETRIE

4.2.1 LITERATUUROORSIG

Soos deur Lieth (1971) gedefinieer, behels fenometriese studies die kwantitatiewe ondersoek van omgewingsverwantskappe, waar groei van plante as aanwysers van mikroklimatestoestande gebruik word.

Vir die semi-kwantitatiewe bepaling van groei uit 'n fenologiese oogpunt kan van skattings gebruik gemaak word om die aan- of afwesigheid, getalle of tempo van 'n spesifieke fenofase te bepaal. Dit kan op 'n persentasiebasis of met behulp van byvoorbeeld 'n vyf- of tienpuntskaal gedoen word (Kyk afdeling 4.1.1.2).

Gedetailleerde studies oor die periodisiteit van stingelverlenging en die vorming van nuwe blare deur dikotiele bome is verbasend min (Hallé *et al.* 1978). Stingelproduksie by plante word as een van die belangrike komponente van plantegroei met verwysing na beskikbare voedsel en voedingstofsirkulering, veral in bladwisselende plantekosisteme beskou (Rutherford & Panagos 1982). Die kwantitatiewe bepaling van die verloop van

fenofases kan onder andere met behulp van 'n metode soos beskryf deur Halevy & Orshan (1973) gedoen word. Hier word takkies of stingels permanent gemerk en die onderdele van elke takkie word met behulp van simbole diagrammaties voorgestel. Op die diagram word die presiese posisie van elke blaar, doring, blom en vrug, asook die lengte van die hoof- en sy-stingels, aangedui. Die groei van hierdie gemerkte takkies word nou oor tyd gevolg en enige verandering wat plaasvind word op die diagramme aangeteken. 'n Metode om takkies vir fenometriese studies te merk is deur Maconochie & Lange (1970) en Rogers & Westman (1981) beskryf. 'n Takkie of taksistiem ("fascicle") word vanaf die apikale punt terug gevolg tot waar geen blare meer voorkom nie en dan gemerk. Ander soortgelyke metodes word onder andere deur Oechel *et al.* (1972) en Howard (1973) beskryf.

Om die probleem van selektering van slegs die opvallende stingels in 'n boom te oorkom, het Rutherford & Panagos (1982) 'n meetsone gekies. 'n Meetsone sluit alle dele van 'n tak in wat distaal van 'n punt geleë is wat ten minste ses terminale okselknoppe bevat. Die meetsone sal gewoonlik die vorige twee jaar se groei van daardie tak verteenwoordig. Die aantal meetsones per plant varieer van 5 tot 10 afhangende van die planthoogte, en word ewekansig gekies.

Stingelverlenging en/of blaarontplooiing word as 'n aanduiding van groei (Halevy & Orshan 1973; Bond 1980; Nilsen & Muller 1981; Rogers & Westman 1981; Sommerville 1981) of van fitomassaproduksie gebruik (Day & Monk 1977; Rutherford *et al.* 1978; Rogers & Westman 1981). Vir verdere bepalinge van groei en/of fitomassa kan ook van dendrometers gebruik gemaak word om die stingelomtrekke en die daaglikse en seisoenale variasie daarvan te bepaal (Day & Monk 1977; Rutherford *et al.* 1978; Rogers & Westman 1981). Ander fenometriese studies is deur Kaempfert (1948) beskryf, wat 'n apparaat gebruik het om die groottoename in blomknoppe en vrugte te meet.

Afhangende van die doel van die studie, byvoorbeeld of dit oor groei- of fitomassabepalinge gegaan het, het verskillende navorsers in die verlede van 1 - 123 stingels per individu

en van een tot 20 individue per spesie bestudeer (Oechel *et al.* 1972; Halevy & Orshan 1973; Montenegro *et al.* 1979; Bond 1980; Nilsen & Muller 1981; Rogers & Westman 1981; Sommerville 1981; Milton & Moll 1982).

Vir die bepaling van groeipatrone word min stingels per spesie vir bevredigende resultate benodig, maar dit blyk dat vir produksiestudies 'n groot aantal nodig is. Rogers & Westman (1981) het byvoorbeeld gevind dat hul monstergrootte van 123 stingels per spesie te klein was vir die skatting van produksie. Rutherford *et al.* (1978) het gevind dat eers met 'n monstergrootte van meer as 300 stingels per spesie bevredigende resultate vir die bepaling van stingelgroefases verkry kan word.

Die groeiprosesse is in die verlede met intervalle van een week tot drie maande vir tydperke van meesal een tot twee jaar deur verskillende navorsers opgevolg (Oechel *et al.* 1972; Halevy & Orshan 1973; Specht & Brouwer 1975; Montenegro *et al.* 1979; Bond 1980; Rogers & Westman 1981; Sommerville 1981). Metings van stingelverlenging na aktiwiteit begin het, is deur Rutherford & Panagos (1982) weekliks vir ses weke geneem, waarna een interval van twee weke gebruik is wat vir die res van die jaar met vierweeklikse intervalle opgevolg is.

4.2.2 FENOMORFOLOGIE

4.2.2.1 Groeivorme

a. Inleiding

Die studie van groeivorme en die daarstelling van groeivormsisteme het reeds met Theophrastes (*ca.*: 300 v.C.) begin en is heelwat later met studies deur Humboldt in 1806, Du Rietz in 1931, Adamson in 1939, Cain in 1950 en andere opgevolg (Orshan 1981b).

Die belang van groeivorme lê daarin dat dit gebruik word om die fisonomie en struktuur van plantegroei te beskryf asook om die evolusionêre aanpassings van plante by hul omgewing

te vertoon. Groeivorme word as algemene term gebruik en sluit ook lewensvorme in, alhoewel lewensvorme spesifiek verwys na die sisteem van Raunkiaer (Orshan 1981b).

Volgens Orshan (1981c) is groeiprosesse belangrik in die aanpassings van plante by omgewingspannings. Die groeivorm is die eindresultaat van komplekse kombinasies groeiprosesse en mag dien as aanwyser van die aanpassingsbelang van hierdie prosesse.

Binne Mediterreense tipe plantegroei word ooreenkomste in groeivorme aangetref, wat moontlik dui op ooreenkomste in die groeiprosesse. Om hierdie groeiprosesse te identifiseer is 'n meer analitiese benadering noodsaaklik. Verskillende kenmerke wat vir die beskrywing van die groeivorme gebruik word, moet volgens Orshan (1981c) gedefinieer en vir elke spesie bepaal word ten einde 'n analise van die groeiprosesse van die spesies moontlik te maak. Die kenmerke wat gekies word, moet sover as moontlik binne 'n spesie konstant en goed gedefinieer wees. Die kombinasie van die kenmerke moet poog om die diversiteit van die plantegroeitipe te beskryf, en dit moet beide die statiese en dinamiese, dit wil sê beide die seisoenale en suksessionele veranderinge omsluit. 'n Gedetailleerde studie van die periodisiteit van 'n spesie is ook noodsaaklik om die kenmerke, wat vir die beskrywing van die groeivorm van 'n spesie gebruik word, te verklaar.

b. Metodes

Vir die fenomorfologiese ondersoek van 'n aantal fanerofiete, op die Roodeplaatdam-natuurreservaat is van die metodes van Halevy & Orshan (1973) gebruik gemaak.

Tydens die tweede groeiseisoen (1980/81) van die studietydperk is vier spesies geselekteer en vyf individue van elk is ewekansig gekies. Hierdie 20 individue is uit die individue wat vir fenologiese waarnemings gemerk is, gekies. Vyf takkies is ewekansig uit 20 voorafgemerkte takkies, by elk van die 20 individue gemerk — dit wil sê, in totaal is 25 takkies per spesie vir bestudering gemerk. Die takkies is

almal ongeveer 100 tot 200 mm vanaf die apikale groeipunt permanent met behulp van 'n etiket gemerk. Hierdie takkies is daarna gemeet en diagrammaties voorgestel en enige veranderinge in die takkies is daarna tweeweekliks tot maandeliks op die diagramme aangebring.

Tydens die derde groeiseisoen (1981/82) is die ondersoek na 'n totaal van 19 spesies, wat die bogenoemde vier spesies ingesluit het, uitgebrei. Daar is egter van toe af net op drie takkies van elk van drie individue van elke spesie, dit wil sê in totaal nege takkies per spesie, waarnemings gemaak.

Die volgende spesies is vir een jaar (tensy anders aangedui) fenomorfolgies ondersoek:

1. *Acacia caffra*
2. *Acacia karroo* (oor twee jaar)
3. *Acacia nilotica*
4. *Acacia robusta*
5. *Berchemia zeyheri* (oor twee jaar)
6. *Cassine burkeana*
7. *Dombeya rotundifolia* (oor twee jaar)
8. *Ehretia rigida*
9. *Euclea crispa*
10. *Euclea undulata*
11. *Maytenus heterophylla*
12. *Olea europaea* subsp. *africana* (oor twee jaar)
13. *Pappaea capensis*
14. *Rhus lancea*
15. *Rhus leptodictya*
16. *Vangueria infausta*
17. *Ximenia caffra*
18. *Zanthoxylum capense*
19. *Ziziphus mucronata*

Die volgende kenmerke is vir die bepaling en beskrywing van die groeivorme geselekteer (Orshan 1981 a, b & c):

- i. Posisie van groeiknoppe volgens die lewensvormsisteem van Raunkiaer.
- ii. Soort organe wat afgewerp word, byvoorbeeld blare.
- iii. Seisoenaliteit, dit is seisoen waarin die plantspesie aktiwiteit vertoon.

Tabel 4.16 Samevatting van 'n aantal kenmerke vir die groeivormbeskrywing van 'n aantal spesies op die Roodeplaatdam-natuurreservaat (Kyk Tabel 4.17 vir verklaring van simbole)

Spesies	I GK	II ORG	III SEI	IV LDP	V LDB	VI LGT	VII BST	VIII WTR	IX PH	X BG	XI RGT	XII PVT	XIII BH	XIV STO
<i>Acacia caffra</i>	F	B	S	6	2	HX	MA	VH	7	NA	S	1	1	b
<i>A. karroo</i>	F	B	S	5	2	HX	MA	VH	7	NA	S	1	1	b
<i>A. nilotica</i>	F	B	S	5	2	HX	MA	VH	7	LP	S	1	1	b
<i>A. robusta</i>	F	B	S	6	2	HX	MA	VH	7	NA	S	1	1	b
<i>Berchemia zeyheri</i>	F	B	S	7	2	HX	MA	VH	7	NM	S	1	1	b
φ <i>Cassine burkeana</i>	F	B	I	6	2	HX	SK	VH	6	NA	S	1	1	b
<i>Dombeya rotundifolia</i>	F	B	S	5	2	HX	MA	VH	6-7	MI	S	1	2	b
<i>Ehretia rigida</i>	F	B	S	5	2	HX	MA	VH	6	NA	S	2	1	b
φ <i>Euclea crispa</i>	F	B	I	6	3	HX	SK	VH	6	NA	S	2	1	b
φ <i>E. undulata</i>	F	B	I	6	3	HX	SK	VH	6	NA	S	2	1	b
<i>Maytenus heterophylla</i>	F	B	S	5	2	HX	MA	VH	6	NM	S	2	1	a
φ <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	F	B	I	7	4	HX	MA/SK	VH	7	NM	S	1	2?	b
<i>Pappea capensis</i>	F	B	S	7	2	HX	MA/SK	VH	7	NM	S	1	1	b
φ <i>Rhus lancea</i>	F	B	I	7	2	HX	MA/SK	VH	6	MI	S	1	1	b
<i>R. leptodictya</i>	F	B	S	6	2	HX	MA	VH	6	NM	S	1	1	b
<i>Vangueria infausta</i>	F	B	S	5	2	HX	MA	VH	6	PE	S	2	2	b
<i>Ximения caffra</i>	F	B	S	5	2	HX	MA	VH	6	NM	S	2	2	a
<i>Zanthoxylum capense</i>	F	B	S	5	2	HX	MA	VH	6	NM	S	1	1	b
<i>Ziziphus mucronata</i>	F	B	S	7	2	HX	MA	VH	7	MI	S	1	1	b

φ Immergroen fanerofiete; res is bladwisselende spesies

Tabel 4.17 Die verklaring van die simbole wat in Tabel 4.16 gebruik is

- i. GK - Posisie van groeiknoppe (volgens die lewensvormsisteem van Raunkiaer) - Eksperimenteel bepaal:
1. T - terofiet
 2. Kr - kriptofiet
 3. H - hemikriptofiet
 4. Ch - chamefiet
 5. F - fanerofiet
- ii. ORG - Soort organe wat seisoenaal afsterf en/of afval - Eksperimenteel bepaal:
1. P - hele plant, soos in die geval van terofiete
 2. S - stingels en alle ander bo-grondse dele
 3. T - gedeeltes van takkies
 4. B - slegs blare en bloei-asse
- iii. SEI - Seisoenaliteit - dit is seisoene met plantaktiwiteit - Eksperimenteel bepaal:
1. I - immergroen
 2. W - winteraktief
 3. S - someraktief
 4. B - bi-seisoenaal
- iv. LDP - Lewensduur van die plantspesie (jare) - Meesal geskatte lewensduur:
1. < 1
 2. > 1 - 2
 3. > 2 - 5
 4. > 5 - 25
 5. > 25 - 50
 6. > 50 - 100
 7. > 100
- v. LDB - Lewensduur van die blare en/of stingels (maande) - Eksperimenteel bepaal:
1. < 6
 2. > 6 - 15
 3. > 15 - 27
 4. > 27 - 39
 5. > 39
- vi. LGT - Verhouting van stingels (lignifiseringstipes) - Eksperimenteel bepaal:
1. HX - holoxile (houtagtige plante)
 2. SX - semixile (halfhoutagtige plante)
 3. AX - axile (geen verhouting van stingels)
- vii. BST - Blaarstruktuur/konsistensie - Subjektief bepaal, gebaseer op buigbaarheid en hardheid van blare:
1. MA - malakofil (sagblarig)
 2. SK - sklerofil
 3. SU - sukkulent (vlesig)
- viii. WTR - Ondergrondse struktuur (insluitend ondergrondse bolle) - Deur veldondersoek bepaal:
1. PW - penwortel
 2. HW - horisontale wortels
 3. VH - vertikaal, horisontaal en skuins vertak
 4. HSF - hemi-sferies
 5. RT - wortelstok
 6. BK - bolle en knolle
- ix. PH - Gemete planthoogte
1. < 100 mm
 2. > 100 - 250 mm
 3. > 250 - 500 mm
 4. > 500 - 1 000 mm
 5. > 1 - 2 m
 6. > 2 - 5 m
 7. > 5 - 10 m
 8. > 10 - 20 m
 9. > 20 m
- x. BG - Blaargrootte (cm²) (Kyk afdeling 5.7)
1. PI - pikofil < 0,01
 2. LP - leptofil > 0,01 - 0,25
 3. NA - nanofil > 0,25 - 2,25
 4. NM - nano-mikrofil > 2,25 - 12,25
 5. MI - mikrofil > 12,25 - 20,25
 6. PE - petifil > 20,25 - 56,25
 7. ME - mesofil > 56,25 - 180,25
 8. MC - makrofil > 180,25 - 1 640,25
 9. MG - megafil > 1 640,25
- xi. RGT - Regenerasietipes - Subjektief bepaal:
1. BV - bogronds vegetatief
 2. OV - ondergronds vegetatief
 3. S - slegs saad
- xii. PVT - Plantvormtipes
1. Bome
 2. Struik en halfstruik
 - i. Regop
 - ii. Sferies of halfsferies
 - iii. Neerliggend "decumbent"
 - iv. Platliggend "prostrate"
 3. Kruid
 - i. Regop
 - ii. Roset
 - iii. Pol
 4. Sukkulente^a
 - i. Stam
 - ii. Roset
 - iii. Mikro
 5. Rankers
- xiii. BH - Blaarharigheid - Eksperimenteel bepaal:
1. Glad
 2. Harig
- xiv. STO - Posisie van stomas - Eksperimenteel bepaal:
- a. Ad- en abaksiaal
 - b. Abaksiaal

^a Blaarsukkulente uitgesluit (Kyk vii.)

- iv. Lewensduur van die plantspesie.
- v. Lewensduur van die blare en/of stingels.
- vi. Verhouting van stingels.
- vii. Blaarstruktuur.
- viii. Wortelstruktuur
- ix. Planthoogte.
- x. Blaargrootte.
- xi. Regenerasietipes.
- xii. Plantvormtipes.

c. Resultate en bespreking

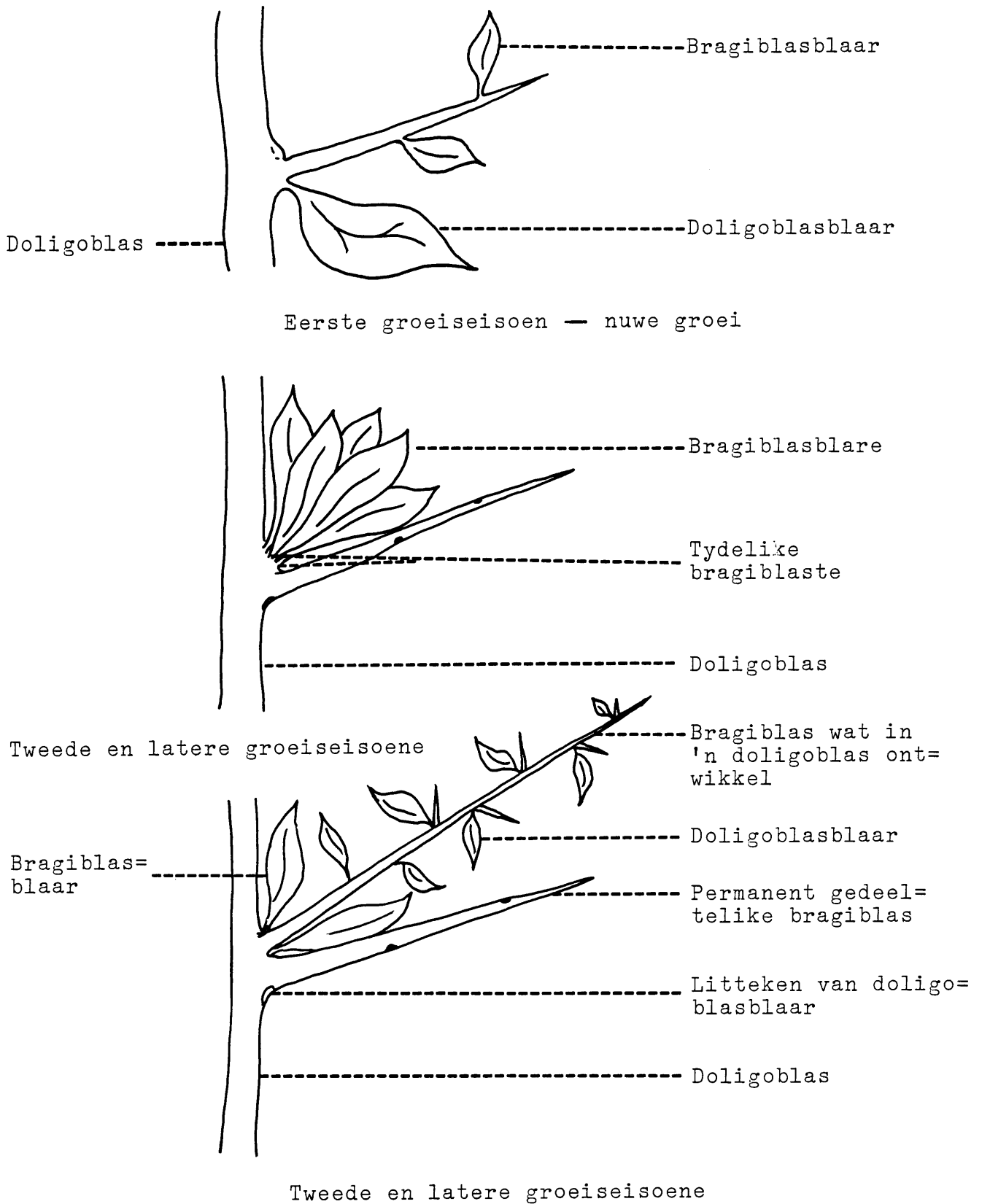
Die kenmerke wat vir die fenomorfolgiese beskrywings gebruik is, word in Tabel 4.16 weergegee. Volgens Tabel 4.16 is daar relatief min diversiteit of variasie in die groeivorm= kenmerke tussen die spesies, aangesien slegs die fanerofiete gelys word. Die verklaring van die simbole soos in Tabel 4.16 gebruik is, word in Tabel 4.17 gegee.

Vir die fenomorfolgiese beskrywing van 'n aantal houtagtige spesies, word hoofsaaklik van die terminologie van Orshan (1963), Halevy & Orshan (1973) en Orshan (1981c) gebruik gemaak. In enkele gevalle word ook verwys na terme soos deur Reyneke *et al.* (1979) gebruik word.

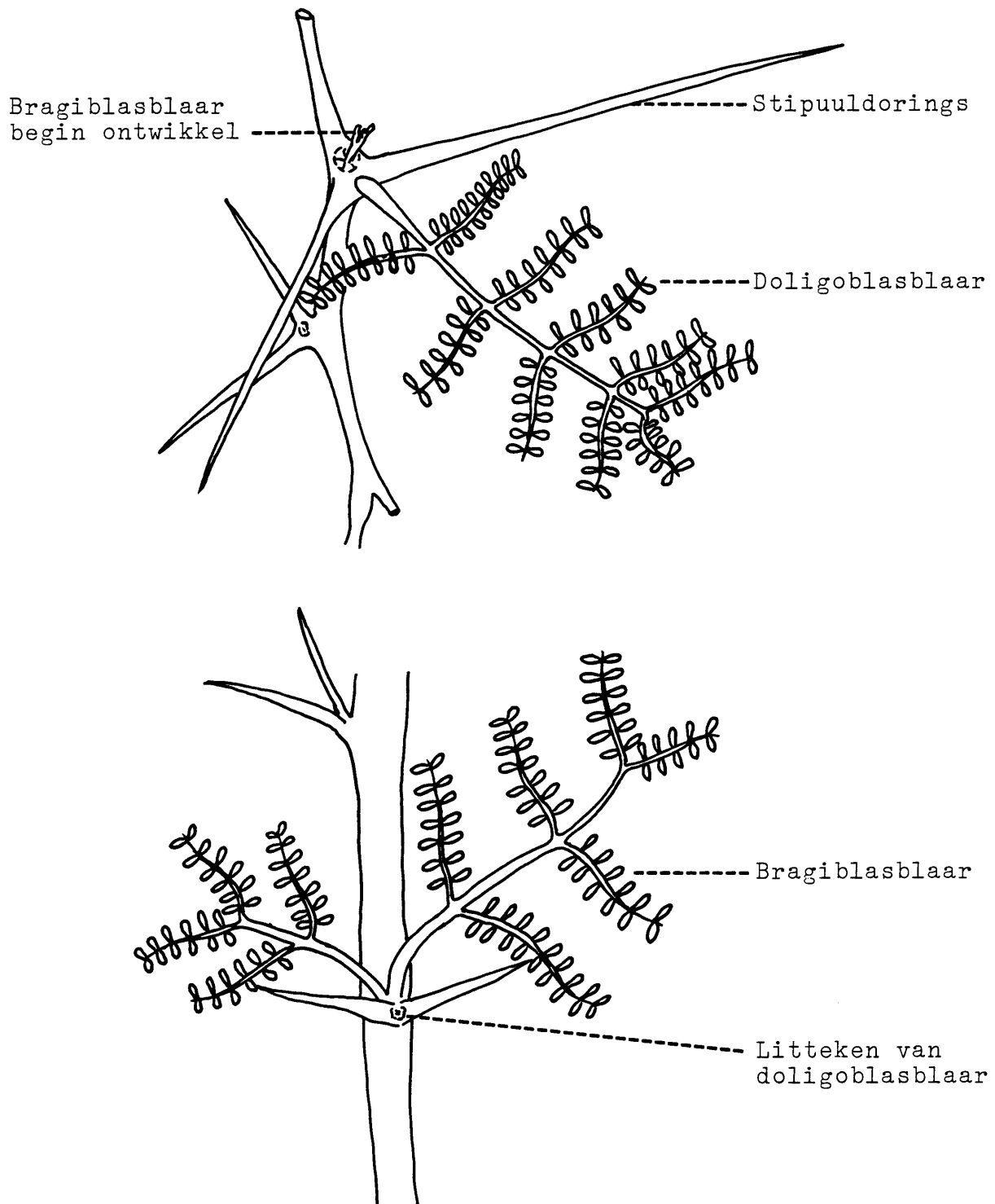
Twee soorte stingels is by sekere fanerofiete soos byvoorbeeld *Maytenus heterophylla* (Figuur 4.10) en *Acacia* spp. (Figuur 4.11) aangetref, naamlik doligoblaste en bragiblaste. Die algemene terme langtak en korttak kan in 'n sekere mate as sinonieme van doligoblas en bragiblas onderskeidelik beskou word. 'n Doligoblas het soos 'n langtak onbepaalde lengtegroei, terwyl 'n bragiblas van 'n korttak verskil in dié sin dat dit nie altyd die vermoë om te verleng permanent verloor het nie. Volgens Stearn (1973) is die terme doligoblas en bragiblas van die volgende woorde afgelei:

dolicho (Grieks) = lank
 brachy (Grieks) = kort
 -blast, -blasto (Grieks) = stingel/tak

Wanneer 'n bragiblas gedronge en rosetagtig bly, word dit



Figuur 4.10 Verskillende soorte takke en blare van *Maytenus heterophylla* volgens die terminologie van Orshan (1963; 1981c).



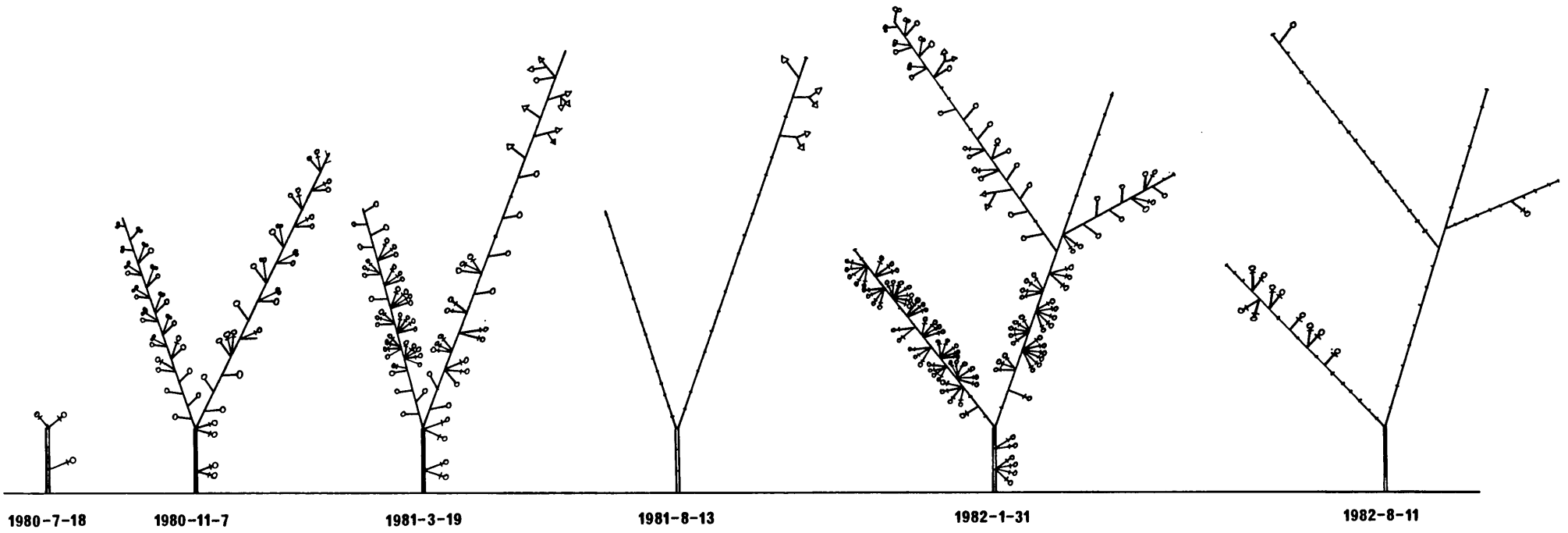
Figuur 4.11 Verskillende soorte blare van *Acacia* spp. volgens die terminologie van Orshan (1963; 1981c).

Figuur 4.12 Stingeldiagramme wat die orgaansoorte en die tye waarop hulle gevorm is, aandui

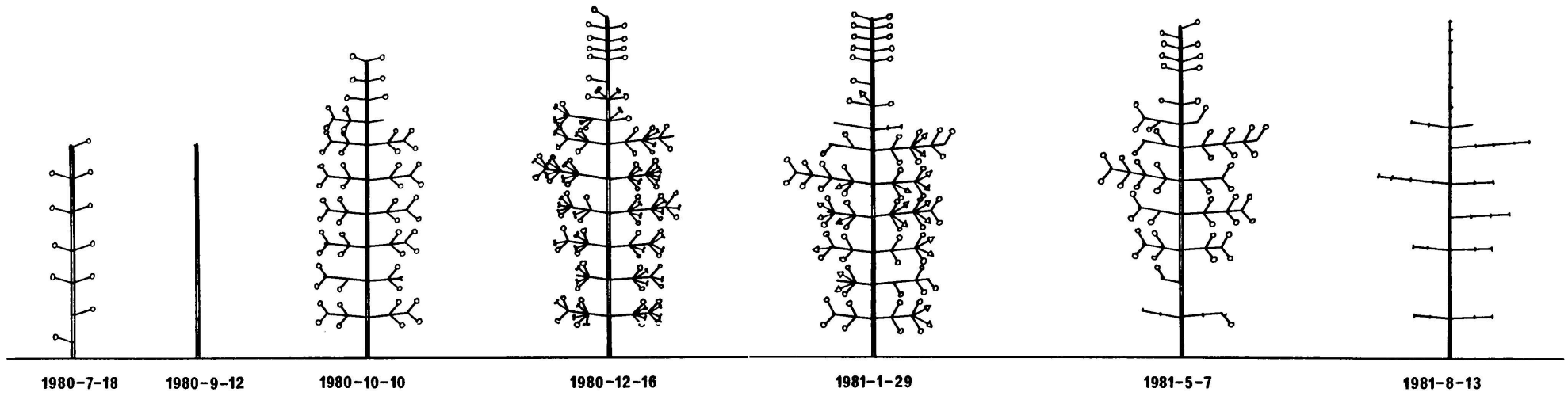
- A. *Acacia karroo* (bladwisselende fanerofiet)
- B. *Berchemia zeyheri* (bladwisselende fanerofiet)
- C. *Maytenus heterophylla* (bladwisselende fanerofiet)
- D. *Olea europaea* subsp. *africana* (immergroen fanerofiet).

Verklaring van simbole vir stingeldiagramme:-

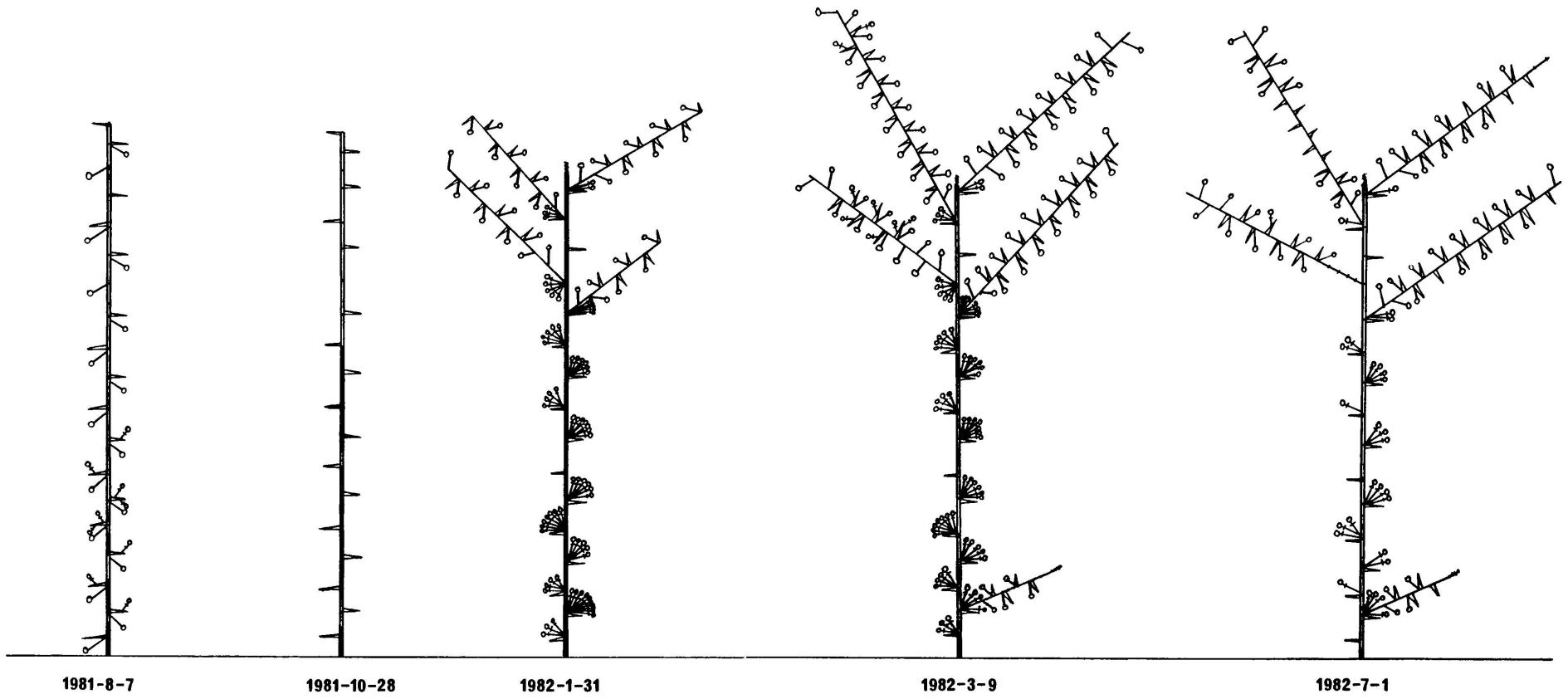
- ==== Hoofstingel (doligoblas)
- Systingel (doligoblas)
- ==||== Knope op stingels
- ⌞ Stipuuldorings
- ⌞ Stingeldoring (permanente gedeeltelike bragiblas)
- ⌞○ Doligoblasblaar
- ⌞○ Bragiblasblaar
- ⌞● Blom/bloeiwyse
- ⌞▷ Vrug
- ~ Dooie stingel



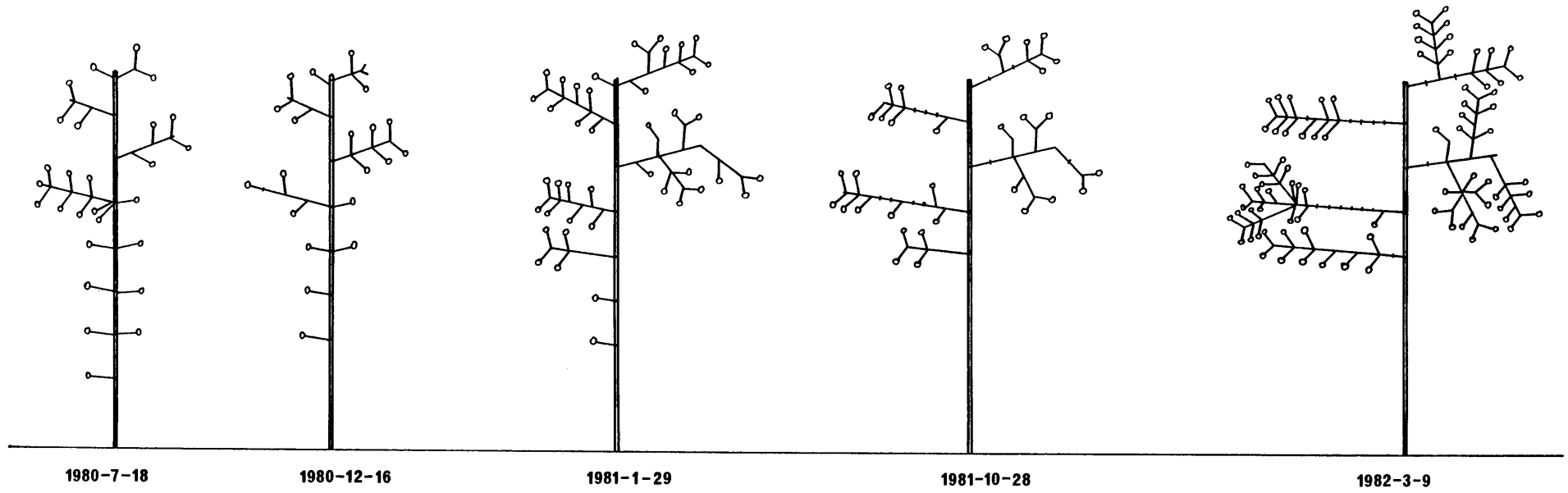
Figuur 4.12 Acacia karroo



Figuur 4.12 Berchemia zeyheri



Figuur 4.12 Maytenus heterophylla



Figuur 4.12 *Olea europaea* subsp. *africana*

Tabel 4.18 Sleutel tot die fenomorfolgiese beskrywing van die ondersoekte spesies

- i. Lewensvorm
- ii. Planthoogte
- iii. Seisoen wanneer aktief groei
- iv. Geskatte lewensduur van die plant
- v. Houtagtigheid (holoxiles, semixiles, axiles)
- vi. Soort takke en dorings aanwesig:
 - Doligoblaste
 - Bragiblaste
 - permanent absoluut
 - permanent gedeeltelik en/of tydelik
 - Stipuuлдoring
 - Epidermale doring
- vii. Bragiblaste - wanneer groei tydelike bragiblaste uit om doligoblaste te vorm?
- viii. Kom terugsterwing van doligoblaste voor en wanneer?
- ix. Soort plantafval:
 - Doligoblaste
 - Blare, bloeiwyses en vrugte/sade
- x. Soorte blare:
 - Doligoblasblare
 - Bragiblasblare
 - Heterofilliese ontwikkeling van doligoblasblare
- xi. Blaarstruktuur en blaargrootte
- xii. Lewensduur van doligoblasblare en bragiblasblare
 - Eerste blare = lewensduur van die eerste blare wat in die begin van die groeiseisoen gevorm is
 - Laaste blare = lewensduur van die blare wat teen die einde van die groeiseisoen gevorm is
 - Maksimum lewensduur
- xiii. Posisie van blomme/bloeiwyses op doligoblaste of bragiblaste: distaal, proksimaal of deurlopend
 - Indien die blom/bloeiwyse/bloeisisteesem (B) op die terminale gedeelte van 'n stingel gedra word, is die posisie distaal. Indien (B) op die basale gedeelte van 'n stingel gedra word, is die posisie proksimaal. Indien (B) oor die hele lengte van 'n stingel voorkom, is die posisie deurlopend.
 - Tweeslagtige blomme, eenslagtig
- xiv. Wanneer vind stingelverlenging plaas?
- xv. Getal groeipieke
- xvi. Piekblomperiode
- xvii. Piekvrugperiode
- xviii. Blaarverkleuring en blaarvalperiode

Indien nie na 'n aspek verwys word nie, is dit onopvallend of afwesig by die betrokke spesie.

'n *permanente absolute bragiblas* genoem. Indien beperkte lengtegroei wel voorgekom het, byvoorbeeld by 'n stingeldoring, word hierdie stingel 'n *permanente gedeeltelike bragiblas* genoem. In sommige gevalle kan 'n bragiblas vir 'n periode, byvoorbeeld 'n seisoen, as 'n absolute bragiblas funksioneer, waarna dit kan verleng en as 'n doligoblas funksioneer. In laasgenoemde geval word die stingel 'n *tydelike bragiblas* genoem. Die feit dat sommige bragiblaste kan verleng om doligoblaste te vorm, dui volgens Orshan (1963) op morfologiese plastisiteit.

Die blare wat op doligoblaste en bragiblaste gedra word, naamlik *doligoblasblare* en *bragiblasblare*, kan as sinonieme vir die term *eufille* gebruik word, aangesien beide soorte blare by die ondersoekte spesies basies dieselfde grootte en vorm vertoon het.

By sommige spesies is die doligoblasblare heterofillies, dit wil sê die blaargrootte en -vorm verander vanaf die eerste tot die laaste gevormde blare op dieselfde tak in dieselfde seisoen. Die term heteroblasties en heterofillies word deur Reyneke *et al.* (1979) vir verskillende soorte blare op dieselfde plant gebruik, byvoorbeeld in gevalle waar die jeugblare opvallend van die blare van die volwasse plantstadium verskil. Die term anisofillie word deur hulle vir gevalle gebruik waar verskillende blaargrootte en -vorms by dieselfde plant op dieselfde knoop voorkom.

Bogenoemde terme en ander terme word in Figure 4.10, 4.11 en 4.12 geïllustreer.

'n Sleutel tot die onderstaande fenomorfolgiese beskrywing van die spesies word in Tabel 4.18 weergegee en ander inligting word in Tabelle 4.19 - 4.21 saamgevat.

1. *Acacia caffra*

- i. Enkelstammige mesofaneroofiet (MesP scap)
- ii. Van 3,0 m tot 8,5 m hoog (gemiddeld 5,45 m)
- iii. Somer
- iv. 50 - 100 jaar lewensduur
- v. Holoxiles

- vi. Doligoblaste; stipuuldorings
- vii. Geen
- viii. Terugsterwing van doligoblasgroeipunte kom soms voor (Augustus en Desember)
- ix. Doligoblaste
Blaarval, bloeiwyses en vrugte/sade
- x. Doligoblasblare - dubbelveervormig saamgestel
- xi. Malakofil, nanofil (pinnule)
- xii. Lewensduur van blare: eerste blare (1 maand); laaste blare (5 maande); meeste blare (8 - 9 maande); maksimum (9 maande)
- xiii. Bloeiwyses distaal op doligoblaste; tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging vind gelyktydig met blaarontplooiing plaas (Augustus)
- xv. Twee groeipieke kom voor (Oktober en Februarie)
- xvi. Blomknoppe verskyn voordat vegetatiewe groei begin
Piekblomtyd in September (< 1 maand)
Tot twee blomperiodes per groeiseisoen
- xvii. Vrugperiode - Maart tot Augustus en soms langer
- xviii. Blaarverkleuring reeds > 20 % teen einde Maart en blaarval begin terselfdertyd, met piek in Mei/Junie
Blaarloos in Augustus

2. *Acacia karroo*

- i. Enkelstammige mesofaneroofiet (MesP scap)
- ii. Van 2,5 m tot 8,0 m hoog (gemiddeld 5,25 m)
- iii. Somer
- iv. 25 - 50 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
Bragiblaste - tydelik
Stipuuldorings
- vii. Sytakvorming - verandering van bragiblas na doligoblas vanaf tweede groeiseisoen (1981/82)
- viii. Terugsterwing van doligoblaste (September tot Januarie)
- ix. Enkele gedeeltes van doligoblaste val af (Oktober tot Desember)
Blaarval
- x. Doligoblasblare - dubbelveervormig saamgestel
Bragiblasblare - dubbelveervormig saamgestel
- xi. Malakofil, nanofil (pinnule)
- xii. Lewensduur van blare:
Doligoblasblare: eerste blare (vanaf 1 maand); laaste blare (7 maande); meeste blare (8 - 10 maande); maksimum (10 maande)
Bragiblasblare: eerste blare (vanaf 1 maand); laaste blare (7 maande); meeste blare (9 - 10 maande); maksimum (10 maande)
- xiii. Bloeiwyses distaal op nuwe doligoblaste; tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging 1 - 2 weke na blaarontplooiing (Augustus/September)
- xv. Twee groeipieke (Oktober en Januarie)
- xvi. Piekblomperiode in November tot Februarie (> 3 maande).
Tot 5 blompieke per seisoen
- xvii. Vrugperiode - Mei tot Augustus en soms hele seisoen

- xviii. Doligoblasblare: blaarval begin reeds Oktober met begin van hoofblaarval in Mei en piek in Junie/Julie
 Bragiblasblare: blaarval begin in Oktober, hoofblaarval begin in Mei, piek in Junie/Julie
 Periode met minste blare in Augustus

3. *Acacia nilotica*

- i. Meesal enkelstammige mesofanerofiet (MesP scap)
- ii. Van 4,0 m tot 7,0 m hoog (gemiddeld 5,45 m)
- iii. Somer
- iv. 25 - 50 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
 Bragiblaste - tydelik
 Stipuuldorings
- vii. Sytakvorming - verandering van bragiblas na doligoblas vanaf tweede groeiseisoen (1981/82)
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblaste (Desember - Januarie)
- ix. Enkele gedeeltes van doligoblaste val af (Augustus)
 Blaarval
- x. Doligoblasblare - dubbelveervormig saamgestel
 Bragiblasblare - dubbelveervormig saamgestel
- xi. Malakofil, leptofil (pinnule)
- xii. Lewensduur van blare:
 Doligoblasblare: eerste blare (vanaf 3 maande);
 laaste blare (5 - 6 maande); meeste blare (9 - 10 maande); maksimum (10 maande)
 Bragiblasblare: eerste blare (vanaf 3 maande);
 laaste blare (5 - 6 maande); meeste blare (9 maande);
 maksimum (10 maande)
- xiii. Bloeiwyses distaal op nuwe doligoblaste, tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging 2 weke na blaarontplooiing (Oktober)
- xv. Enkele groeifase (Desember)
- xvi. Piekblomperiode (November tot Februarie) (> 3 maande)
- xvii. Vrugperiode - Mei tot Augustus
- xviii. Doligoblasblare: eerste blare val in November, hoofblaarval begin in Mei, piek in Julie/Augustus
 Bragiblasblare: eerste blare val in Januarie, hoofblaarval begin in Mei, piek in Julie.
 Plante blaarloos vanaf September tot Oktober

4. *Acacia robusta*

- i. Enkelstammige mesofanerofiet (MesP scap)
- ii. Van 2,5 m tot 8,5 m hoog (gemiddeld 6,2 m)
- iii. Somer
- iv. 25 - 50 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
 Bragiblaste - tydelik
 Stipuuldorings
- vii. Sytakvorming - verandering van bragiblas na doligoblas vanaf tweede groeiseisoen (1981/82)
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblasgroeipunte (Augustus)
- ix. Geen takke val af nie
 Blaarval

- x. Doligoblasblare - dubbelveervormig saamgestel
Bragiblasblare - dubbelveervormig saamgestel
- xi. Malakofil, nanofil (pinnule)
- xii. Lewensduur van blare:
Doligoblasblare: eerste blare (vanaf 2 maande); laaste blare (4 maande); meeste blare (4 - 5 maande); maksimum (5 maande)
Bragiblasblare: eerste blare (vanaf 2 maande); laaste blare (5 maande); meeste blare (8 - 9 maande); maksimum (11 maande)
- xiii. Bloeiwyses deurlopend op ou bragiblaste, tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging begin saam met blaarontplooiing (Augustus)
- xv. Twee groeipieke wat blaarontplooiing betref (Oktober en Februarie/Maart). Eerste piek slegs bragiblasblare en die tweede doligoblas- en bragiblasblare
- xvi. Piekblomperiode in Augustus/September (> 1 < 3 maande). Twee blompeike
- xvii. Vrugperiode - Mei tot Oktober en soms hele seisoen
- xviii. Doligoblasblare: eerste blare val in Maart, hoofblaarval begin in April, piek in Mei/Junie
Bragiblasblare: eerste blare val in Oktober/November, hoofblaarval begin in April, piek in Junie
Blaarloos in Julie en Augustus

5. *Berchemia zeyheri*

- i. Enkelstammige mesofaneroofiet (MesP scap)
- ii. Van 4,0 m tot 12,0 m hoog (gemiddeld 8,2 m)
- iii. Somer
- iv. Tot meer as 100 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblasgroeipunte (Oktober en Januarie)
- ix. Baie kort klein sytakkies val deur die jaar af met piek in September/Oktober
Blaarval, blomme en vrugte
- x. Doligoblasblare - enkelvoudig
- xi. Malakofil, nano-mikrofil
Neig na heterofilliese ontwikkeling
- xii. Lewensduur van blare: eerste blare (vanaf 2 maande); meeste blare (9 - 10 maande); laaste blare (6 - 7 maande); maksimum (10 maande)
- xiii. Blomposisie deurlopend op nuwe doligoblaste; tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging volg 2 weke na blaarontplooiing (September)
- xv. Tot 3 groeipieke (Oktober, Desember en Februarie)
- xvi. Piekblomperiode November - Januarie (> 1 < 3 maande)
- xvii. Vrugperiode - ryp vrugte in Maart/April
- xviii. Blaarverkleuring reeds meer as 20 % teen einde Maart
Eerste blaarval begin Oktober met piek in Januarie vir lenteblare en hoofblaarval begin in April met piek in Junie/Julie vir die meeste blare
Blaarloos in Augustus/September

6. *Cassine burkeana*

- i. Meesal meerstammige mikrofanerofiet (MiP caesp)
- ii. Van 2,5 m tot 4,0 m hoog (gemiddeld 3,4 m)
- iii. Immergroen
- iv. 25 - 50 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblaste
- ix. Blaarval, blomme en vrugte
- x. Doligoblasblare - enkelvoudig
- xi. Sklerofil, nanofil
- xii. Lewensduur van blare: meeste blare (12 maande); maksimum (12 maande)
- xiii. Blomposisie deurlopend op ou en nuwe doligoblaste; tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging volg 2 weke na blaarontplooiing (Oktober)
- xv. Stingelgroeipiek - enkel (Desember) of twee (Desember en Maart)
- xvi. Blomknoppe verskyn voor nuwe blare (September) Piekblomtyd November tot Februarie (< 3 maande)
- xvii. Vrugperiode - tot 'n volle jaar. Piek ryp vrugte Maart/April
- xviii. Blaarval vind deur die jaar plaas met pieke in Julie en in Desember
Nuwe blare vorm voor meer as 50 % blaarval voorgekom het

7. *Dombeya rotundifolia*

- i. Enkelstammige mesofanerofiet (MesP scap)
- ii. Van 3,0 m tot 6,5 m hoog (gemiddeld 5,1 m)
- iii. Somer
- iv. 5 - 25 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblasgroeipunte (Oktober)
- ix. Enkele doligoblaste val af (Augustus - Desember)
Blaarval, blomme en vrugte
- x. Doligoblasblare - enkelvoudig
- xi. Malakofil, mikrofil
Heterofilliese ontwikkeling
- xii. Lewensduur van blare: eerste blare (vanaf 2 maande, 4 of 7 - 8 maande), (Oktober - Januarie of Oktober - Mei/Junie); laaste blare (meesal 6 - 7 maande); meeste blare (6 - 7 maande); maksimum (8 maande)
- xiii. Blomposisie distaal op ou doligoblaste; tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging volg 2 - 3 weke na blaarontplooiing (September)
- xv. Tot 3 groeipieke (Oktober, Desember - piek en Februarie)
- xvi. Blom voor blaarontplooiing plaasvind
Piekblomtyd in Augustus/September (> 1 < 3 maande)
Sommige individue het in 3 jaar glad nie geblom nie
- xvii. Vrugperiode - Oktober
- xviii. Blaarverkleuring reeds meer as 20 % teen einde Maart
Eerste blaarval in Oktober met 'n piek in Desember en 'n hoofpiek in Maart/April
Plante blaarloos in September

8. *Ehretia rigida*

- i. Meerstammige mikrofanerofiet (MiP caesp)
- ii. Van 2,0 m tot 3,5 m hoog (gemiddeld 2,5 m)
- iii. Somer
- iv. 5 - 25 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
Bragiblaste - tydelik
- vii. Sytakvorming - verandering van bragiblas na doligoblas vanaf tweede groeiseisoen (1981/82)
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblasgroeipunte
- ix. Geen takafval
Blaarval, blomme en vrugte
- x. Doligoblasblare - enkelvoudig
Bragiblasblare - enkelvoudig
- xi. Malakofil, nanofil
- xii. Lewensduur van blare:
Doligoblasblare: eerste blare (vanaf 2 maande);
meeste blare (6 - 7 maande); maksimum (11 maande)
Bragiblasblare: eerste blare (vanaf 2 maande);
meeste blare (9 - 10 maande); maksimum (11 maande)
- xiii. Blomposisie deurlopend op ou bragiblaste; tweeslag=
tipe blomme
- xiv. Stingelverlenging volg 4 - 6 weke na blaarontplooing
- xv. Twee groeipieke Oktober en Januarie/Februarie
Eerste piek slegs bragiblaste en 'n tweede piek waar bragiblaste na doligoblaste verander deur verlenging
- xvi. Blomknoppe gevorm voordat vegetatiewe groei begin
Piekblomtyd September/Oktober (> 1 < 3 maande)
Tot 3 blompeike
- xvii. Vrugperiode (ryp) November/Desember
- xviii. Eerste blare begin in November val, hoofblaarval begin in Mei, piek in Julie/Augustus
Blaarloos in Augustus/September

9. *Euclea crispa*

- i. Meerstammige mikrofanerofiet (MiP caesp)
- ii. Van 2,0 m tot 5,5 m hoog (gemiddeld 3,5 m)
- iii. Immergroen
- iv. 50 - 100 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblasgroeipunte (September en Desember)
- ix. Blaarval (soms hele takke wat vrek), blomme en vrugte
- x. Doligoblasblare - enkelvoudig
- xi. Sklerofil, nanofil
- xii. Lewensduur van blare: eerste blare (vanaf 2 maande);
meeste blare (18 - 23 maande); maksimum (23 maande)
- xiii. Blomposisie deurlopend op ou doligoblaste;
tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging gelyktydig met blaarontplooing
(wisselend van Augustus tot Desember)
- xv. Enkele groeipiek (Februarie/Maart), soms piek in November
- xvi. Piekblomtyd in November/Desember (> 1 < 3 maande)
Plante blom nie elke jaar nie

- xvii. Vrugerperiode (ryp) Oktober - Desember
- xviii. Blaarval vind deur die jaar plaas met pieke in Augustus/Oktober en in Maart/April

10. *Euclea undulata*

- i. Een tot meesal meerstammige mikrofanerofiet (MiP caesp)
- ii. Van 1,8 m tot 6,5 m hoog (gemiddeld 2,8 m)
- iii. Immergroen
- iv. 50 - 100 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblastegroei-punte in Augustus en Desember
- ix. Plantafval - sytakke (doligoblaste) (Maart - Augustus), blomme en vrugte
- x. Doligoblaste - enkelvoudig
- xi. Sklerofil, nanofil
- xii. Lewensduur van blare: eerste blare (vanaf 2 maande); meeste blare (18 - 23 maande); maksimum (23 maande)
- xiii. Blomposisie deurlopend op ou doligoblaste; tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging gelyktydig met blaarontplooiing (Augustus tot November)
- xv. Twee groeipieke (soms November/Desember en Februarie/Maart)
- xvi. Piekblomtyd Januarie - Maart (< 1 maand)
- xvii. Vrugerperiode (ryp) Maart tot September (Oktober/November 1982)
- xviii. Blaarval vind deur die jaar plaas met 'n piek in Augustus/September en met 'n hoofpiek in Februarie/Maart

11. *Maytenus heterophylla*

- i. Meesal meerstammige mikrofanerofiet (MiP caesp)
- ii. Van 2,0 m tot 4,0 m hoog (gemiddeld 3,2 m)
- iii. Somer
- iv. 5 - 25 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
Bragiblaste - tydelik
- permanent gedeeltelik (stingeldoring)
- vii. Sytakvorming - verandering van bragiblaste na doligoblaste
- viii. Terugsterwing - groei-punt van doligoblaste Maart/Mei en Desember/Januarie
- ix. Geen takke val af nie
Blaarval
- x. Doligoblaste - enkelvoudig
Bragiblaste - enkelvoudig in rosette van tot 11 blare gerangskik
- xi. Malakofil, nano-mikrofil
- xii. Lewensduur van blare:
Doligoblaste: 2 - 7 maande, meeste blare 6 - 7 maande
Bragiblaste: 5 - 10 maande, meeste blare 7 - 10 maande
Doringbragiblaste: 6 - 7 maande, maksimum 7 maande
- xiii. Geen blomdata nie; tweehuisige plante

- xiv. Stingelverlenging volg 2 - 4 weke na blaarontplooing (September/Oktober)
 - xv. Twee groeipieke (Oktober en Januarie/Februarie)
 - xvi. Geen blomfase in 3 jaar waargeneem nie
 - xvii. Geen vrugfase in 3 jaar waargeneem nie
 - xviii. Blaarval kom deur die jaar voor. Doligoblasblare met 'n piek in Julie en bragiblasblare met 'n piek in Junie/Julie
- Minste blare aan plante in September/Oktober

12. *Olea europaea* subsp. *africana*

- i. Enkelstammige mesofanerofiet (MesP scap)
- ii. Van 3,5 m tot 8,0 m hoog (gemiddeld 6,3 m)
- iii. Immergroen
- iv. Meer as 100 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
- vii. Sytakvorming - doligoblaste
- viii. Terugsterwing - geen
- ix. Enkele doligoblaste val af (Januarie);
Blaarval, blomme en vrugte
- x. Doligoblasblare - enkelvoudig
Heterofilliese ontwikkeling - eerste gevormde blare 30 - 50 % van die grootte van die later gevormde blare
- xi. Malakofil? nano-mikrofil
- xii. Lewensduur van blare: eerste blare (vanaf 3 - 5 maande); sommige blare (11 - 14 maande); meeste blare (18 - 24 maande); sommige blare (30 - 36 maande); enkele blare meer as 36 maande
- xiii. Blomposisie deurlopend op ou doligoblaste; tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging gelyktydig met blaarontplooing (Oktober tot Desember)
- xv. Tot 3 groeifases Januarie, Februarie en April
- xvi. Piekblomtyd Januarie/Februarie (> 1 < 3 maande)
Kry jare met geen blomfase nie
- xvii. Vrugperiode (ryp) Maart/April
- xviii. Blaarval vind deur die jaar plaas, piek in Oktober

13. *Pappea capensis*

- i. Enkelstammige mesofanerofiet (MesP scap)
- ii. Van 4,0 m tot 8,0 m hoog (gemiddeld 6,1 m)
- iii. Bladwisselend
- iv. Meer as 100 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
- viii. Terugsterwing - doligoblasgroeipunte
- ix. Geen takke val af nie
Blaarval, blomme en vrugte
- x. Doligoblasblare - enkelvoudig
Heterofilliese ontwikkeling
- xi. Malakofil, nano-mikrofil
- xii. Lewensduur van blare: vanaf 2 maande; meeste blare 8 - 9 maande; maksimum 11 maande
- xiii. Blomposisie distaal op ou doligoblaste; tweehuisig

- xiv. Stingelverlenging gelyktydig met blaarontplooing (September tot November)
- xv. Enkele groeipiek (Januarie) soms twee pieke (Oktober/November en Februarie/Maart)
- xvi. Piekblomtyd Maart tot Mei (> 3 maande)
Plante blom nie elke jaar nie
- xvii. Vrugperiode April tot Julie
- xviii. Blaarval kom deur die jaar voor met piek in Augustus/September. Blaarval kom voor net voor nuwe groei begin.
Minste blare aan plante in September tot Oktober

14. *Rhus lancea*

- i. Meesal een- tot drie-stammige mikrofanerofiet (MiP scap)
- ii. Van 3,0 m tot 6,5 m hoog (gemiddeld 4,8 m)
- iii. Immergroen
- iv. 50 - 100 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblasgroeipunte
- ix. Enkele sytakke val af
Blaarval, blomme en vrugte
- x. Doligoblasblare - handvormig saamgestel
Heterofilliese ontwikkeling (twee seisoene)
- xi. Malako/sklerofil, mikrofil
- xii. Lewensduur van blare: eerste blare (6 maande);
meeste blare (12 - 13 maande); maksimum (14 maande)
- xiii. Blomposisie distaal op nuwe doligoblaste; tweeslagtige
blomme
- xiv. Stingelverlenging gelyktydig met blaarontplooing
(November)
- xv. Enkele groeifase in Januarie, soms twee (Desember
en Februarie)
- xvi. Blom nie elke jaar nie
Piekblomtyd Julie
- xvii. Vrugperiode (Augustus tot November)
- xviii. Blaarval kom deur die jaar voor met pieke in Julie/
Augustus en November
Periode met minste blare November/Desember

15. *Rhus leptodictya*

- i. Meesal enkelstammige mikrofanerofiet (Mip scap)
- ii. Van 2,0 m tot 6,0 m hoog (gemiddeld 4,8 m)
- iii. Bladwisselend
- iv. 25 - 50 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblasgroeipunte (Januarie
en Mei)
- ix. Doligoblaste val af (Desember/Januarie, Mei en Augustus)
Blaarval, blomme en vrugte
- x. Doligoblasblare - handvormig saamgestel
Heterofilliese ontwikkeling
- xi. Malakofil, nano-mikrofil
- xii. Lewensduur van blare: eerste blare (6 maande); meeste
blare (10 - 11 maande); maksimum (13 maande)

- xiii. Blomposisie distaal op nuwe doligoblaste;
tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging gelyktydig met blaarontplooing
(September tot November)
- xv. Enkele groeifase Desember/Januarie
- xvi. Piekblomtyd Januarie/Februarie (> 1 < 3 maande)
- xvii. Vrugperiode (ryp) April tot Augustus
- xviii. Blaarval vind deur die jaar plaas met 'n piek in
Julie/Augustus
Minste blare aan plante in Oktober

16. *Vangueria inflausta*

- i. Meerstammige mikrofanerofiet (MiP caesp)
- ii. Van 1,8 m tot 4,5 m hoog (gemiddeld 3,0 m)
- iii. Somer
- iv. 25 - 50 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblasgroeipunte (Augustus)
- ix. Geen takval nie
Blaarval, blomme en vrugte
- x. Doligoblasblare - enkelvoudig
- xi. Malakofil, petifil (noto-)
- xii. Lewensduur van blare: eerste blare (4 maande); meeste
blare (7 - 8 maande); maksimum (10 maande)
- xiii. Blomposisie deurlopend op ou doligoblaste;
tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging volg twee weke na blaarontplooing
(September)
- xv. Tot 2 groeipieke November/Desember en Maart
Meesal enkele groeifase Januarie/Februarie
- xvi. Blomknoppe vorm voor vegetatiewe groei begin
Piekblomtyd November (< 1 maand)
- xvii. Vrugperiode (ryp) Desember tot Februarie
Vrugte soms die hele seisoen aan die plante
- xviii. Blaarverkleuring reeds meer as 20 % teen einde Maart
Blaarval begin Desember/Januarie, begin van hoof=
blaarval in Mei, piek in Augustus
Blaarloos in September

17. *Ximenia caffra*

- i. Een- tot meesal meerstammige mikrofanerofiet (MiP caesp)
- ii. Van 1,8 m tot 6,5 m hoog (gemiddeld 3,8 m)
- iii. Bladwisselend
- iv. 25 - 50 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
Bragiblaste - tydelik
- permanent gedeeltelik (stingeldoring)
- vii. Sytakvorming - verandering van bragiblas na doligoblas
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblasgroeipunte sterf af
(Januarie tot Maart)
- ix. Enkele doligoblaste val af (September)
Blaarval, blomme en vrugte
- x. Doligoblasblare - enkelvoudig
Bragiblasblare - enkelvoudig

- xi. Malakofil, nano-mikrofil
- xii. Lewensduur van blare:
Doligoblasblare: eerste blare (6 - 10 maande); meeste blare (10 - 11 maande); maksimum (13 maande)
Bragiblasblare: eerste blare (6 - 10 maande); meeste blare (11 - 12 maande); maksimum (18 maande)
- xiii. Blomposisie deurlopend op doligoblaste en bragiblaste; tweehuisig
- xiv. Stingelverlenging volg 2 weke na blaarontplooiing (Augustus/September)
- xv. Twee groeipieke Desember en Maart
- xvi. Blomknoppe gevorm voor vegetatiewe groei begin
Piekblomtyd Oktober (> 1 < 3 maande)
- xvii. Vrugperiode (ryp) Desember tot Februarie
- xviii. Blaarval vind deur die jaar plaas met 'n piek in Julie/Augustus
Minste blare aan plante in September

18. *Zanthoxylum capense*

- i. Enkelstammige mikrofanerofiet (MiP scap)
- ii. Van 2,5 m tot 6,0 m hoog (gemiddeld 3,6 m)
- iii. Somer
- iv. 5 - 25 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
Bragiblaste - tydelik
Epidermale dorings
- viii. Terugsterwing - enkele doligoblasgroeipunte (Augustus en Desember)
- ix. Bragiblaste val soms af
Blaarval, blomme en vrugte
- x. Doligoblasblare - enkelveervormig saamgestel
Bragiblasblare - enkelveervormig saamgestel
- xi. Malakofil, nano-mikrofil
- xii. Lewensduur van doligoblas- en bragiblasblare: eerste blare (6 maande); meeste blare (10 - 11 maande); maksimum (12 maande)
- xiii. Blomposisie distaal op ou bragiblaste; tweeslagtig
- xiv. Stingelverlenging volg 2 weke na blaarontplooiing (September/Oktober)
- xv. Enkele groeifase Januarie, soms twee (Desember en Februarie)
- xvi. Piekblomtyd November (< 1 maand)
- xvii. Vrugperiode (ryp) Februarie tot Julie
- xviii. Blaarval vind deur die jaar plaas met 'n piek in Julie/Augustus
Plante blaarloos in September/Oktober

19. *Ziziphus mucronata*

- i. Enkel tot meerstammige mesofanerofiet (MesP scap)
- ii. Van 4,5 m tot 8,0 m hoog (gemiddeld 6,6 m)
- iii. Somer
- iv. 50 - 100 jaar lewensduur
- v. Holoxiles
- vi. Doligoblaste
Dorings

- viii. Terugsterwing - doligoblaste (Augustus en Januarie)
- ix. Doligoblaste val af (Mei en Augustus)
Blaarval, blomme en vrugte
- x. Doligoblaste - enkelvoudig
- xi. Malakofil, mikrofil
- xii. Lewensduur van blare: eerste blare (3 - 5 maande);
(November gevorm); laaste blare (5 - 8 maande);
(Januarie gevorm); meeste blare (5 - 6 maande);
maksimum (8 maande)
- xiii. Blomposisie deurlopend op nuwe doligoblaste;
tweeslagtige blomme
- xiv. Stingelverlenging volg 2 weke na blaarontplooiing
(Oktober)
- xv. Enkele groeipiek (Januarie), soms twee (November en
Februarie)
- xvi. Piekblomtyd November tot Januarie (> 3 maande)
- xvii. Vrugperiode (ryp) hele seisoen
- xviii. Blaarverkleuring reeds meer as 20 % teen einde Maart
Blaarval begin November/Desember, begin van hoof=
blaarval in Maart, piek in Mei/Junie
Plante blaarloos in Augustus/September

In Tabel 4.19 word die fenomorfolgiese kenmerke van 'n aantal houtagtige spesies op die RNR saamgevat. Dit is duidelik dat die spesies in twee groepe verdeel kan word op grond van die aan- of afwesigheid van bragiblaste en die organe wat daarop voorkom. Spesies soos *Acacia karroo*, *A. nilotica*, *A. robusta*, *Ehretia rigida*, *Maytenus heterophylla* en *Ximenesia caffra* word deur die aanwesigheid van doligoblaste en bragiblaste gekarakteriseer.

Die lewensduur van die meeste blare en die maksimum lewensduur van die oorblywende blare by die verskillende spesies wat fenomorfolgies ondersoek is (Tabel 4.22), wissel soos volg:

	Meeste blare	Gemiddelde maksimum lewensduur
Bladwisselende spesies	4 - 11 maande	9 maande
Immergroen spesies	12 - 24 maande	22 maande

Volgens Borchert (1980) en Medina (1982) is die gemiddelde lewensduur van blare van bladwisselende spesies van tropiese en gematigde streke van 6 tot 8 maande en blare van immergroen spesies van 11 maande en langer. Hierdie uiteenlopende lewensverwagting van blare kan tot 'n gebrek aan sinkronisering van blaarval en groei-inisiëring in tropiese woude aanleiding gee (Borchert 1980).

Tabel 4.19 Fenomorfolgiese kenmerke van 'n aantal houtagtige spesies op die Rooideplaatdam-natuurreservaat (kenmerke volgens Orshan 1981c). By kenmerk 1, 3 tot 6, 8 en 9 dui x op die aanwesigheid, en 'n blanko spasie op die afwesigheid van die kenmerk. Vanaf kenmerk 10 word die datums in maande aangegee met Januarie as eerste maand. Aktiwiteit wat dwarsdeur die jaar voorkom, word met ϕ aangedui. \ominus Immergroen fanerofiete, die res is bladwisselende spesies

	<i>Acacia capfua</i>	<i>A. karroo</i>	<i>A. nilotica</i>	<i>A. robusta</i>	<i>Bechemia zeyheri</i>	<i>Cassine kuneneana</i>	<i>Dombeya rotundifolia</i>	<i>Ehretia rigida</i>	<i>Euclea crispa</i>	\ominus <i>E. undulata</i>	<i>Maytenus heterophylla</i>	\ominus <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	<i>Pappua capensis</i>	\ominus <i>Rhus lancea</i>	<i>R. leptodictya</i>	<i>Vangueria infausta</i>	<i>Ximelia capfua</i>	<i>Zanthoxylum capense</i>	<i>Ziziphus mucronata</i>
A. Ontwikkeling van organe																			
a. <u>Stingels</u>																			
1. Doligoblaste	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2. Bragiblaste - permanent absoluut (a) of permanent gedeeltelik (g) en/of tydelik (t)					t						t						t	t	t
b. <u>Vegetatiewe knoppe</u>																			
3. Apikale groeiknoppe van die doligoblaste	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4. Apikale groeiknoppe van die bragiblaste				x							x							x	x
5. Okselknoppe van die doligoblaste	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6. Okselknoppe van die bragiblaste				x							x							x	x
c. <u>Blomknoppe</u>																			
7. Posisie van blomknoppe op stingels distaal (d), proksimaal (p) of deurlopend (l)	p	l	p	p	d	d	p	p	p	p	p	p	p	d	p	p	p	d	d
d. <u>Blare</u>																			
8. Doligoblasblare	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9. Bragiblasblare			x								x							x	x
B. <u>Aktiwiteit en datums</u>																			
10. Doligoblas knopvorming - begin	10	11	9	9	10	12	11	10	10	10	11	1	9	10	9	1	11	8	8
11. Bragiblas knopvorming - begin			9						10			8					8	9	8
12. Doligoblas - eerste blaar - begin	10	11	10	9	10	12	11	10	10	10	11	1	9	10	9	1	11	8	8
13. Doligoblas - laaste blaar - einde	3	7	7	3	5	5	3	3	5	7	5	1	2	5	3	3	3	3	5
14. Bragiblas - eerste blaar - begin			9						10			8					8	9	8
15. Bragiblas - laaste blaar - einde			4						5			5					3	7	4
16. Doligoblas - hoofstingelverlenging - begin	2	12	11	10	1	2	11	11		11	1	12	9	10	9	1	11	8	9
17. Doligoblas - hoofstingelverlenging - einde	4	5	1	4	5	6	4	4		6	4	4	3	5	3	3	6	2	4
18. Doligoblas - systingelverlenging of bragiblas verander in doligoblas - begin	10		9	11	11	12	11	11	10	11	1	9	11	1	9			8	8
19. Doligoblas - systingelverlenging of bragiblas verander in doligoblas - einde	5		7	4	5	5	5	4	3	7	4	12	3	5	3			4	4
20. Blaarval - doligoblasblare - begin	12	ϕ	ϕ	1	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	10	9	10	5	12	8	10
21. Blaarval - doligoblasblare - piek	7	9	9	8	9	12	10	1	7	3	5		4	1	7		8	7	7
22. Blaarval - doligoblasblare - einde	8	ϕ	ϕ	9	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	8	3	8	7	8	8	8
23. Blaarval - bragiblasblare - begin			ϕ						ϕ	ϕ	ϕ	12				10	1	10	
24. Blaarval - bragiblasblare - piek			9						7		8					7	7	7	
25. Blaarval - bragiblasblare - einde			ϕ						ϕ		9					8	9	8	
26. Terugsterwing - doligoblaste "dying back" - begin	8		1	8	1	1			12	12	12		10		1	7	12	9	8
27. Terugsterwing - doligoblaste "dying back" - einde			12	3		1	1		1							8	1	1	12
28. Terugsterwing - doligoblaste "dying up" - begin	ϕ				1		1		3	8		ϕ	10	ϕ	ϕ			11	8
29. Terugsterwing - doligoblaste "dying up" - einde	ϕ				5		1		5		ϕ		1	ϕ			1	12	
30. Doligoblas - afval - begin	8		8		12		1		3				8		ϕ			10	10
31. Doligoblas - afval - einde	10				5		3		8				12		ϕ			12	12
32. Blomknopvorming - begin	10	10	7	9	11	7	11	11		12	10	8	7	8	9	7	10	9	7
33. Blomknopvorming - einde	2	12	11	12	3	8	6	4		2	12	2	9	1	2	9	2	3	9
34. Blom - antese - begin	11	11	9	10	12	8	12	12		1	11	9	8	10	10	8	11	11	8
35. Blom - laaste blom - einde	3	1	12	1	4	9	7	5		4	2	3	10	3	3	10	3	4	11
36. Vrug - eerste vrug - begin	12	12	10	10	2	8	3	3		3	1	9		1	11	8	1	12	10
37. Vrug - laaste vrug - einde	11	10	4	8	10	11	8	8		11	12	4		12	9	7	8	11	9
38. Disseminasie - eerste - begin																	6	4	4
39. Disseminasie - piek																	9		
40. Disseminasie - laaste - einde	11	10	4	8	10	11	8	8		11	12	4		12	9	7	8	9	11

Tabel 4.20 Die getalle blare per twee weke geproduseer of afgeval per tak vir 'n spesifieke periode as persentasie van onderskeidelik die totale getal blare geproduseer of afgeval per tak oor ongeveer 'n jaar.

D_p = doligoblasblare geproduseer; B_p = bragiblasblare geproduseer;

D_a = doligoblasblare afgeval; B_a = bragiblasblare afgeval

	DATUM									
	1981-07-17 tot 1981-08-07	1981-08-07 tot 1981-09-17	1981-09-17 tot 1981-10-28	1981-10-28 tot 1981-12-09	1981-12-09 tot 1982-01-31	1982-01-31 tot 1982-03-09	1982-03-09 tot 1982-05-14	1982-05-14 tot 1982-07-01	1982-07-01 tot 1982-08-11	1982-08-11 tot 1982-09-17
<i>Acacia caffra</i>										
D_p		9,7	15,4	3,7	4,0	1,5	0,1			
B_p										
D_a			0,8	1,7	4,4	3,5	5,1	11,1	1,7	
B_a										
<i>Acacia nilotica</i>										
D_p	14,5			9,2	11,8					
B_p	2,6		2,4	12,0	4,7	11,9	0,4	0,3		
D_a		10,8		6,0	2,4	5,4		2,6	7,7	
B_a		1,6	1,0		4,2	0,4	3,0	7,6	8,3	4,2
<i>Acacia robusta</i>										
D_p					8,8	25,7				
B_p		8,4	10,9	0,1	8,8	5,1				
D_a							10,6	10,6		
B_a			0,1	1,2	2,0	0,3	6,2	11,6	6,4	
<i>Cassine kunkeana</i>										
D_p	12,6		1,9	21,8	0,8	0,6	0,1			
B_p										
D_a		4,1	3,5	5,0	5,9	1,2	0,6	4,6	3,0	4,3
B_a										
<i>Ehretia rigida</i>										
D_p					26,3					
B_p	1,5		16,9	5,9	7,0	1,5	0,1			
D_a										
B_a		1,1		0,8	2,7	1,2	1,7	9,8	11,4	2,3
<i>Euclea crispa</i>										
D_p	21,0				0,3	22,3	0,3			
B_p										
D_a		2,0	3,8	0,8	2,6	2,4	6,8	1,4	3,3	7,2
B_a										
<i>Euclea undulata</i>										
D_p	19,2		0,3	1,3	4,6	14,3	0,8	0,1		
B_p										
D_a		3,9	2,5	3,2	3,1	7,8	3,4	1,9	1,9	5,2
B_a										

Tabel 4.20 (vervolg)

	DATUM										
	1981-07-17 tot 1981-08-07	1981-08-07 tot 1981-09-17	1981-09-17 tot 1981-10-28	1981-10-28 tot 1981-12-09	1981-12-09 tot 1982-01-31	1982-01-31 tot 1982-03-09	1982-03-09 tot 1982-05-14	1982-05-14 tot 1982-07-01	1982-07-01 tot 1982-08-11	1982-08-11 tot 1982-09-17	1982-09-17 tot 1982-10-10
<i>Maytenus heterophylla</i>											
D _p	11,9		1,9	0,7	9,9	12,1	0,1				
B _p	3,1		8,9	1,0	14,6	3,3	0,3				
D _a		6,0	3,0	0,8	0,5	1,5	1,4	9,2	6,7	3,8	
B _a		2,5	0,1	1,1	1,3	1,4	1,4	12,1	10,5	1,1	
<i>Pappea capensis</i>											
D _p	19,6		6,4	10,7	1,1		0,1				
B _p											
D _a		5,1	4,8	4,0	3,7	1,0	0,6	1,8	4,4	3,4	7,3
B _a											
<i>Rhus lancea</i>											
D _p	19,0				12,3	6,2	0,2				
B _p											
D _a		1,5	1,5	5,6	4,1	0,7	2,0	3,6	7,9	4,8	
B _a											
<i>Rhus leptodictya</i>											
D _p	52,6										
B _p											
D _a		6,2	2,7	0,2	3,2	4,9	3,1	4,9	5,0	1,9	
B _a											
<i>Vangueria infausta</i>											
D _p	5,8		5,4	13,7	3,5	7,1					
B _p											
D _a		4,3			5,4	0,6	1,9	5,0	12,6	1,5	
B _a											
<i>Ximenia caffra</i>											
D _p	30,0		2,4	4,4	0,4	5,1	1,3	0,5			
B _p	10,3	5,1	13,9	3,0	0,2	6,8					
D _a		12,6	11,2	0,7	1,5	0,4	0,2	2,6	4,5	1,3	
B _a		6,1	4,0	2,3	6,2	0,9	1,0	2,9	6,0	2,9	
<i>Zanthoxylum capense</i>											
D _p	13,8		6,4	12,4	2,3	0,1	0,3				
B _p											
D _a		6,5	2,9	1,2	0,9	0,4	0,5	1,9	12,5	8,2	
B _a											
<i>Ziziphus mucronata</i>											
D _p			8,7	6,5	12,1	3,4					
B _p											
D _a				0,4	1,1	2,1	6,5	15,6	1,9		
B _a											

Tabel 4.21 Die getalle blare per twee weke geproduseer of afgeval per tak vir 'n spesifieke periode as persentasie van onderskeidelik die totale getal blare geproduseer of afgeval per tak oor 'n twee-jaar periode.

D_p = doligoblasblare geproduseer; B_p = bragiblasblare geproduseer;

D_a = doligoblasblare afgeval; B_a = bragiblasblare afgeval

	DATUMS																											
	1980-07-18	1980-07-18 tot 1980-08-21	1980-08-21 tot 1980-09-12	1980-09-12 tot 1980-09-26	1980-09-26 tot 1980-10-10	1980-10-10 tot 1980-10-28	1980-10-28 tot 1980-11-07	1980-11-07 tot 1980-11-21	1980-11-21 tot 1980-12-16	1980-12-16 tot 1981-01-19	1981-01-19 tot 1981-01-29	1981-01-29 tot 1981-02-21	1981-02-21 tot 1981-03-19	1981-03-19 tot 1981-04-09	1981-04-09 tot 1981-05-07	1981-05-07 tot 1981-06-01	1981-06-01 tot 1981-07-17	1981-07-17 tot 1981-08-07	1981-08-07 tot 1981-09-17	1981-09-17 tot 1981-10-28	1981-10-28 tot 1981-12-09	1981-12-09 tot 1982-01-31	1982-01-31 tot 1982-03-09	1982-03-09 tot 1982-05-14	1982-05-14 tot 1982-07-01	1982-07-01 tot 1982-08-11	1982-08-11 tot 1982-09-17	
<i>Acacia karroo</i>																												
D _p		2,0	3,0	5,2	6,5	5,3	2,5	1,4	1,0	3,6	0,7	0,1							1,4	7,2	7,9	2,3	3,0			0,2		
B _p		3,4	5,2	5,8	2,7	2,0	1,7	0,7	2,7	2,3	2,9	0,4	0,1						11,8	3,6	3,9	1,2	0,7	0,1				
D _a					0,1	0,3	0,2	0,5	0,6	1,9	0,9	0,4	0,9	0,7	1,2	5,6	0,1	2,8	4,4	0,9	2,1	2,8	0,3	7,5	1,6			
B _a	1,1	0,8		0,1	0,8	0,9	0,2	0,5	0,5	0,9	0,5	0,5	0,8	1,8	1,7	7,7	0,7				0,6	2,1	0,7	1,8	7,9	2,5		
<i>Berchemia zeyheri</i>																												
D _p			3,9	16,2	3,2	0,6	0,1	6,1	0,7	0,9	0,6	0,1								2,9	3,4	10,5	0,6					
B _p																												
D _a	0,5			0,1	1,6	0,7	0,5	0,5	1,6	0,3	0,8	0,5	2,5	2,2	2,7	3,5	0,9	1,0	0,1	0,6	1,3	1,3	0,9	8,6	5,3			
B _a																												
<i>Domkeya rotundifolia</i>																												
D _p		0,6	7,6	18,5	4,0	3,4	1,3	7,5	1,7	3,9	3,1									2,0	4,9	2,9	2,4					
B _p																												
D _a	1,2	0,5		1,0	1,3	0,1	0,6	1,2	6,0	3,6	1,9	2,3	9,9	5,0	1,8	0,7	0,2					1,1	0,5	2,7	4,4	1,6		
B _a																												
<i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>																												
D _p				0,2		0,1	0,1	0,4	6,7	7,3	4,4	0,3							5,2	1,9	1,5	0,5	9,8					
B _p																												
D _a	0,1		2,0	3,5	3,2	1,9	0,6	0,7	0,8	7,4	3,4	2,1	1,1	0,4	0,6	0,1	0,2	0,5	2,2	0,5	4,1	8,7	0,5	0,1	1,3	0,5		
B _a																												

Die gebruik van terme soos bladwisselend en immergroen kan verwarrend wees veral na aanleiding van die resultate oor die lewensduur van blare by bogenoemde spesies. Daar is sommige blare by sogenaamde immergroen spesies wat 'n lewensduur van slegs twee maande het en gevolglik vind bladwisseling ook deurgaans plaas, maar wel teen 'n lae tempo. Die lewensduur van die meeste blare is egter van 12 - 24 maande en daarom vertoon hierdie spesies oor 'n jaar tydperk altyd relatief vol in blaar. Aangesien die lewensduur van die meeste blare by die sogenaamde bladwisselende spesies 11 maande en minder is, is hierdie spesies meesal vir 'n kort tyd blaarloos.

In die geval waar die blaarvalperiode die vorming van nuwe blare voorafgaan, of gedeeltelik daarmee oorvleuel, word die spesies as bladwisselend beskou. 'n Spesie word as immergroen beskou as 'n relatief lae persentasie (< 50 %) van die totale aantal blare per jaar afval, weens die feit dat die meeste blare 'n lewensduur van langer as 12 maande het.

Verskille in die lewensduur word in die spesifieke blaarmassa (Kyk afdeling 5.7) weerspieël wat aandui dat blare van immergroen spesies dikker en swaarder is as dié van bladwisselende spesies (Medina 1982). Laasgenoemde bevinding word ook deur die huidige studie ondersteun (Kyk afdeling 5.7, Tabel 5.16).

Halevy & Orshan (1973) het in Israel gevind dat die lewensduur van doligoblasblare by *Acacia tortilis* varieer maar dat dit meesal ongeveer 5 maande is. Bragiblasblare ontwikkel meesal in die laatsomer na die blomperiode en lewe van 6 tot 7 maande.

Die lewensduur van die blare van die *Acacia* spp. wat op die RNR ondersoek is, is ietwat langer as wat Halevy & Orshan (1973) vir *A. tortilis* gevind het, behalwe vir *A. robusta* wat min of meer 'n ooreenstemmende blaarlewensduur vertoon (Kyk Tabel 4.22).

Van die immergroen spesies het *Olea europaea* subsp. *africana* blare wat tot drie jaar oud kan word. Dit stem ooreen met dié van 'n volwasse boom van *Nothofagus cunninghamii* in

Tabel 4.22 Die lewensduur van die meeste blare en die maksimum blaarlewensduur (in maande) van die plantspesies wat fenomorfolgies ondersoek is

Spesies	Lewensduur van die meeste blare	Maksimum blaar= lewensduur
<i>Acacia caffra</i>	8 - 9	9
<i>A. karroo</i> : doligoblasblare	8 - 10	10
bragiblasblare	9 - 10	10
<i>A. nilotica</i> : doligoblasblare	9 - 10	10
bragiblasblare	9	10
<i>A. robusta</i> : doligoblasblare	4 - 5	5
bragiblasblare	8 - 9	11
<i>Berchemia zeyheri</i>	9 - 10	10
φ <i>Cassine burkeana</i>	12	13
<i>Dombeya rotundifolia</i>	6 - 7	8
<i>Ehretia rigida</i> : doligoblasblare	6 - 7	11
bragiblasblare	9 - 10	11
φ <i>Euclea crispa</i>	18 - 23	23
φ <i>E. undulata</i>	18 - 23	23
<i>Maytenus heterophylla</i> : doligoblasblare	6 - 7	7
bragiblasblare	7 - 10	10
doringbragiblasblare	6 - 7	7
φ <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	18 - 24	36
<i>Pappea capensis</i>	8 - 9	11
φ <i>Rhus lancea</i>	12 - 13	14
<i>R. leptodictya</i>	10 - 11	13
<i>Vangueria infausta</i>	7 - 8	10
<i>Ximenia caffra</i> : doligoblasblare	10 - 11	13
bragiblasblare	11 - 12	18
<i>Zanthoxylum capense</i>	10 - 11	12
<i>Ziziphus mucronata</i>	5 - 6	8

φ = immergroen, die res is bladwisselende spesies

Australië (Howard 1973).

Die lewensduur van blare is die belangrikste faktor wat periodisiteit teweegbring. Met ander woorde, 'n groeifase produseer blare wat later verouder en saam afval. Hierdie kringloop sal homself onder konstante omgewingstoestande herhaal — dit wil sê dit stel 'n endogene groeiritme voor (Borchert 1980).

Die endogene periodisiteit van blaarval by *Erythrina poeppigiana* blyk dus primêr die gevolg van blaarveroudering of blaarlewensduur te wees, veral in streke waar omgewingspanning minimaal is. Toenemende omgewingspanning soos droogtes, mag sekere fases van die basiese endogene ritme met seisoenale klimaatsveranderinge sekondêr sinkroniseer (Borchert 1980).

4.2.2.2 Stingelgroei van bome

a. Inleiding

Volgens Wielgolaski (1974) moet nie alleen die klassieke fenologiese stadiums soos blaar- en blomvorming en blaarval, in fenologiese studies ingesluit word nie, maar ook onder andere die stingelgroei, aantal blare en blaaroppervlakte in verskillende stadiums van, en op verskillende tye in die groei=periode.

b. Metodes (Kyk afdeling 4.2.2.1 b)

c. Resultate en bespreking

Die reënvalkromme vir die 1980/81 seisoen toon drie pieke naamlik in September, November en Januarie (Figuur 2.12) en die vier spesies wat toe ondersoek was, het almal twee of drie stingelgroeipieke gedurende hierdie tydperk getoon. By *Acacia karroo* het stingelgroeipieke in September en Januarie voorgekom, terwyl dit by *Olea europaea* subsp. *africana* gedurende Januarie en April, by *Berchemia zeyheri* in Oktober, Desember en Januarie en by *Domkaya rotundifolia* in Oktober,

November en Januarie voorgekom het (Tabel 4.23). Die drie stingelgroeipieke by laasgenoemde twee spesies volg min of meer direk op die reënvalpieke van daardie seisoen.

Gedurende die 1981/82 seisoen het slegs 'n enkele reënvalpiek in Januarie voorgekom en dit het 'n invloed op die aantal pieke in stingelgroei wat by die bogenoemde vier ondersoekte spesies aangetref is, gehad asook waarskynlik by die ander ondersoekte spesies. 'n Enkele stingelgroeipiek het by *Acacia robusta*, *Berchemia zeyheri*, *Euclea crispa*, *E. undulata*, *Maytenus heterophylla*, *Olea europaea* subsp. *africana*, *Pappaea capensis*, *Rhus lancea*, *R. leptodictya*, *Vangueria infausta* en *Zanthoxylum capense* voorgekom (Tabelle 4.23 & 4.24).

Twee stingelgroeipieke is egter wel by spesies soos *Acacia caffra*, *Cassine burkeana*, *Dombeya rotundifolia*, *Ehretia rigida* en *Ziziphus mucronata* aangetref (Tabelle 4.23 & 4.24).

Gedurende die 1981/82 seisoen het spesies soos *Acacia caffra*, *A. karroo*, *Ehretia rigida* en *Ziziphus mucronata* stingelgroeipieke gehad wat voor die hoofreënvalperiode voorgekom het, terwyl ander hul eerste groeipieke eers in Maart en die tweede in Julie getoon het.

By *Acacia karroo*, *A. nilotica*, *Berchemia zeyheri*, *Euclea undulata*, *Olea europaea* subsp. *africana*, *Pappaea capensis*, *Rhus leptodictya* en *Ziziphus mucronata* val die hoofblomperiode (Figure 4.1 & 4.2 en Tabel 4.7) saam of volg direk op die hoofstingelgroeifases, terwyl by *Acacia caffra*, *A. robusta*, *Dombeya rotundifolia*, *Ehretia rigida* en *Ximenia caffra* die blomfase die stingelgroeifase voorafgaan (Figure 4.1 & 4.2).

Volgens Rutherford & Panagos (1982) begin stingelgroei by *Ochna pulchra* en *Burkea africana* in die eerste week van September en die meeste groei kom gedurende die eerste agt weke voor. Dit is deur 'n geleidelike toename in groei oor 26 - 31 weke gevolg, waarna 'n afname, wat van 11 - 20 weke geduur het, gevolg het.

Tabel 4.23 Die stingelgroei per dag per tak vir spesifieke periodes as persentasie van die totale stingelgroei per tak oor 'n twee-jaar periode (Piekwaardes is in die tabel onderstreep)

Spesies	1980-07-18	1980-07-18 tot 1980-08-21	1980-08-21 tot 1980-09-12	1980-09-12 tot 1980-09-26	1980-09-26 tot 1980-10-10	1980-10-10 tot 1980-10-28	1980-10-28 tot 1980-11-07	1980-11-07 tot 1980-11-21	1980-11-21 tot 1980-12-16	1980-12-16 tot 1981-01-19	1981-01-19 tot 1980-01-29	1981-01-29 tot 1981-02-21	1981-02-21 tot 1981-03-19	1981-03-19 tot 1981-04-09	1981-04-09 tot 1981-05-07	1981-05-07 tot 1981-06-01	1981-06-01 tot 1981-07-17	1981-07-17 tot 1981-08-07	1981-08-07 tot 1981-09-17	1981-09-17 tot 1981-10-28	1981-10-28 tot 1981-12-09	1981-12-09 tot 1982-01-31	1982-01-31 tot 1982-03-09	1982-03-09 tot 1982-05-14	1982-05-14 tot 1982-07-01	1982-07-01 tot 1982-08-11	
<i>Acacia karroo</i>		0,4	<u>1,3</u>	1,2	0,9	0,9	0,6	0,3	0,3	<u>0,4</u>									<u>0,5</u>	0,4	<u>0,8</u>	0,5	0,1				
<i>Benchemia zeyheri</i>			0,8	<u>1,2</u>	0,6	0,6	0,4	<u>0,8</u>	0,3	<u>0,9</u>	0,5									0,6	0,6	<u>0,7</u>	0,3				
<i>Domkaya rotundifolia</i>			0,6	<u>0,8</u>	0,5	<u>0,8</u>	0,6	0,1	0,3	<u>2,0</u>	0,4									0,3	0,4	<u>0,7</u>	0,6	0,0	<u>0,2</u>		
<i>Olea europaea</i> subsp. <i>afriicana</i>								0,6	<u>1,1</u>	<u>1,1</u>	0,8	0,3	<u>0,5</u>									0,6	<u>1,6</u>	0,2			

Tabel 4.24 Die stingelverlenging per dag per tak as persentasie van die totale stingelverlenging per tak oor 'n jaar. (Piekwaardes is in die tabel onderstreep)

Spesies	Datum																					
	tot 1981-05-07	tot 1981-06-01	tot 1981-06-01	tot 1981-07-17	tot 1981-07-17	tot 1981-08-07	tot 1981-08-07	tot 1981-09-17	tot 1981-09-17	tot 1981-10-28	tot 1981-10-28	tot 1981-12-09	tot 1981-12-09	tot 1982-01-31	tot 1982-01-31	tot 1982-03-09	tot 1982-03-09	tot 1982-05-14	tot 1982-05-14	tot 1982-07-01	tot 1982-07-01	tot 1982-08-11
<i>Acacia caffra</i>					0,4	<u>0,6</u>	0,2	0,5	<u>0,7</u>													
<i>A. nilotica</i>										<u>0,8</u>	0,6	<u>0,8</u>	0,1									
<i>A. robusta</i>											0,4	<u>2,2</u>										
<i>Cassine burkeana</i>								0,3	<u>0,9</u>	0,2	<u>0,7</u>	0,2										
<i>Ehretia rigida</i>								<u>1,5</u>	0,0	<u>0,4</u>	<u>0,4</u>											
<i>Euclea crispa</i>												<u>2,7</u>										
<i>E. undulata</i>										0,4	0,4	<u>0,8</u>	0,2	0,4								
<i>Maytenus heterophylla</i>								0,2	0,2	0,8	<u>1,2</u>											
<i>Pappea capensis</i>										0,4	<u>0,9</u>	0,6	0,2									
<i>Rhus lancea</i>											<u>1,1</u>	1,0	0,1									
<i>R. leptodictya</i>											<u>0,8</u>	<u>0,8</u>	0,5	0,1								
<i>Vangueria infausta</i>								0,2	0,6	<u>0,8</u>	0,7											
<i>Ximenia caffra</i>								0,2	<u>0,4</u>	0,0	<u>1,0</u>	0,5	0,1									
<i>Zanthoxylum capense</i>											<u>1,3</u>	0,9										
<i>Ziziphus mucronata</i>								<u>0,4</u>	0,3	<u>0,7</u>	0,4	0,2										

Volgens Cresswell *et al.* (1982) vind 'n groot gedeelte van die stingelverlenging van die houtagtige spesies op Nylsvley plaas voordat fotosintetiese aktiwiteit begin en 'n groot gedeelte van die stingelverlenging moet dus die gevolg wees van hertranslokering eerder as fotosintetiese aktiwiteit.

Die periode met die hoogste stingelgroei tempo by die spesies op die RNR wissel van 4 - 5 weke terwyl die totale duur van die eerste groeifase in die lente gemiddeld 7 - 8 weke is. Die gemiddelde duur van alle stingelgroeifases is 11 weke maar dit wissel van 4 - 25 weke, terwyl die totale stingelgroei periode per groeiseisoen gemiddeld 6 maande (24 weke) lank is.

Rutherford & Panagos (1982) het gevind dat die periode van maksimum stingelverlenging tydens periodes voorkom wanneer die blaartemperature $\approx 40^{\circ}\text{C}$ was. Hulle het ook gevind dat 'n sporadiese tweede stingelgroeifase by party van die individue van 'n spesie voorgekom het, maar dat dit nie van dieselfde omvang as die eerste stingelgroeifase was nie. Hulle beweer ook dat spesies soos *Ochna pulchra*, waarvan 'n groot persentasie van die plantmateriaal ondergronds geleë is, meer in staat is tot 'n tweede groeifase later in die groeiseisoen. Die toename in stingelmasse by die ondersoekte spesies word in April, tesame met die beëindiging van die fotosintese proses, gestaak.

Volgens Rutherford & Panagos (1982) wys ander studies daarop dat 'n toenemende reënval gedurende 'n groeiseisoen weerspieël word in 'n toenemende stingelverlenging in die volgende groeiseisoen. Stingelgroei is ook hoofsaaklik van koolhidraatreserwes afhanklik en nie van huidige fotosintese produkte nie. Dit word verder ondersteun deurdat stingelgroei baie maal begin voor die eerste reën val en dat meeste van die stingelgroei voltooi is voor die begin van die hoofreënseisoen en voor seisoenale wortelgroei en groei van bopgrondse dele voltooi is.

Stingelverlenging by mediterreense-tipe plante geskied hoofsaaklik in reaksie op plant-waterverhoudings (Nilsen & Muller 1981). Daar is 'n kenmerkende sloerfase tussen toename in grondvoggehalte en 'n hoër stingelverlengingstempo, naamlik

twêe weke in die winter en een week in die lente. Daglengte het ook 'n invloed aangesien die stingelverlengingstempo met voldoende watervoorsiening hoër is onder lang fotoperiodes as tydens kort fotoperiodes (Nilsen & Muller 1981).

Volgens Specht & Brouwer (1975) volg stingelgroei by *Eucalyptus* spp. 'n bimodale groeiritme met 'n piek in die lente en in die herfs. Dit stem met die pieke in die nettofotosintese tempo ooreen. In die wintermaande (Junie tot Augustus) word stingelgroei geïnhibeer indien die gemiddelde maandelikse temperatuur laer as 16°C daal.

Sommerville (1981) beweer dat stingelgroei van koolhidraatreserwes afhanklik is en dat stingelgroei ook die resultaat van 'n toename in water en/of voedingstofopname is. Spesies wat vroeg in die groeiseisoen van gebergde koolhidrate gebruik maak vir stingelgroei, het 'n kompeterende voordeel bo laatseisoengroeiërs.

4.2.3 PLANTAFVAL EN VRUGPRODUKSIE VAN BOME

4.2.3.1 Inleiding

Organiese materiaal speel 'n belangrike rol in die bepaling van die struktuur en funksie van 'n ekosisteem aangesien dit as 'n voedingstofreservoir vir intrasisteem-sirkulering en as 'n energiebron vir heterotrofiese organismes dien (Singh & Gupta 1977 in Morris *et al.* 1982; Morris 1983). Die hoeveelheid en samestelling van die jaarlikse plantafval word reeds lankal as van die grootste belang in die energie- en voedingstofkringlope van boomvelde beskou (Sykes & Bunce 1970; Sydes & Grime 1981).

'n Oorsig van plantafvalproduksie in woude en boomvelde is onderskeidelik deur Brag & Gorham in 1964 en Ovington in 1962 gedoen (Newbould 1967) terwyl die metodes vir die bepaling van primêre produksie en onder andere plantafval deur Newbould (1967) opgesom is. Volgens Axelsson *et al.* (1972)

word blaarproduksie in 'n bladwisselende boomveld gewoonlik met behulp van twee metodes bepaal naamlik:

1. skatting van die aantal en biomassa van blare deur monsterneming, as die blare ten volle ontwikkel is; en
2. insameling van vallende blare in opvanghouers.

Laasgenoemde metode blyk meer doeltreffend te wees met minder variasie in verhouding tot die tydinset.

Volgens Newbould (1967) hang die ontwerp van die houers van die lokale omstandighede af. Dit is belangrik dat die afval in die houer beland sonder dat enige aerodinamiese invloed dit verhoed, dit moet nie weer uitval of uitgewaai kan word nie, materiaal van die grond moet nie kan inwaai nie en afval moet nie te veel ontbind voor dit versamel word nie. Watter tipe houer ook al gebruik word, dit moet groot genoeg wees en horisontaal gemonteer word met die rand bo die grondoppervlak.

Tanner (1980) en Milton (1981) het tien houers vir elke spesie by elke lokaliteit wat ondersoek is, uitgeplaas en gevind dat die standaardfout van die gemiddelde maandelikse afvalmassa nooit 10 % oorskry nie, sodat die som van die maandelikse massas as 'n goeie skatting van die jaar se afvalproduksie beskou word.

Malaisse *et al.* (1975) het een keer per maand afval ingesamel en die plantafval mag daarom massa verloor het as gevolg van logging, mikrobiologiese ontbinding en herbivorie. Hierdie massaverlies is deur Kirita & Hozomi in 1969 bepaal maar Collins (1977) het gevind dat massaverliese aan ontbinding tussen monsterinsamelings weglaatbaar klein is, alhoewel Nye in 1961 'n 5,4 % ontbinding in twee weke gevind het.

Morris *et al.* (1982) het die halveringstyd van vars blaarval van bome op Nylsvley in die Noord-Transvaal bepaal. Die halveringstyd is die tyd wat nodig is vir helfte van 'n gegewe hoeveelheid afval om te ontbind. By *Burkea africana* was die halveringstyd 5,1 jaar, by *Ochna pulchra* 5,5 jaar en by *Terminalia sericea* 2,9 jaar. By die grassoorte *Eragrostis pallens* en *Digitaria eriantha* was die halveringstyd 0,7 jaar.

4.2.3.2 Metodes

a. Bosgroepe

Vyf bosgroepe binne studieperseel 1 (Figuur 2.3) is vir die bepaling van plantafval geselekteer. In elke bosgroep is 10 reghoekige blikhouers (240 mm x 240 mm en 150 mm diep) in 'n noord-suid en oos-wes rigting op eweredige afstande van mekaar op die grondoppervlak geplaas. Gate is in die bodem van die blikke gemaak om dreinerings van reënwater te verseker.

Die plantmateriaal is min of meer maandeliks ingesamel, in papiersakkies geplaas en tot 'n konstante massa by 65°C gedroog. Waar vrugte voorgekom het, is die getal en die droëmassa bepaal. Die gegewens is verwerk en as droëmassa (gram) per m² uitgedruk asook as kg.ha⁻¹.a⁻¹ en in die geval van die vrugte is ook die getal per boom bepaal (Tabel 4.26). Elke houer se opvangoppervlakte is 0,0576 m² en dus was die totale opvangoppervlakte van 10 blikke 0,576 m².

b. *Berchemia zeyheri*

Vyf alleenstaande individue van *B. zeyheri* is ewekansig uit die 10 individue wat vir fenologiese waarnemings gemerk was, gekies (Kyk afdeling 4.1.2 en Tabel 4.25). Binne die kroonprojeksie van elke boom is 10 blikhouers soos bo (4.2.3.2 a) beskryf, uitgeplaas.

Die vrug- en saadproduksie van 'n aantal opvallende plantspesies is ook nagegaan. Die getalle vrugte is verkry deur die individuele plante in hul geheel van vrugte te stroop (Kyk Tabel 4.29).

4.2.3.3 Resultate en bespreking

Die soort afval wat in die houers opgevang is, was hoofsaaklik blare, vrugte en klein takkies. Die grootte van die houers mag verhoed het dat groter afvalmateriaal soos stamme en repe bas nie in die houers beland het nie, wat dus in verhouding

Tabel 4.25 Inligting aangaande die vyf individue van *Berchemia zeyheri* wat vir plantafvalproduksie geselekteer was

Boom= nommer	Stam= omtrek (mm)	Kroondeursnee (m)			Hoogte (m)	Oppervlakte van kroon= projeksie (m ²)
		N - S	O - W	Gemiddeld		
1	700	6,75	6,75	6,75	6,0	35,8
8	890	6,50	7,50	7,00	6,1	38,5
6	770	7,00	6,80	6,90	5,5	37,4
4	1 900	14,50	13,50	14,00	9,0	153,9
5	830	5,10	5,50	5,30	5,2	22,0

Tabel 4.26 Totale plantafval (g.m^{-2}) en afgevalde vrugte (g.m^{-2}) van bosgroepe en van *Berchemia zeyheri* (blare en klein takkies). 'n Haelstorm het op 1982-01-16 voorgekom. Alle syfers is die gemiddelde van vyf herhalings. \pm = standaardafwyking

Lokasiteit en materiaal	Datum																
	1981								1982								
	02-21	03-19	04-09	05-07	06-01	07-17	08-20	10-15	12-02	01-26	02-26	03-26	04-29	06-04	07-29	09-17	11-10
<u>Onder bosgroepe:</u>																	
Totale plantafval	2,71 $\pm 1,31$	3,15 $\pm 1,54$	6,33 $\pm 4,04$	5,47 $\pm 2,13$	4,89 $\pm 1,57$	17,33 $\pm 6,47$	10,28 $\pm 1,18$	10,14 $\pm 2,19$	5,12 $\pm 2,28$	35,09 $\pm 4,78$	4,51 $\pm 1,61$	2,85 $\pm 0,86$	2,68 $\pm 0,72$	6,30 $\pm 2,43$	16,25 $\pm 4,96$	5,76 $\pm 1,56$	6,43
Afgevalde vrugte	0,19 $\pm 0,20$	1,72 $\pm 1,35$	4,80 $\pm 4,29$	1,98 $\pm 1,38$	0,90 $\pm 0,72$	0,35 $\pm 0,32$	0,77 $\pm 0,76$	0,00	0,00	0,00	0,01 $\pm 0,01$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Getal afgevalde vrugte	49,31 $\pm 37,37$	263,54 $\pm 200,69$	454,86 $\pm 357,31$	253,12 $\pm 247,48$	142,36 $\pm 105,65$	47,22 $\pm 52,96$	14,44 $\pm 11,63$	0,00	0,00	0,00	4,51 $\pm 1,61$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<u>Onder <i>Berchemia zeyheri</i></u>																	
Totale plantafval	2,83 $\pm 1,20$	10,93 $\pm 6,32$	19,80 $\pm 6,33$	13,40 $\pm 3,39$	7,11 $\pm 2,50$	17,59 $\pm 5,80$	7,45 $\pm 2,59$	6,01 $\pm 3,14$	3,14 $\pm 2,13$	26,26 $\pm 6,15$	3,84 $\pm 1,88$	2,55 $\pm 0,46$	2,07 $\pm 0,47$	4,32 $\pm 1,01$	15,17 $\pm 2,34$	3,47 $\pm 2,33$	3,53
Afgevalde vrugte	1,02 $\pm 0,49$	9,57 $\pm 6,16$	18,46 $\pm 6,66$	10,10 $\pm 3,43$	2,48 $\pm 2,46$	0,72 $\pm 0,60$	0,06 $\pm 0,03$	0,00	0,00	0,03 $\pm 0,02$	0,02 $\pm 0,02$	0,17 $\pm 0,13$	0,37 $\pm 0,29$	0,002 $\pm 0,001$	0,00	0,00	0,00
Getal afgevalde vrugte	335,8 $\pm 167,1$	1454,2 $\pm 862,5$	1857,3 $\pm 451,6$	1337,5 $\pm 471,3$	422,9 $\pm 379,6$	179,7 $\pm 126,3$	16,3 $\pm 7,9$	0,00	0,00	8,3 $\pm 6,4$	6,3 $\pm 5,0$	19,8 $\pm 15,9$	11,8 $\pm 9,0$	1,7 $\pm 2,5$	0,00	0,00	0,00

tot gepubliseerde gegewens (Tabel 4.27) tot 'n relatief lae plantafvalproduksie per jaar aanleiding gee.

Volgens Collins (1977) beweer Bray & Gorham in 1964 dat daar 'n negatiewe korrelasie tussen breedtegraad en afvalproduksie in die wêreld se woude is. By die ewenaar is dit 15 000 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$ en dit neem af na die Arktiese sone (65°N) tot $< 1\ 000\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$. Dit neem ook af na 1 000 - 2 000 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$ in woestynde soos die Sahara. In Tabel 4.27 word voorbeelde van plantafvalproduksie in verskillende streke aangedui.

Vir die tydperk van ongeveer 'n jaar vanaf 1981-02-21 tot 1982-02-26 was die massa plantafval wat in die bosgroepe op die RNR geproduseer was 1 050,20 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$, waarvan die vrugte 107,20 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$ (10,20 % van die massa van die plantafval) bygedra het (Tabel 4.26). Die massa plantafval wat deur *Berchemia zeyheri* geproduseer is, was in bogenoemde tydperk 1 183,60 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$, waarvan 424,60 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$ (35,87 % van die totale massa van die plantafval) aan vrugte toegeskryf kon word.

Volgens Morris *et al.* (1982) vorm blare 76,6 %, takkies en bas 14,99 % en sade 7,4 % van die totale houtagtige plantafvalmateriaal van 'n savanne op die Nylsvley-natuurreservaat. Die afvalproduksie van die bosgroepe en *Berchemia zeyheri* is laer in vergelyking met wat deur byvoorbeeld Morris *et al.* (1982) gevind is (Tabel 4.27), maar by die bosgroepe kan dit waarskynlik aan die groot persentasie ($\approx 50\%$) immergroen bome en -struikie toegeskryf word (Kyk Tabel 3.2). Die plantafval van 'n enkele spesie soos *Berchemia zeyheri*, in vergelyking met 'n plantgemeenskap, gee ook laer produksiesyfers. Die lae getalle vrugte van die 1982 groeiseisoen kan aan 'n relatief droë en warm vroeë somer toegeskryf word, maar ook aan die feit dat die savanne boomspesies nie elke jaar maksimaal blom en vrugte dra nie (Kyk afdeling 4.1.3.2).

In die bosgroepe en by *Berchemia zeyheri* word twee pieke vir 1981 in die afvalproduksiekromme gekry. Die eerste piek in Maart/April kan hoofsaaklik aan vrugval en die tweede piek

Tabel 4.27 Syfers vir die plantafval ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$) wat jaarliks deur houtagtige plante in verskillende wêrelddele geproduseer word

Plantafval		Gebied	Outeur
Totaal	Blaarval		
1 700 - 1 790	1 302 - 1 371 ($\approx 76,6\%$)	Savanne (Nylsvley)	Morris <i>et al.</i> (1982)
4 000 - 8 000	-	Woude: subtropies en gematigde streke	Milton (1981)
5 330	2 387 (44,8 %)	Savanne, Nigerië	Collins (1977)
5 500	-	Warm gematigde streke	Milton (1981)
5 600	-	Gemengde droë woud	Madge (1965)
5 600	3 400 (60,7 %)	Gemengde droë woud	Malaisse <i>et al.</i> (1975)
6 850	4 670 (68,2 %)	Droë semi-bladwisselende woud (Nigerië)	Collins (1977)
9 330 - 10 840	6 690 - 8 120 ($\approx 74,9\%$)	Nat immergroen woud (Ivoorkus)	Collins (1977)
9 660 - 10 540	7 020 - 7 410 ($\approx 70,3\%$)	Nat bladwisselende woud (Ghana)	Collins (1977)
12 300 - 15 300	-	Gemengde woud (Zaire)	Collins (1977)
	430	Struiksavanne	Menaut & Cesar (1982)
	5 530	Boomsavanne	Menaut & Cesar (1982)
1 050,20		Roodeplaatdam-natuurreservaat - bosgroepe	
1 183,60		Roodeplaatdam-natuurreservaat - <i>Berchemia zeyheri</i>	

in Julie kan hoofsaaklik aan blaarval toegeskryf word (Figure 4.13 & 4.14).

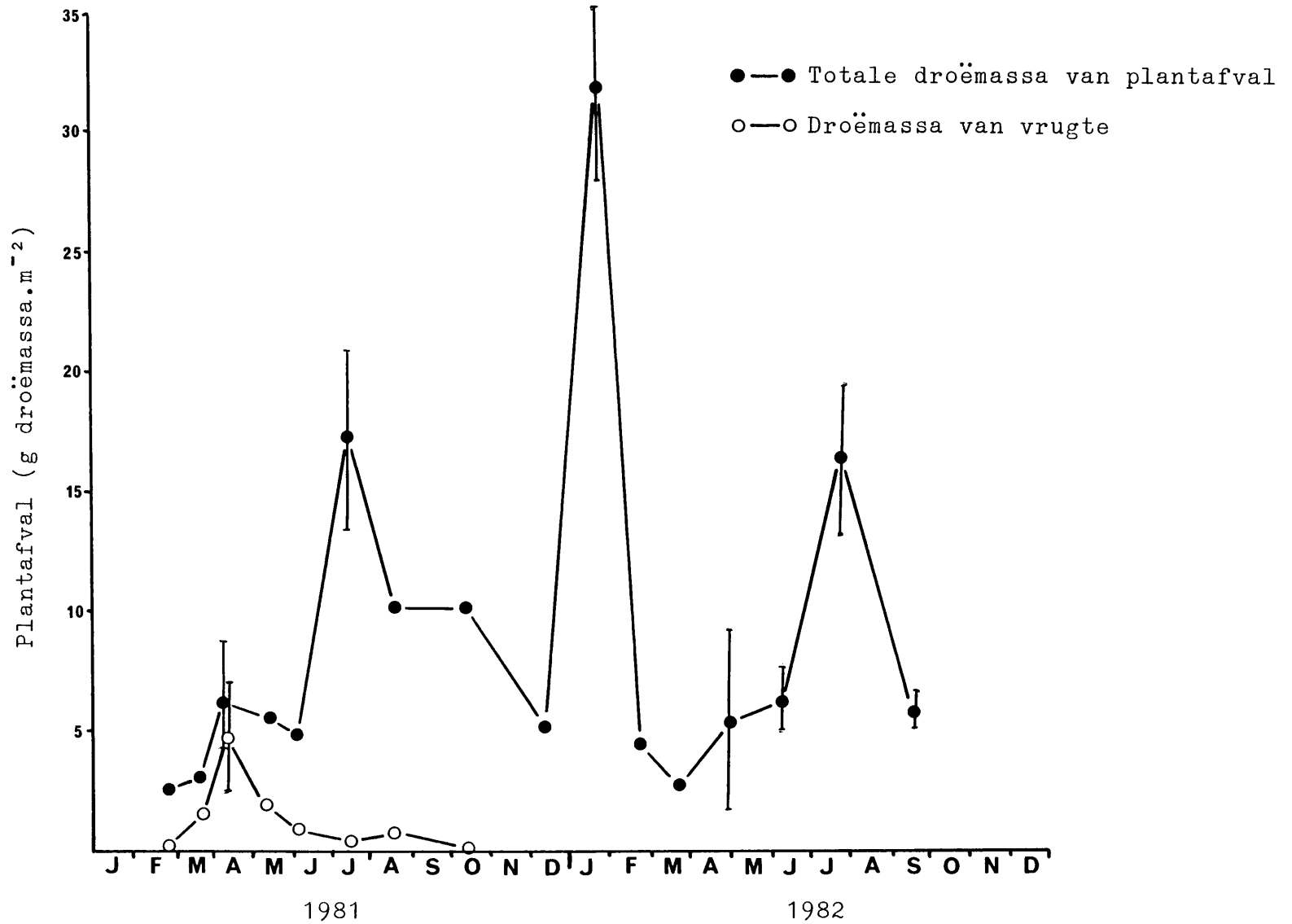
Gedurende die 1982 seisoen was vrugproduksie minimaal en slegs 'n enkele piek, in hoofsaaklik blaarval, het in Julie 1982 voorgekom. Die hoë piek gedurende Januarie 1982 is abnormaal en is deur 'n hewige haelstorm op 16 Januarie 1982 veroorsaak. Die minste afval van plantmateriaal word in die somermaande Desember tot Maart geproduseer (Figure 4.13 & 4.14).

Blaar- of plantafval is 'n seisoenale verskynsel (Madge 1965; Sykes & Bunce 1970; Hughes 1971; Collins 1977). Volgens Madge (1965) is daar min verwantskap tussen blaarval en die gemiddelde temperatuur en reënval, maar volgens Collins (1977) is daar wel 'n positiewe korrelasie tussen afvalproduksie en reënval waar reënval ook moontlik 'n rol in die beperking van afvalproduksie speel. Seisoenaliteit in plantafval word meer opvallend met toenemende klimaatseisoenaliteit en hoër tropiese breedtegrade. Whittaker noteer in 1970 dat produksie deur die seisoenale verspreiding van reënval beïnvloed mag word en dat die jaarlikse verspreiding van reënval 'n betekenisvolle faktor buite die ekwatoriale sone is (Collins 1977).

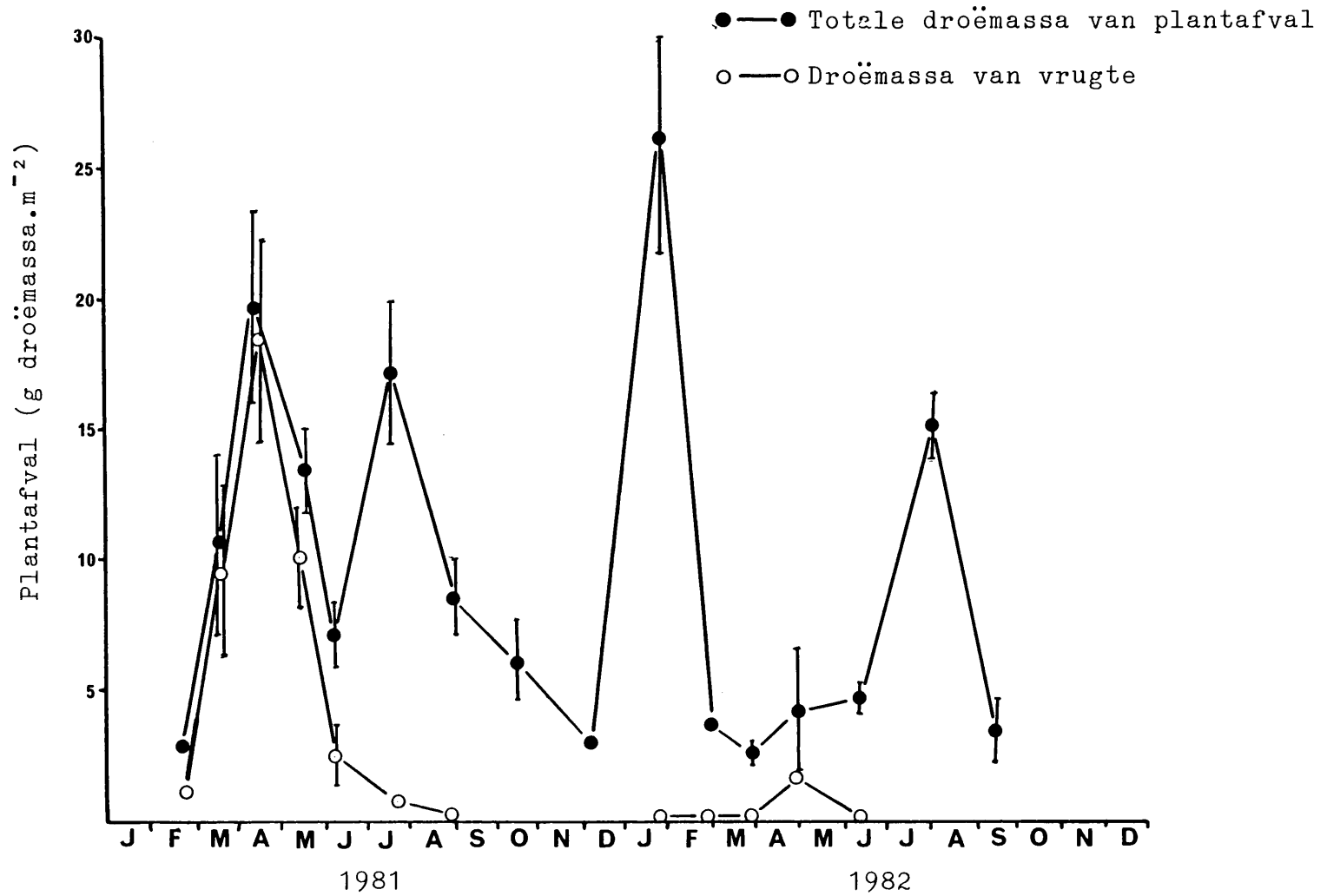
Blaarval by mediterreense-tipe plante in die droë somers word as 'n ontwykingsmeganisme van droogtespanning beskou, aangesien dit tot 'n verkleinde blaaroppervlakte en gevolglike verminderde waterverlies deur transpirasie lei (Nilsen & Muller 1981).

Volgens Madge (1965) is fluktuering in blaarval in die nat seisoen laag en die hoogste gedurende die droogste tydperke. In miombo-boomveld, waar 92 % van die bome en struikbladwisselend is, is die jaarlikse blaarval sterk met jaarlikse blaarproduksie gekorreleer.

Die totale getal vrugte deur *Berchemia zeyheri* geproduseer, het van 123 139 tot 1 092 262 per individu gedurende die 1981 seisoen gewissel en van 191 tot 13 361 per individu in die 1982 seisoen (Tabel 4.28). Hierdie resultate ondersteun die bevindinge van Rutherford (1982) dat vrugproduksie per



Figuur 4.13 Plantafval (hoofsaaklik blare, vrugte en klein takkies) in bosgroepe op die Roodeplaatdam-natuurreservaat gedurende 1981 en 1982 geproduseer. 'n Hewige haelstorm gedurende Januarie 1982 het die hoë piek in afvalmateriaal vir daardie maand veroorsaak.



Figuur 4.14 Plantafval (hoofsaaklik blare, vrugte en klein takkies) deur *Berchemia zeyheri* op die Roodeplaatdam-natuurreservaat gedurende 1981 en 1982 geproduseer. 'n Haelstorm gedurende Januarie 1982 het die hoë piek in afvalmateriaal vir daardie maand veroorsaak.

Tabel 4.28 Vrugproduksie van *Bercheria zeyheri* (Totale getal vrugte per m² grondoppervlakte sowel as per individu). (\pm = standaardafwyking)

A. Waardes per m²

Datums	Individunummer					Gemiddeld	
	1	8	6	4	5		
1981-02-21	181	271	210	571	446	336 \pm	167
1981-03-19	809	457	1 748	2 661	1 595	1 454 \pm	862
1981-04-09	1 988	1 571	1 813	2 547	1 368	1 857 \pm	452
1981-05-07	1 958	769	1 262	1 054	1 644	1 338 \pm	471
1981-06-01	1 059	323	127	153	453	423 \pm	380
1981-07-17	363	261	104	85	85	180 \pm	126
1981-08-20	19	19	12	26	5	16 \pm	8
Totale getal per m²	6 377	3 671	5 276	7 097	5 596	5 604 \pm	1 291
1982-01-26	12	16	0	10	3	8 \pm	6
1982-02-26	10	9	2	10	0	6 \pm	5
1982-03-26	12	31	9	42	5	20 \pm	16
1982-04-29	21	14	5	19	0	12 \pm	9
1982-06-04	0	3	0	5	0	2 \pm	2
Totale getal per m²	55	73	16	86	8	48 \pm	35

B. Waardes per individu

1981-02-21 tot 1981-08-20	228 287	141 328	197 324	1 092 262	123 139	356 468 \pm	413 485
1982-01-26 tot 1982-06-04	1 989	2 807	585	13 361	191	3 787 \pm	5 456

Tabel 4.29 Gemiddelde vrug- en saadproduksie per jaar van 'n aantal opvallende plantspesies op die Rooideplaatdam-natuurreservaat

Spesies	Getal plante	Gemiddelde getal vrugte per plant	Gemiddelde getal sade per vrug	Gemiddelde getal vrugte/sade per plant beskadig ^a	% Beskadig
<i>Ximena caffra</i> 1980	8	307 (76 - 715)	1	112	37
<i>X. caffra</i> 1981 (brandskade 3 individue)	5	171 (93 - 328)	1	55	32
<i>X. caffra</i> 1982 (haelskade)	9	151 (10 - 500)	1		
<i>X. caffra</i> 1982	6	206 (93 - 290)	1		
<i>Aloe marlothii</i>	5	1129 (505-2155)	52		
<i>A. davyana</i>	11	21			
<i>Elephantorrhiza elephantina</i>	30	2 (1 - 6)	5 (1-12)	1	23
<i>Urginea sanguinea</i>	20	36 (19 - 51)	25 (15-37)		
<i>Fadogia monticola</i>	30	18 (9 - 38)		0,4	2
<i>Vangueria inflausta</i> 1981	3	191 (76 - 292)	3 (1 - 5)		
1982	3	38			

^a Beskadig = voëlskade, insekskade, afspening
Syfers tussen hakies dui variasie in werklike getalle aan

eenheidsoppervlakte in 'n *Burkea*-savanne baie variërend is en in sommige jare feitlik geheel en al ontbreek. Die vrug- en saadproduksie van 'n aantal opvallende spesies in die studiegebied word in Tabel 4.29 aangedui.

Die vrugdraperiode by *Berchemia zeyheri* in 1981 het vanaf Februarie tot einde Augustus geduur, dit wil sê vir 'n periode van sewe maande.

4.2.4 DIE HITTE-EENHEIDBENADERING

4.2.4.1 Literatuuroorsig

a. Inleiding

Die hitte-eenheid(HE)-benadering word reeds vir meer as twee en 'n halwe eeu in fenologiese studies gebruik (Wang 1960) en is volgens Idso *et al.* (1978) die oudste ekologiese konsep wat nog bestudeer word al is dit 'n hoogs empiriese metode waarvan die eenhede fisies en fisiologies waardeloos is (Landsberg 1977).

Die ekologiese belang van fenologiese navorsing lê in die feit dat dit 'n sintetiese benadering daarstel waarmee die plantreaksie ten opsigte van die totale omgewing ge-evalueer kan word (Jackson 1966). As gevolg van die kompleksiteit van die interaksies in die totale omgewingsbenadering is die meeste fenologiese studies onderneem deur 'n enkele klimaat=faktor, soos lugtemperatuur, met groei en ontwikkeling by plante te korreleer (Benacchio & Blair 1972).

Fenometriese studies het hul oorsprong by Réaumur in 1735 gehad wat temperatuursommerings vir plante gedoen het en gevind het dat hierdie som vir 'n bepaalde plantsoort in verskillende jare konstant is. Dit het dan ook as Réaumur se termiese konstante bekend geword (Wang 1960). Die bydraes van ander vroeë navorsers word deur Wang (1960) bespreek, en dit is veral na die Tweede Wêreldoorlog dat baie op die hitte-eenheidbenadering gekonsentreer is.

Die hitte-eenheidkonsep het uit die gedagte ontstaan dat 'n plant 'n sekere hoeveelheid hitte benodig om 'n sekere mate van volwassenheid te bereik (Wang 1960).

'n Belangrike aanname wat in die HE-konsep gemaak word, is dat daar 'n lineêre verwantskap is tussen die groei of ontwikkeling van 'n plant en die som van die gemiddelde daaglikse temperatuur (Katz 1952; Hoover 1955; Lindsey & Newman 1956; Lowry 1970). Hierdie konvensionele HE-benadering staan dan ook as die oorskotindeks-metode ("remainder index method") bekend (Wang 1960) en terme soos hitte-eenhede, hittesom, dageenhede, graaddae en groeidageenhede word algemeen gebruik.

Sachs was in 1865 die eerste om 'n kurwilineêre verhouding tussen plantontwikkeling, groei en temperatuur aan te toon, wat streng gesproke beteken dat die hittesommeringskonsep nie heeltemal realisties is nie (Wielgolaski 1974).

Volgens Lowry (1970) en Landsberg (1977) moet daar tussen groei en ontwikkeling gedifferensieer word. Volgens Thornthwaite (1952), Wang (1960) en Lowry (1970) verwys *groei* na 'n toename in fisiese grootte, byvoorbeeld in hoogte, massa of volume oor tyd, terwyl *ontwikkeling* na die verskillende fases in die lewensiklus verwys in hul verandering na volwassenheid. Beide groei en ontwikkeling word deur 'n toename in temperatuur versnel en deur lae temperature vertraag of onderdruk. Byvoorbeeld 'n vroeë blomtyd word met hoë temperature vroeg in die groeiseisoen geassosieer.

b. Metodes

A. Konvensionele hitte-eenheidmetode

Van die termiese eenhede wat baie in HE-studies gebruik word, word die groeidageenhede (GDE) die algemeenste gebruik (Newman *et al.* 1968). 'n GDE word volgens die onderstaande formule bereken:

$$GDE = \sum_N \left\{ \frac{T_M + T_m}{2} - T_t \right\} \quad \text{as} \quad \frac{T_M + T_m}{2} > T_t$$

waar: GDE = totale aantal hitte-eenhede gedurende N dae
 T_M = maksimum temperatuur op 'n bepaalde dag
 T_m = minimum temperatuur op 'n bepaalde dag
 T_t = drumpeltemperatuur

Byvoorbeeld: maksimum temperatuur vir 'n 24-uur periode = 30°C^a
 minimum temperatuur vir 'n 24-uur periode = 10°C
 drumpeltemperatuur vir 'n plantspesie = 5°C

$$\text{GDE} = \frac{30 + 10}{2} - 5$$

$$= 15$$

Die drumpeltemperatuur van 'n plantspesie is die temperatuur waaronder geen groei veronderstel is om plaas te vind nie (Newman *et al.* 1968).

Die aantal GDE wat 'n plantspesie benodig om volwassenheid te bereik kan bereken word deur die som van die daaglikse gemiddelde temperature, bokant 'n bepaalde drumpeltemperatuur vir daardie plantspesie, vir al die dae van die groeiperiode te bereken (Lowry 1970).

Die hitte-eenhede kan ook in groei-uureenhede (GUE) uitgedruk word as die temperatuur aaneenlopend bepaal word (Lowry 1970).

$$\text{GUE} = \sum_n (T - T_t) \text{ as } T > T_t$$

waar: n = aantal ure
 T = uurlikse temperatuurwaarde
 T_t = drumpeltemperatuur

Dagsommerings, dit wil sê die lengte van die lewensiklus van 'n plant in dae, word ook dikwels gebruik om die relatiewe volwassenheid van die plante (veral landbougewasse) aan te dui. Robinson (1971) en Du Toit (1979) wys daarop dat dagsommerings minder akkuraat as GDE is, aangesien die dae wanneer die temperatuur laer as dié van die drumpeltemperatuur is, ook getel word, anders as in die geval van die GDE-metode.

^a Ouer publikasies verwys nog na grade Fahrenheit

Om die blomdatum of datum van volwassenheid van 'n plant met behulp van die HE-sisteen te voorspel, moet die volgende aspekte bekend wees:

1. drumpeltemperatuur dit wil sê 'n konstante verwysings-temperatuur;
2. begindatum vir HE-sommering; en
3. die variëteitskonstante dit wil sê die hoeveelheid GDE wat die spesie in 'n normale groeiseisoen nodig om volwassenheid te bereik (Lettau 1965; Newman *et al.* 1968).

Die aantal GDE wat deur 'n sekere plantspesie of variëteit nodig word om volwassenheid te bereik, is grootliks afhanklik van die variëteit of kultivar wat gebruik word. Die aantal GDE word as 'n konstante hoeveelheid aangeneem en die variëteitskonstante genoem (Hoover 1955; Wang 1960; Newman *et al.* 1968). Die variëteitskonstante moet oor ten minste twee agtereenvolgende jare bepaal word en die begrip volwassenheid moet gedefinieer word (Newman *et al.* 1968).

Die drumpeltemperatuur word op 'n fisiologiese basis deur Arnold (1959), Newman *et al.* (1968) en Wielgolaski (1974) as die laagste temperatuur waarby groei en ontwikkeling by plante sigbaar sal plaasvind, gedefinieer. Aangesien lugtemperatuur, wat deur middel van weerkundige instrumente bepaal is, meesal gebruik word, beskou Lindsey & Newman (1956) die drumpeltemperatuur as 'n weerkundige eerder as 'n fisiologiese faktor aangesien laasgenoemde faktor temperatuurlesings binne die groeiknop self sou vereis.

Die drumpeltemperatuur is nie dieselfde vir al die stadiums van ontwikkeling van 'n spesie nie (Goyne *et al.* 1977). Die hoogste drumpeltemperatuur is waarskynlik die hoogste in die periode van hoogste metabolisme, met ander woorde dit is afhanklik van die fisiologiese toestand van die plant (Wielgolaski 1974).

B. Ander benaderings/wysigings van die GDE-metode

Aangesien die konvensionele HE-konsep aan baie kritiek onderworpe was, veral aangesien dit hoofsaaklik op 'n enkele omgewingsfaktor gebaseer is, is baie pogings aangewend om die konsep te verbeter. Volgens Idso *et al.* (1978) behels die voorgestelde verbeteringe eerstens verbeterde berekeningsmetodes en tweedens die inagneming van meer klimaatsfaktore.

Volgens Wang (1960) word die HE-benadering gebruik omdat dit prakties uitvoerbaar is, eerder as omdat dit besonder akkuraat of op goeie teoretiese gronde gebaseer is. Omdat nog geen ander sisteem gevind is om die HE-benadering te vervang nie geniet dit wydverspreide aandag — in die jongste tyd ook in Suid-Afrika (Dijkhuis 1971; 1972 soos aangehaal deur Eicker 1979). Die beste van die huidige aanvaarbare metodes waarop HE bereken word, toon egter 'n te groot variasie om werklik van nut te wees. Deur gebruik te maak van die werklike gemiddelde daaglikse temperature gebaseer op die oppervlakte onder 'n termogramkromme is dit moontlik om die groot variasie in HE tot 'n mate te beperk.

i. *Kleiner wysigings van die konvensionele HE-metode*

Die konvensionele HE-metode is onder andere deur Hoover (1955), Arnold (1960) en Baskerville & Emin (1969) gebruik — soms met kleiner wysigings:-

$$\text{Dageenhede (DE)} = \frac{\text{maksimum} + \text{minimum}}{2} \text{ temperatuur} - \text{drumpeltemperatuur}$$

Arnold (1960) gebruik 'n grafiese metode om die aantal DE te bepaal deur die oppervlakte onder 'n 24-uur temperatuurkromme op 'n termogram te bepaal. Hy vind dat vir enige gegewe dag die oppervlakte onder 'n sinus-kromme waarvan die amplitude by die daaglikse maksimum en minimum temperatuur aangepas is, 'n benadering is van die oppervlakte onder die werklike daaglikse temperatuurkromme.

Baskerville & Emin (1969) het Arnold (1960) se metode gebruik

om wiskundige formules vir die berekening van die DE daar te stel, met dié verskil dat 'n drumpel- en boonste grens=temperatuur gebruik is. Dieselfde soort resultate as Arnold (1960) is egter verkry.

Die volgende metodes is voorbeelde van ander benaderings tot hitte-eenhede:

- ii. Eksponensiële indeks* (Katz 1952)
- iii. Fototermiese-eenheid* (Nuttonson 1948)
- iv. Tydsverloop of amplitude-sommering ("Duration summation")* (Lindsey & Newman 1956)
- v. Optimum gemiddelde temperatuur* (Abrami 1972)
- vi. Grondageenheid* (Lettau 1965)
- vii. Sontermiese-eenheid (ST ϵ)* (Caprio 1974)
- viii. Spanningsgraaddae (SGD)* (Idso *et al.* 1978)

c. Gebruike en toepassing van die HE-konsep

Die HE-konsep word veral weens sy praktiese waarde eerder as teoretiese akkuraatheid, wyd gebruik. Sy vernaamste gebruik spruit uit sy voorspellingswaarde, byvoorbeeld by die voorspelling van aanplant- en oesdatums van landbougewasse en vrugtebome (Katz 1952; Thornthwaite 1952; Hoover 1955; Arnold 1959; Du Pisani 1967; Newman *et al.* 1968; Hacia 1969; Lowry 1970; Idso *et al.* 1978). Voorspelling van die opbrengs en kwaliteit van die oes maak dit moontlik om die beste aanplanttyd vir die beste resultate te kan bepaal (Du Pisani 1967; Keefer *et al.* 1976).

Eicker (1979) het 'n aantal metodes gebruik vir die berekening van die klimatologiese behoeftes vir fenologiese gebeurtenisse veral met betrekking tot *Zea mays* L. Die mikpunt van sy studie was om 'n eenvoudige maar bruikbare algemene indeks te vind om die blomdatum van verskillende kultivars van *Zea mays* akkuraat te voorspel.

Die metodes wat deur Eicker (1979) gebruik is, kan soos volg ingedeel word:

- A. Metodes wat slegs van temperatuur gebruik maak:
 - 1. Resgetal-indeks van Adanson (1750)
 - 2. Graaddae van Arnold (1971)
 - 3. Mielie hitte-eenhede van Brown (1963)
 - 4. Agmet-eenhede van Bunting (1976)
 - 5. Effektiewe grade van Gilmore & Rogers (1958)
 - 6. Resgetalindeks van Iwata & Okubo (1969)
 - 7. Eksponensiële indeks van Livingstone & Livingstone (1913)
 - 8. Fisiologies indeks van Lehenbauer (Livingstone 1916)
- B. Metode wat van fotoperiode en temperatuur gebruik maak:
 - 9. Fototermiese-eenhede van Fritsch (1852)
- C. Metode wat van straling gebruik maak:
 - 10. Stralingseenhede van Bates (1976)
- D. Metode wat van plantdatum gebruik maak:
 - 11. Model van Stauber *et al.* (1968)
- E. Metode wat slegs van dae gebruik maak:
 - 12. Model van Wang (1972)

Bogenoemde indekse is deur Eicker (1979) ondersoek. Hy het dit op data toegepas wat uit mielikultivarproewe verkry is wat oor 3 jaar gestrek het. Uit hierdie ondersoek het geblyk dat die resgetal-indeks van Iwata & Okubo {1969; 1975 soos aangehaal deur Eicker (1979)} die beste resultate gelewer het. Dit is gebaseer op die idee dat die koëffisiënt van variasie van 'n reeks plantings gereduseer moet word deur die temperature bokant die optimum en onderkant die drumpeltemperatuur te ignoreer. Eicker (1979) het met hierdie indeks 'n maksimum verskil van vier dae gekry tussen die voorspelde en waargenome dae vanaf plantdatum tot blomdatum by *Zea mays*. Volgens Eicker (1979) kan hierdie indeks as 'n internasionale aanvaarbare indeks beskou word.

Voorbeeld

'n Voorbeeld van Newman *et al.* (1968) word gebruik om te illustreer hoe die datum van volwassenheid van 'n plantsoort met behulp van GDE voorspel kan word. Hulle gebruik 'n

koringvariëteit met 'n drumpeltemperatuur van 50°F (10°C) en wat 2 600 GDE benodig om 30 % saadvoggehalte te bereik. In Indiana, V.S.A. kom dae met 'n gemiddelde temperatuur bokant 10°C naastenby vanaf 1 April voor.

Deur gebruik te maak van 'n grafiese voorstelling van die normale seisoenale GDE-sommering (Figuur 4.15) kan bereken word hoeveel GDE vanaf enige datum tot die einde van die seisoen sal sommeer. Indien die werklike seisoenale GDE-sommering vir die spesifieke jaar op dieselfde grafiek gestip word, kan die datum van volwassenheid vanaf enige tydstip voorspel word.

Uit die grafiek (Figuur 4.15) blyk dit dat daar op 4 Mei (die plantdatum) alreeds 200 GDE van die verwagte 3 000 GDE gesommeer het. Daar kan dus nog 2 800 GDE vir die groei-seisoen verwag word. Volgens die lyn vir normale seisoenale sommering sal 2 600 GDE (die variëteitskonstante) vanaf 4 Mei tot 12 September sommeer. Die datum van volwassenheid word dus as 12 September voorspel.

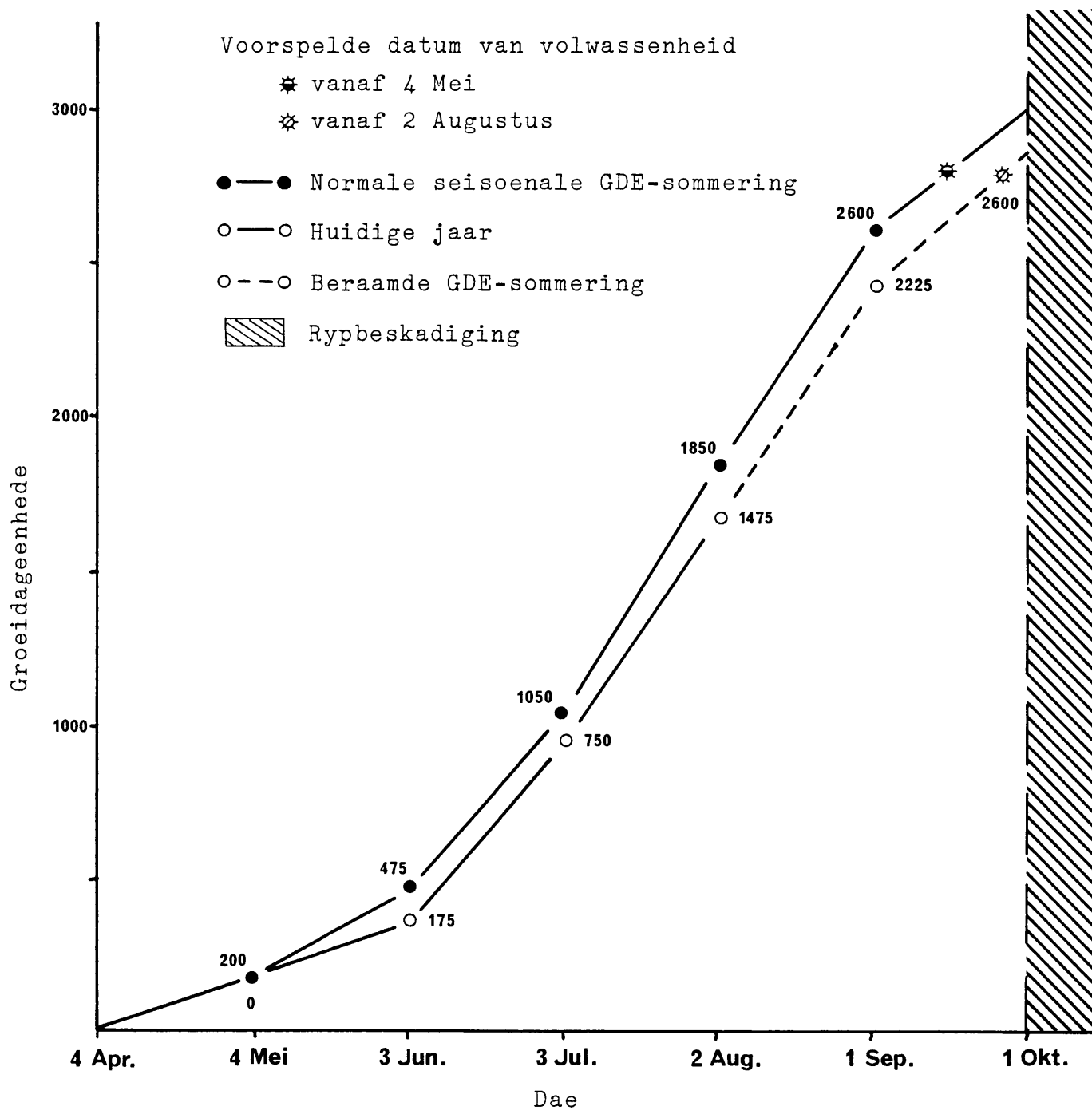
Die spesifieke jaar se GDE-sommerings wyk egter af van die normale seisoenale sommering. Op 2 Augustus het daar reeds 1 475 GDE vanaf die plantdatum gesommeer. 'n Verdere 1 125 GDE word dus benodig.

As die normale seisoenale lyn gebruik word, word gevind dat 1 125 GDE vanaf 2 Augustus tot 24 September sal sommeer. Op 2 Augustus kan 24 September dan as die verwagte datum van volwassenheid voorspel word. Hoe nader aan oestyd die voorspelling gemaak word, hoe akkurater is die voorspelling.

Indien daar tussen 2 Augustus en 1 September slegs 600 GDE sou sommeer, word nog 500 GDE benodig. Dit kan beteken dat die koring deur ryp beskadig mag word aangesien daar gewoonlik slegs 400 GDE vanaf 1 September tot 1 Oktober sommeer.

d. Kritiek op die HE-benadering

Die konvensionele lineêre HE-benadering is deur die jare



Figuur 4.15 Voorspelling van die datum van volwassenheid van 'n plantspesie met behulp van normale seisoenale GDE-sommering (Newman *et al.* 1968).

aan baie kritiek onderwerp ten spyte van sy gebruik in navorsing oor twee en 'n halwe eeu.

- i. Een van die hoofkritiekpunte is die probleem om die korrekte drumpeltemperatuur te bepaal (Arnold 1959; Wang 1960; Newman *et al.* 1968; Goyne *et al.* 1977). Die drumpeltemperatuur in konvensionele HE-berekeninge word as 'n konstante temperatuur geneem en op die hele lewensiklus van die plant toegepas. 'n Plant reageer egter verskillend op dieselfde omgewingsfaktor gedurende verskillende stadiums van sy lewensiklus.
- ii. Die boonste grenstemperatuur^a vir groei word nie in ag geneem nie, terwyl uiterste hoë temperature plantontwikkeling nadelig beïnvloed (Wang 1960).
- iii. Die HE-benadering veronderstel 'n lineêre verwantskap tussen plantgroei en -ontwikkeling en lugtemperatuur terwyl dit in werklikheid effens kurwilineêr is veral naby die drumpeltemperatuur en die boonste grenstemperatuur (Thornthwaite 1952; Arnold 1960; Wang 1960; Abrami 1972; Goyne *et al.* 1977).
- iv. Daar is kritiek teen die gebruik van slegs 'n enkele omgewingsfaktor soos lugtemperatuur (Lettau 1965). Daar word op gewys dat omgewingsfaktore soos grondtemperatuur, grondvog, daglengte, irradiansie en reënval, wat ook groei en ontwikkeling beïnvloed, nie in ag geneem word nie (Arnold 1960; Wang 1960).
- v. Mikroklimaatsverskille kom tussen verskillende gebiede voor maar ten spyte hiervan word slegs 'n enkele lokaliteit se klimaatsgegevens meesal vir die HE-benadering gebruik (Arnold 1960; Jackson 1966). Temperatuurmetings moet dus by die plante self geneem word op die korrekte planthoogte aangesien hierdie mikroklimaat die werklike toestande verteenwoordig wat die plantreaksie beïnvloed (Katz 1952; Jackson 1966).
- vi. Wang (1960) en Lowry (1970) wys daarop dat tussen groei en ontwikkeling gedifferensieer moet word aangesien twee plante wat dieselfde groei vertoon nie noodwendig dieselfde ontwikkeling deurgaans nie.

^a Die boonste grenstemperatuur verwys na die temperatuur waarbo geen groei veronderstel is om plaas te vind nie.

- vii. Sekere plantspesies toon 'n groot variasie in hul fenofases as gevolg van intraspesifieke genetiese variasie eerder as variasie as gevolg van omgewingsverskille (Jackson 1966).
- viii. Du Toit (1979) het in 'n proef met *Helianthus annuus* L. (sonneblom) oor drie jaar gevind dat beide die aantal dae en die aantal HE betekenisvol verskil tussen die verskillende jare vir byna alle groeiperiodes. Daar is ook gevind dat daar 'n hoogs betekenisvolle lineêre toename in die aantal HE is wat benodig word, as daar 'n toename in die digtheid van die plante is.

4.2.4.2 Metodes

Vir die toepassing van hitte-eenheidindekse op die data verkry vanaf die studiegebied, word van twee metodes gebruik gemaak, naamlik:

- a. Groeidageenheide of graaddae (GDE) (Newman *et al.* 1968)

$$GDE = \sum_N \left(\frac{T_M + T_m}{2} \right) \quad \text{as} \quad \frac{T_M + T_m}{2} > T_t$$

waar: GDE = totale aantal hitte-eenhede gedurende N dae

T_M = maksimum temperatuur op 'n bepaalde dag

T_m = minimum temperatuur op 'n bepaalde dag

T_t = drumpeltemperatuur

- b. Resgetalindeks (hitte-eenhede) van Iwata & Okubo (Eicker 1979)

$$HE = \frac{T_x + T_n}{2} - 10$$

waar: $T_x = 25^\circ\text{C}$ indien $T_x > 25^\circ\text{C}$ (T_x = boonste grenstemperatuur)

$T_n = 10^\circ\text{C}$ indien $T_n < 10^\circ\text{C}$ (T_n = drumpeltemperatuur)

10°C en 25°C is die drumpeltemperatuur en boonste grenstemperatuur respektiewelik soos vir *Zea mays* bereken.

Die twee drumpeltemperature wat vir die meerjarige houtagtige plantegroei van die studiegebied gebruik is, is 5°C en 10°C (vir al die spesies) terwyl 30°C as boonste grenstemperatuur gebruik is (Kyk afdeling 5.4, Tabel 5.12).

'n Probleem by meerjarige plantegroei is om die beginpunt van hitte-eenheidsomkering vas te stel. Vir hierdie studie is 21 Junie van elke jaar as beginpunt geneem, aangesien dit eerstens die wintersonstilstand verteenwoordig en tweedens word die uiterste minimum temperature gewoonlik binne ongeveer twee weke daarna ondervind. Die datum van antese is as die einddatum van somkering geneem.

Die hitte-eenhede is vir agt spesies vir die 1980/81 en 1981/82 seisoene gesommeer. Lugtemperatuurgegewens van die tydelike weerstasie in die hoofstudieperseel is vir die berekenings gebruik. Van die spesies het min of meer dieselfde tyd elke jaar geblom, byvoorbeeld *Acacia caffra*, *A. robusta* en *Ximenia caffra* (Tabel 4.7). Die ander spesies het in die verskillende jare op verskillende tye van die jaar (van die lente tot die laatsomer) geblom (Tabel 4.7).

4.2.4.3 Resultate en bespreking

Die resultate van die hitte-eenheidsomkering van die agt fanerofiete van die studiegebied vir die tydperk 1980/81 en 1981/82, word in Tabel 4.30 weergegee.

Die klimaat van die twee seisoene (1980/81 en 1981/82) op die RNR het taamlik van mekaar verskil, wat dan ook 'n invloed op die blomtye van sekere van die ondersoekte spesies uitgeoefen het. Die somerseisoen van 1980/81 kan as 'n redelike normale seisoen beskou word maar die 1981/82 somer kan as warmer en droër as die normale seisoen beskou word. Veral in die vroeë somer was die lugtemperatuur besonder hoog en die reënval laag (Kyk afdeling 2.4.3). Die spesies wat gewoonlik vroeg in die lente blom, soos *Acacia robusta* en *A. caffra* is relatief min deur hierdie klimaatsverskille beïnvloed (Tabel 4.7). Die droë en warm vroeë somer

van 1981 het egter 'n vertragingsinvloed op die blomtye van die ander spesies, soos *Olea europaea* subsp. *africana* en *Zanthoxylum capense*, gehad.

Bogenoemde verskille is dan ook duidelik in die som van die hitte-eenhede vir die onderskeie spesies te sien (Tabel 4.30). Die hoeveelheid hitte-eenhede wat deur 'n vroegblommende spesie soos *Acacia caffra* vanaf die middel van die winter tot en met blomtyd benodig word, was redelik konstant vir die verskillende jare. Die spesies wat later en ook op verskillende tye van die jaar, afhangende van die klimaatstoestande blom, soos byvoorbeeld *Berchemia zeyheri*, het egter groot verskille in hul hitte-eenhedsommering vanaf die middelwinter tot en met antese getoon.

Dit is in laasgenoemde geval dus duidelik dat 'n sekere hoeveelheid hitte-eenhede nie as maatstaf vir byvoorbeeld die voorspelling van 'n blomdatum gebruik kan word nie. Die feit dat 'n spesie soos *Acacia caffra* op min of meer dieselfde datum elke jaar blom dui moontlik daarop dat dit minder deur temperatuur en reënval beïnvloed word en moontlik meer onder die invloed van 'n bestendige faktor soos daglengte of dat dit onder endogene beheer kan wees.

Die twee metodes wat gebruik is, naamlik die konvensionele groeidageenheid-metode (GDE) en die resgetalindeksmetode, verskil van mekaar wat die getal hitte-eenhede betref, maar verskil op dieselfde manier van seisoen tot seisoen.

In die geval van eenjarige plante, wat elke jaar blom en saad produseer, en in monokultuur onder dieselfde toestande op dieselfde tydstip geplant word, byvoorbeeld *Zea mays*, is daar 'n definitiewe beginpunt, byvoorbeeld plantdatum, wat vir hitte-eenhedsommering gekies kan word, en is dit dus moontlik dat hitte-eenhede vir die voorspelling van die blomdatum gebruik kan word. By meerjarige houtagtige plante lyk dit egter nie of die metode 'n nuttige toepassingswaarde het nie, juis vanweë die feit dat 'n aantal klimaatsfaktore, waarvan reënval ook belangrik is, 'n groot invloed op die blomgedrag van hierdie spesies het. Houtagtige meerjarige

Tabel 4.30 Die som van hitte-eenhede (HE) vir agt fanerofietspesies op die Roodeplaatdam-natuurreservaat vir die groeiseisoene 1980/81 en 1981/82. A = groeidageenheidmetode; B = resgetalindeksmetode

Spesie	Drumpel= temperatuur	Metode	1979/80	1980/81		1981/82	
			Antese= datum	Antese= datum	HE	Antese= datum	HE
<i>Acacia caffra</i>	5°C	A	1979-08-31	1980-09-05	631,2	1981-09-10	643,1
	"	B	"	"	730,4	"	730,0
	10°C	A	"	"	260,9	"	241,0
	"	B	"	"	503,3	"	496,3
<i>Acacia robusta</i>	5°C	A	1979-08-16	1980-08-21	440,3	1981-09-10	643,1
	"	B	"	"	539,2	"	730,0
	10°C	A	"	"	144,1	"	241,0
	"	B	"	"	371,1	"	496,3
<i>Berchemia zeyheri</i>	5°C	A	1979-11-08	1980-10-17	1 218,2	1982-01-05	2 592,5
	"	B	"	"	1 288,5	"	2 543,4
	10°C	A	"	"	638,0	"	1 599,8
	"	B	"	"	871,0	"	1 766,1
<i>Cassine burkeana</i>	5°C	A	1979-11-23	1980-12-08	2 052,2	1982-01-05	2 592,5
	"	B	"	"	2 103,4	"	2 543,4
	10°C	A	"	"	1 212,0	"	1 599,8
	"	B	"	"	1 426,8	"	1 766,1
<i>Ehretia rigida</i>	5°C	A	1979-09-14	1980-10-03	966,3	1981-12-03	1 986,9
	"	B	"	"	1 060,7	"	1 976,0
	10°C	A	"	"	456,1	"	1 159,4
	"	B	"	"	711,2	"	1 363,7
<i>Olea europaea subsp. africana</i>	5°C	A	1979-12-27	1980-12-24	2 341,7	1982-02-05	3 178,8
	"	B	"	"	2 385,9	"	3 104,5
	10°C	A	"	"	1 421,5	"	2 031,1
	"	B	"	"	1 629,3	"	2 172,2
<i>Ximenia caffra</i>	5°C	A	1979-10-11	1980-10-03	966,3	1981-10-15	1 131,7
	"	B	"	"	1 060,7	"	1 389,5
	10°C	A	"	"	456,1	"	556,7
	"	B	"	"	711,2	"	804,5
<i>Zanthoxylum capense</i>	5°C	A	1979-11-23	1980-11-14	1 673,7	1982-01-05	2 592,5
	"	B	"	"	1 730,5	"	2 543,4
	10°C	A	"	"	953,5	"	1 599,8
	"	B	"	"	1 173,9	"	1 766,1

plante blom ook nie noodwendig elke jaar nie en in sekere gevalle word die blomknoppe alreeds in die voorafgaande groeiseisoen aangelê.

HOOFSTUK 5

EKOFISIOLOGIE

5.1	<u>INLEIDING</u>	229
5.2	<u>FOTOSINTESE</u>	230
5.2.1	INLEIDING	230
5.2.1.1	<u>Fotosintesetempo</u>	231
5.2.1.2	<u>Daaglikse verloop</u>	233
5.2.1.3	<u>Omgewingsfaktore</u>	233
5.2.2	METODES	239
5.2.2.1	<u>Inleiding</u>	239
5.2.2.2	<u>Apparaat en metodes</u>	248
5.2.2.3	<u>Prosedure in die veld</u>	250
5.2.2.4	<u>Prosedure in die laboratorium</u>	251
5.2.2.5	<u>Berekening van die fotosintesetempo</u>	254
5.2.2.6	<u>IRGA- en $^{14}\text{CO}_2$-metode</u>	254
5.2.3	RESULTATE EN BESPREKING	255
5.2.3.1	<u>Fotosintesetempo</u>	255
5.2.3.2	<u>Daaglikse verloop</u>	258
5.2.3.3	<u>Seisoenale verloop</u>	270
5.2.3.4	<u>IRGA- en $^{14}\text{CO}_2$-metode</u>	272
5.3	<u>TRANSPIRASIE</u>	275
5.3.1	LITERATUUROORSIG	275
5.3.1.1	<u>Inleiding</u>	275
5.3.1.2	<u>Transpirasietempo</u>	276
5.3.1.3	<u>Stomas en stomadiffusieweerstand of</u> <u>-geleiding</u>	277
5.3.1.4	<u>Omgewingsfaktore</u>	282
5.3.1.5	<u>Porometers</u>	286
5.3.1.6	<u>Voorsorgmaatreëls en probleme</u>	287
5.3.2	METODES	287
5.3.2.1	<u>Inleiding</u>	287
5.3.2.2	<u>Meetprosedure</u>	289
5.3.2.3	<u>Meetprosedure in die studiegebied</u>	291

5.3.3	RESULTATE EN BESPREKING	292
5.3.3.1	<u>Transpirasietempo en diffusieweerstand</u> .	292
5.3.3.2	<u>Daaglikse verloop van die transpirasie=</u> <u>tempo</u>	298
5.3.3.3	<u>Seisoenale verloop van die transpirasie=</u> <u>tempo om 11h00</u>	301
5.3.3.4	<u>Stomas</u>	308
5.4	<u>DIE VERHOUDING TUSSEN FOTOSINTESE, TRANSPIRASIE EN</u> <u>OMGEWINGSFAKTORE</u>	310
5.4.1	INLEIDING	310
5.4.2	METODES	312
5.4.3	RESULTATE EN BESPREKING	312
5.5	<u>CHLOROFILKONSENTRASIE</u>	326
5.5.1	INLEIDING	326
5.5.2	METODES	327
5.5.3	RESULTATE EN BESPREKING	329
5.6	<u>BLAARWATERGEHALTE</u>	333
5.6.1	INLEIDING	333
5.6.2	METODES	336
5.6.3	RESULTATE EN BESPREKING	337
5.7	<u>BLAAROPPERVLAKTE</u>	344
5.7.1	INLEIDING	344
5.7.2	METODES	345
5.7.3	RESULTATE EN BESPREKING	345
5.8	<u>SPEKTRALE EIENSKAPPE VAN 'N AANTAL PLANTSPEESIES</u>	352
5.8.1	INLEIDING	352
5.8.2	METODES	354
5.8.3	RESULTATE EN BESPREKING	356

HOOFSTUK 5

EKOFISIOLOGIE5.1 INLEIDING

Plantekofisiologie is fundamenteel gemoed met die fisiologie van plante soos dit deur fluktuerende eksterne faktore beïnvloed word (Larcher 1980).

Volgens Pannier (1975) kan die oorspronklike idee van ekofisiologie moontlik in die vroeë geografiese werke van Humboldt in 1806 en Grisebach in 1884 gevind word waar onder andere na die plant se reaksie op klimaat verwys word. Schimper het ook in 1898 reeds na die belang van ekofisiologiese werk verwys (Lange *et al.* 1981). Die veld van eksperimentele ekologie (of outekologie) was veral deur mense soos Clements en Daubenmire in die V.S.A., Boysen-Jensen in Swede, Stocker en Walter in Duitsland en Evenari in Israel ontwikkel (Pannier 1975; Lange *et al.* 1981). Later het plantfisioloë laboratoriumeksperimente onder natuurlike veldtoestande begin toepas, hoofsaaklik weens die ontwikkeling van onder andere draagbare apparate, relatief vinnige en eenvoudige analisemetodes en nabootsing van omgewingstoestande in kuvette. Hulle doel was veral om die invloed van 'n enkele faktor op die plant te toets.

Die doel van ekologiese plantfisiologie is om prosesse soos plantaktiwiteit, oorlewing en verspreiding op 'n fisiese, chemiese en/of wiskundige basis te probeer verklaar. Dit is 'n relatief jong dissipline en daar is slegs 'n paar basiese handboeke oor die onderwerp geskryf naamlik Kreeb in 1974 (in Lange *et al.* 1981), Daubenmire (1974), Larcher (1975; 1980), Bannister (1976), Etherington (1978) en Lange *et al.* (1981).

5.2 FOTOSINTESE

5.2.1 INLEIDING

Tensy anders vermeld word, is die fotosintese- en respirasie=tempo's waarna in die teks verwys word, op 'n oppervlaktebasis uitgedruk.

Berekenings van fotosintese tempo verskaf inligting aangaande die algemene vlak van aanpassing van die organisme by die omgewing, asook data om in modelle te gebruik en verskaf bruikbare beskrywende inligting aangaande die gedrag van die plant onder sy spesifieke natuurlike groeitoestande (Jarvis 1970).

By volgroeide bome varieer die fotosintese tempo ruimtelik aangesien die boom en omringende individue die mikro-omgewing waarin fotosintese plaasvind, beïnvloed. Attenuasie van lig en variasies in temperatuur, lugvogtigheid, wind en CO₂-konsentrasie kan verwag word om voor te kom. Binne die kroon van 'n boom, kan plantfaktore soos blaarmorfologie of aanpassings van die blare by son- of skadutoestande, ook 'n rol speel by variasie in die fotosintese tempo (Aubuchon *et al.* 1978).

Volgens Larcher (1980) word die volgende weerstande in en om die blaar gekry wanneer diffusie plaasvind en waardeur die fotosintese tempo beïnvloed kan word, naamlik:

- i. grenslaagweerstand van lug om die blare;
- ii. fisiologies reguleerbare stomaweerstand;
- iii. diffusieweerstand in die intersellulêre sisteem, wat van die blaarstruktuur afhang;
- iv. raakvlakweerstand ("interface") geassosieer met die oplos en oordrag van CO₂ in die vloeistoffase van die selwand;
- v. en in die protoplasma;
- vi. karboksileringsweerstand as gevolg van soms 'n lae karboksilerings tempo in die chloroplaste; en
- vii. eksitasie- of opwekkingsweerstand as gevolg van 'n lae energievoorsiening tempo (vergeelyk afdeling 5.3.1.3).

Die stomas is die belangrikste reguleerders van die diffusieproses en die stomaweerstand word deur die poriewydte bepaal (Larcher 1980). Volgens Kramer & Kozlowski (1979) mag variasies in stomagrootte, frekwensie en beheer van die stoma-opening die oorsaak wees van verskille in stomadiffusieweerstand en fotosintese tempo. Die belang van stomabeheer word getoon deur die gelyktydige afname in stomaporiegrootte, fotosintese- en transpirasietempo's gedurende droogtes, en by middaginsinkings van tempo's wanneer stomas tydelik sluit.

Diffusieweerstand is een van die belangrikste faktore wat onder andere CO₂-opname beperk. Die weerstand neem toe met toenemende blaargrootte en neem af met toenemende windspoed. Tipiese waardes vir 'n blaar van 10 mm wydte is 1,0 en 0,1 s.cm⁻¹ by 'n windspoed van 0,1 m.s⁻¹ en 10 m.s⁻¹ respektiewelik, vir 'n blaar van 100 mm wydte is die diffusieweerstand 3,0 en 0,3 s.cm⁻¹ by 'n windspoed van 0,1 m.s⁻¹ en 10 m.s⁻¹ respektiewelik (Kramer & Kozlowski 1979).

Die stomaweerstand teen gasdiffusie (r_s) neem eksponensieel toe met afnemende poriewydte (hiperboliese kromme). Die porie-oppervlakte wissel van 0,5 % tot 1,2 % van die blaaroppervlakte by die meeste plantsoorte, maar kan tot 3 % van die blaaroppervlakte van woudbome uitmaak (Larcher 1980).

Volgens Sesták *et al.* (1971) was Lyubimenko in 1910 die eerste om waarnemings oor veranderinge in fotosintetiese kenmerke met blaarveroudering te doen. Blaarveroudering het 'n invloed op die fotosintese tempo deurdat ontwikkelende en afsterwende blare 'n relatief laer fotosintese tempo vertoon as volwasse blare (Sesták *et al.* 1971; DePuit & Caldwell 1975b; Larcher 1980).

5.2.1.1 Fotosintese tempo

Die tempo van nettofotosintese van 'n plant by 'n gegewe staat van ontwikkeling by natuurlike atmosferiese CO₂-konsentrasie en optimale toestande van lig, water, temperatuur en mineraalvoeding, word sy fotosintetiese kapasiteit genoem

(Larcher 1980).

Koolstofdioksiedopname vind hoofsaaklik deur stomas plaas alhoewel klein hoeveelhede waarskynlik deur die kutikula en epidermis diffundeer (Kramer & Kozlowski 1979) maar volgens Larcher (1980) is kutikulêre CO₂-opname onder natuurlike toestande weglaatbaar klein.

Volgens Zelitch (1975) is C₄-spesies fotosinteties doeltreffend en het lae fotorespirasietempo's. Hulle bind CO₂ tussen 25°C en 35°C by hoë ligintensiteite teen 'n tempo wat twee tot drie maal hoër is as dié van C₃-spesies. Hierdie C₄-spesies is fotosinteties meer doeltreffend by hoër temperature aangesien hulle nie soos C₃-spesies 'n groot toenemende tempo van fotorespirasie (met hoë Q₁₀) openbaar nie. Volgens sommige navorsers maak die fotorespirasietempo by C₃-spesies 15 % van die netto CO₂-binding uit maar Zelitch (1975) beskou dit eerder as 50 % by C₃- en 'n weglaatbare lae tempo by C₄-spesies. Volgens Larcher (1969a) kan die fotorespirasietempo nie maklik bepaal word nie maar dit blyk relatief hoër te wees as donkerrespirasie by dieselfde temperatuur.

Volgens Al-Ani *et al.* (1972) kom 'n hoë metabolismetempo by 'n hoë blaarwaterpotensiaal voor en in die nie-groeiseisoen word 'n lae nettofotosintese tempo behou. Fotosintese tempo is by *Larrea divaricata* sterk met dagbreekblaarwaterpotensiaal gekorreleer (Oechel *et al.* 1972). Maksimum fotosintese tempo by *Viola adunca* word by 'n blaarwaterpotensiaal van -900 kPa verkry. Stomasluiting is by waterspannings laer as -1 800 kPa by *Loiseleuria procumbens* aangeteken (Grabherr 1977).

Volgens 'n studie van Anderson (1982) op *Tamarix chinensis* is gevind dat blaarweerstand toeneem wanneer die ligintensiteit laer as 33 % van volle sonlig daal en dat skadu vir vyf minute die weerstand laat verdubbel. Blaarweerstand was 'n funksie van temperatuur, lig en lugvogtigheid, eerder as van die plantwaterpotensiaal. Aubuchon *et al.* (1978) het 'n positiewe korrelasie tussen die fotosintese tempo en blaargeleiding gevind.

5.2.1.2 Daaglikse verloop

Die daaglikse fluktuasie van faktore dit wil sê 'n 24-uur ritme word ook 'n sirkadiese ritme genoem. Dit verwys na die vaste periodisiteit gereguleer deur die biologiese klok en omsluit omgewings- en fisiologiese ritmes (Odum 1971). Die 24-uur periode word op basis van die totale hoeveelheid lig ontvang, onderverdeel in 'n volle daglig periode ("diurnal"), aandskemerperiode ("vesperal"), nagperiode ("nocturnal") en oggendskemerperiode ("auroral"). Die skemerperiodes word saam "crepuscular" periodes genoem (Knight 1966; Odum 1971). Aangesien lig, temperatuur en ander fisiese faktore 'n daaglikse ritme toon, vertoon organismes ook ten opsigte van onder andere fotosintese en transpirasie 'n daaglikse periodisiteit wat direk of indirek met die omgewingsfaktore gekorreleer is (Odum 1971). Daar is dus twee soorte daaglikse ritmes wat by plante onderskei kan word, naamlik die endogene ritme en die ritme wat deur die fluktuering van omgewingsfaktore teweeggebring word.

5.2.1.3 Omgewingsfaktore

a. Lig (Tabel 5.1)

Die fotosintetiese aktiewe straling (FAS) lê tussen die golflengtes 400 en 700 nm (Larcher 1980) en die eenhede waarin dit verkieslik uitgedruk word is $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Met 'n toename in ligintensiteit word eerstens die ligkompensasiepunt bereik. Hierdie irradiansie verskil tussen spesies, blaartipes (laer in skadublare as sonblare), blaarouderdomme (hoër by jong blare), CO_2 -konsentrasies van die atmosfeer en temperature (Larcher 1969b; 1980). Aangesien die respirasietempo vinnig met 'n styging in temperatuur toeneem (Hellmuth 1968; Larcher 1969b; Aubuchon *et al.* 1978) is die ligkompensasiepunt ook hoër by hoër temperature, veral bo 35°C . Die tempo van CO_2 -afgifte deur fotorespirasie neem ook toe met 'n toename in irradiansie.

Ligversadiging word vir baie plantsoorte by 25 - 50 % van volle

Tabel 5.1 Ligkompensasië- en ligversadigingspunte van enkelblare van verskillende houtagtige plantsoorte by natuurlike CO₂-konsentrasies en optimale temperature (Larcher 1980)

	Ligkompensasië= punt (W.m ⁻²)	Ligversadigings= punt (W.m ⁻²)
Winterbladwisselende spesies		
sonblare	10 - 15	250 - 500
skadublare	3 - 6	100 - 150
Immergroen spesies		
sonblare	5 - 15	200 - 500
skadublare	1 - 3	50 - 100

Tabel 5.2 Die optimale en uiterste temperatuurgrense vir die nettofotosintese van verskillende plantsoorte by 'n natuurlike CO₂-konsentrasie en ligversadiging (Larcher 1980)

	Laagste temperatuur (°C)	Optimum temperatuur (°C)	Hoogste temperatuur (°C)
Immergroen bome van die trope en subtropie	0 - 5	25 - 30	45 - 50
Winterbladwisselende spesies van gematigde streke	-1 tot -3	15 - 25	40 - 45

sonlig verkry en die hoogste fotosintese tempo's word in baie gevalle tussen ongeveer 08h00 en 10h00 verkry. Anderson (1982) het gevind dat *Tamarix chinensis* ligversadig raak by 'n kwantumvloeddigheid van 44 % van volle sonlig. Kinerson (1979) het gevind dat *Betula papyrifera* by 10 - 20 % van volle ligintensiteit, ligversadig raak. Volgens Larcher (1969b) is die ligversadigingsvlak van 'n spesie hoër hoe hoër sy fotosintetiese kapasiteit is. Die ligversadigingspunt hang van die CO₂-konsentrasie van die atmosfeer, diffusieweerstand in die blaar en die blaarwaterpotensiaal af (Larcher 1969b).

By lae ligintensiteite (bo die kompensasielvlak) is daar 'n direkte eweredige verhouding tussen fotosintese tempo en irradiansie (Larcher 1980).

In 'n bepaling van die ligintensiteite op verskillende hoogtes binne die kroon van 'n 18,9 m hoë *Quercus alba*-boom (Aubichon *et al.* 1978) is die volgende resultate verkry:

- a. op 17,5 m hoogte is die FAS binne die kroon 95 % van die FAS aan die bokant van die boom;
- b. op 14,5 m hoogte is dit 85 % van dié aan die bokant van die boom; en
- c. op 8,0 m hoogte is dit slegs 45 % van dié aan die bokant van die boom.

Die fotosintese tempo het dan ook 'n afname getoon, hoe laer dit in die boom gemeet is.

Volgens Salisbury & Ross (1978) verander die fotosintese tempo binne sekondes na die ligintensiteit verander het. Waar die fotosintese tempo onmiddellik na verdonkering bepaal is, was die tempo 1 % van die kontrole (Shimshi 1969). Gross (1982) gee hierdie sloerfase tussen 'n verandering in die ligintensiteit en dié in die fotosintese tempo aan as ongeveer 10 s. Die reaksie op 'n verlaging in ligintensiteit was altyd vinnig maar by 'n verhoging in ligintensiteit wissel die reaksietyd van 5 s tot 80 s wat moontlik aan fotochemiese en/of biochemiese prosesse toe te skryf is (Gross 1982).

b. Temperatuur

Die invloed van temperatuur op fotosintese tempo is ook belangrik en kompleks (Kramer & Kozlowski 1979). Die tempo van fiksering en reduksie van CO₂ neem toe met 'n toenemende temperatuur tot 'n maksimumwaarde, en word dan oor 'n wye temperatuurgebied gehandhaaf. By uiterste hoë temperature daal die fotosintese tempo — waarskynlik deels as gevolg van ensiem-inaktivering (Larcher 1980).

Drie kardinale temperature (onder toestande van ligversadiging) is van belang naamlik die minimum, optimum en maksimum temperatuur vir fotosintese (Tabel 5.2)

Minimum temperatuur

Tropiese plante funksioneer produktief vanaf 5°C terwyl plante van gematigde streke by temperature wat selfs laer as 0°C is, nog produseer (Larcher 1980).

Optimum temperatuur

Dit is die temperatuur waarby die nettofotosintese tempo meer as 90 % van die maksimum is. By C₄-plante val dit meestal tussen 30 - 40°C, maar vir sekere spesies is dit selfs so hoog as 50°C (Larcher 1980). Volgens DePuit & Caldwell (1973) en Lange *et al.* (1978) verskuif die optimum temperatuur van 'n spesie en word dit hoër in die warmer tye van die jaar (middelsomer). 'n Variasie van soveel as 10°C in die optimum temperatuur vir nettofotosintese is deur Lange *et al.* (1978) by ligversadiging waargeneem. Cresswell *et al.* (1982) het 'n optimum temperatuur vir nettofotosintese van 20°C vir vier houtagtige spesies op Nylsvley gevind.

Maksimum temperatuur

Die respirasietempo neem vinniger as die fotosintese tempo toe by hoër temperature. Die maksimum temperatuur van nettofotosintese is die temperatuur waarby die nettofotosintese tempo nul word. (= sogenaamde hittekompensasiepunt).

Al-Ani *et al.* (1972) en Oechel *et al.* (1972) het nog 'n positiewe nettofotosintese tempo by 40 - 47°C vir *Simmondsia chinensis* en bokant 40°C vir *Larrea divaricata* gekry. Volgens Larcher (1980) het C₄-plantsoorte van uiters warm streke 'n hittekompensasiepunt van tot 60°C.

c. Water

By die fotosintese proses is die handhawing van 'n hoë waterpotensiaal in die protoplasma belangrik (Larcher 1980). 'n Verlies aan water in die sel het 'n direkte inhiberende invloed op die fotosintese proses (elektronvervoer en ensiemaktiwiteit). Die hoof gevolg van 'n verlies aan turgordruk is die sluiting van die stomas en onderbreking van die CO₂-voorsiening. 'n Watergebrek kan deur 'n tekort of oorfloed grondvog (anaërobiese toestande verhoed wateropname deur die wortels) teweeggebring word. 'n Watergebrek is met stomasluiting geassosieer soos aangetoon word deur 'n afname in die transpirasie- en fotosintese tempo (Kramer & Kozlowski 1979). 'n Watergebrek in die plant neem egter nie in verhouding tot grondwatertekorte toe nie, maar is ook gekoppel aan lugtemperatuur en lugvogtigheid. Dus hang waterspanning in die plant van die relatiewe tempo's van absorpsie en transpirasie af en nie net van absorpsie alleen nie.

Die eerste invloed van 'n watergebrek is op die stomaporiëgrootte. Met 'n watergebrek vernou die stomaporie en dit lei tot 'n laer CO₂-uitruilingstempo (Larcher 1980). Daar is twee kritieke punte by 'n gasuitruilings- en waterverlieskromme, naamlik:-

- 'n Watergebrekvlak waarby die stomas sodanig gesluit het dat stomadiffusieweerstand bo dié van die mesofilweerstand verhoog. Na watertoediening herstel die plant (= tydelike verwelking).
- Volkome sluiting van stomas en watergebrek in die protoplasma. CO₂-opname is dus nie moontlik nie, alhoewel CO₂ deur respirasie geproduseer weer opgeneem kan word. Watertoediening lei nie noodwendig tot herstel van die fotosintese tempo nie. Die herstel word vertraag en onder

uiterste uitdroging mag die oorspronklike fotosintetiese kapasiteit van 'n spesifieke blaar nooit weer bereik word nie (Larcher 1980).

d. Mineraalvoedingstowwe

Die invloed van mineraalvoedingstof-voorsiening op fotosintese en respirasie is uiters variërend. 'n Hoë konsentrasie kan skadelik wees en tekorte aan voedingstowwe kan ook 'n beperkende faktor wees (Larcher 1980).

Mineraalvoedingstowwe beïnvloed koolstofmetabolisme beide direk en indirek via die sintese van nuwe weefsel en groei. 'n Tekort aan minerale, en verskille in hoeveelhede wat opge= neem word kan die chlorofilkonsentrasie en die getal, grootte en ultrastruktuur van die chloroplaste beïnvloed. Stikstof-, magnesium- en ystertekorte lei tot chlorose en dus kan die plante nie hoë ligintensiteite benut nie. Mineraalvoeding= stowwe beïnvloed verder gasuitruiling deurdat hulle die gedrag van stomas en die anatomie, grootte, lewensduur en getal blare, beïnvloed (Larcher 1980).

e. Koolstofdiksiedkonsentrasie

Die fotosintese tempo van bome word ook beperk deur die atmos= feriese CO₂-konsentrasie. In 1976 was die CO₂-konsentrasie van die atmosfeer ongeveer 330 d.p.m. en dit neem sedertdien toe met 1 d.p.m. per jaar.

In die afwesigheid van wind is daar deur die dag tot in die laatmiddag in die onmiddellike omgewing van plante tot 'n 25 % afname in die CO₂-konsentrasie van die atmosfeer, as gevolg van hul fotosintese (Kramer & Kozlowski 1979).

5.2.2 METODEDES

5.2.2.1 Inleiding

Die algemeenste metode om fotosintese tempo in die veld te bepaal, is deur die gebruikmaking van 'n infra-rooiganaliseerder (IRGA) met kuvette (Bourdeau & Woodwell 1965; Hellmuth 1968; Larcher 1969a; Lange *et al.* 1970; Al-Ani *et al.* 1972; Oechel *et al.* 1972; DePuit & Caldwell 1975b; Naylor & Teare 1975; Biscoe *et al.* 1977; Incoll 1977; Mauer *et al.* 1978; Anderson 1982). Die gebruik van 'n IRGA vereis gekompliseerde en duur apparaat en 'n hoë graad van behendigheid en opleiding (McWilliam *et al.* 1973; Incoll 1977) soos veral duidelik blyk uit die mobiele laboratoriums van Koch *et al.* (1971), Mooney *et al.* (1971) en Oechel & Lawrence (1979). Hierdie tipe apparatuur kan nie altyd bekostig word nie, elektrisiteit moet beskikbaar wees en studieterreine is soms onbereikbaar met voertuie (Incoll 1977). 'n Geskiedkundige oorsig van die IRGA-metode word deur Lieth (1978) gegee.

'n Behoefte aan meer eenvoudige en draagbare apparate wat onder veldtoestande gebruik kan word, het daartoe aanleiding gegee dat metodes ontwikkel is vir die bepaling van fotosintese tempo met behulp van $^{14}\text{CO}_2$ (McWilliam *et al.* 1973). Hierdie metode is reeds tot en met die middel sestigerjare ekstensief gebruik (Sesták *et al.* 1971) en word tans algemeen onder veldtoestande gebruik. Volgens Incoll (1977) is resente werk met behulp van $^{14}\text{CO}_2$ veral deur Austin & Longden in 1967, Irvine in 1967 en Strebeyko in 1967 ingelei.

^{14}C is die algemeenste en veiligste koolstofisotoop om te gebruik, is maklik beskikbaar en is relatief goedkoop. Die straling het 'n reikafstand in lug van 220 mm vanaf die bron en 'n halflewe van 5 700 jaar (Sesták *et al.* 1971).

Die metode vir die bepaling van die fotosintese tempo behels kortliks die blootstelling van 'n blaar in 'n kuvet vir 'n kort periode aan 'n lugmengsel wat ook $^{14}\text{CO}_2$ bevat. Hierna

word die blaarmonster gefikseer en die hoeveelheid $^{14}\text{CO}_2$ wat gebind is, word bepaal (Shimshi 1969; Sesták *et al.* 1971; McWilliam *et al.* 1973; Incoll 1977).

Die $^{14}\text{CO}_2$ -metode (Vergelyk Figuur 5.1)

Die $^{14}\text{CO}_2$ -metode en variasies daarvan is deur die volgende navorsers toegepas: Mokronosov in 1966, Austin & Longden in 1967 en Irvine 1967 (volgens Sesták *et al.* 1971); Strebeyko in 1967 (volgens Incoll 1977); Shimshi (1969), Turner & Incoll (1971), McWilliam *et al.* (1973), Tieszen *et al.* (1974), Naylor & Teare (1975), Biscoe *et al.* (1977), Incoll (1977), Aubuchon *et al.* (1978), Ferrar (1978), Long & Incoll (1979), Nilsen & Muller (1981) en Cresswell *et al.* (1982).

Oorsigte van die metode word deur Sesták *et al.* (1971) en Incoll (1977) gegee. Inligting aangaande diskriminering teen $^{14}\text{CO}_2$ word deur Von Norman & Brown in 1952 (volgens Shimshi 1969) en Yemm & Bidwell (1969) verskaf.

Silinders

Volgens Sesták *et al.* (1971) gebruik Mokronosov (1966) en Austin & Longden (1967) nie vooraf voorbereide gasmengsels nie, maar sedert 1967 gebruik al die navorsers silinders waarin die gasmengsels ($^{12}\text{CO}_2$ en $^{14}\text{CO}_2$) vooraf voorberei en geberg is (Shimshi 1969; Long & Incoll 1979).

Die silinders wat algemeen gebruik word, is van staal en dit is bekend dat hulle CO_2 adsorbeer, terwyl aluminiumsilinders dit nie doen nie (Incoll 1977). Alhoewel aluminiumsilinders beskikbaar is en verkies word, kan staalsilinders wel bevredigende mengsels verskaf (Incoll 1977). Die belangrikheid van die probleem van adsorpsie van CO_2 aan die wande van staalsilinders kan verminder word deur groot silinders te gebruik (43 dm^3) en dit tot 'n hoë druk ($\approx 8\,300 \text{ kPa}$) te vul. Die CO_2 -konsentrasie daal effens in die eerste week maar bly daarna vir lang periodes redelik stabiel (McWilliam *et al.* 1973).

Strebeiko het in 1967 (volgens Sesták *et al.* 1971) 'n 2,6 dm³ silinder by 10 100 kPa gebruik en Shimshi (1969) beveel ook aan dat die silinders op warm dae koel gehou word.

Die metode van Incoll (1977) behels 'n twee-gas sisteem naamlik 'n 10 cm³ alikwot lug wat ¹⁴CO₂ bevat word by 'n stroom ongemerkte lug gevoeg wat oor die blaar vloei. Hierdie puls neem ongeveer 70 s om deur die kuvet te beweeg, maar 'n akkurate meting van tyd is nie nodig nie.

Gasmengsels

Die ¹⁴CO₂ en ¹²CO₂-gasmengselkonsentrasie moet akkuraat bekend wees sodat die spesifieke radio-aktiwiteit vir die bepaling van die fotosintesetempo bereken kan word. Gasmengsels kan kommersieel bekom word maar 'n fout van tot 5 % kan in die spesifikasies voorkom (Incoll 1977). Verskeie metodes word ook beskryf vir die opmaak van radio-aktiewe mengsels (Strebeiko 1967 in Sesták *et al.* 1971; Shimshi 1969; McWilliam *et al.* 1973).

Verskillende CO₂-konsentrasies word deur die verskillende navorsers gebruik en dit wissel van 300 d.p.m. tot 350 d.p.m. (Shimshi 1969; Strebeiko 1967 in Sesták *et al.* 1971; Naylor & Teare 1975; Biscoe *et al.* 1977; Aubuchon *et al.* 1978; Cresswell *et al.* 1982).

Die fotosintesetempo van die meeste plante is onafhanklik van 'n CO₂-konsentrasie bokant 1 000 d.p.m., maar baie sensitief vir veranderinge in die normale atmosferiese CO₂-konsentrasie.

Handstuk en kuvet van apparaat

'n "Soda-lime"-mengsel (natrium- en kalsiumhidroksied) in die handstuk word gebruik om die residuele ¹⁴CO₂ te verwyder (Austin & Longden 1967; Shimshi 1969; McWilliam *et al.* 1973).

Volgens Schulze & Koch (1971) kan die temperatuur in ongekontroleerde kuvette tot 15°C hoër as die heersende temperatuur styg as gevolg van die sogenaamde glashuiseffek.

Volgens Tranquillini (1964) (in Schulze & Koch 1971) is 'n windspoed van $100 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ deur die kuvet nodig om oorverhitting en vogtoename teë te werk. Lange het in 1962 die "Klapp-küvette" ontwikkel en die kuvet word slegs vir die duur van die meting oor die blaar geplaas (Schulze & Koch 1971). Die beste kuvet wat vir die IRGA gebruik word, is die "Peltier"-gasuitruilkuvet waarin die temperatuur en voggehalte beheer word (Schulze & Koch 1971).

Gasvloeiempo en blootstellingstyd

Die gasvloeiempo wat deur die verskillende outeurs (vir verskillende kuvetvolumes) gebruik is, wissel van 78 tot $120 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ {Strebeyko in 1967 (in Sesták *et al.* 1971); Austin & Longden 1967; Shimshi 1969; McWilliam *et al.* 1973; Naylor & Teare 1975; Biscoe *et al.* 1977; Long & Incoll 1979; Cresswell *et al.* 1982}. Volgens Incoll (1977) is die gasvloeiempo nie kritiek nie, solank dit nie beperkend vir die opname van CO_2 is nie. Naylor & Teare (1975) het egter gevind dat 'n optimum vloeiempo bestaan en dat dit van spesie tot spesie verskil. Hulle vind dat die gasvloeiempo deur die kuvet dus belangriker is as die blootstellingstyd. Optimum vloeiempo's vir die kuvet van ongeveer 940 mm^3 volume wissel van $100 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ vir mielies en koring, tot $125 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ vir sorghum en $150 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ vir sojabone.

Shimshi (1969) reken egter dat die hoogste CO_2 -opnametempo onder optimum toestande nie 10 % van die totale CO_2 -invloei in die kuvet oorskry nie en CO_2 sal dus nie beperkend raak nie. Hy beskou 'n vloeiempo van $80 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ vir 'n 100 mm^3 kuvet as genoegsaam om die grenslaagweerstand feitlik uit te skakel en as gevolg hiervan kan 'n hoër fotosintese tempo verkry word as in stil lug.

Volgens Shimshi (1969), Naylor & Teare (1975) en Incoll (1977) is 'n akkurate bepaling van die blootstellingstyd noodsaaklik. Dit is verkieslik dat die kortste moontlike blootstellingstyd gebruik word wat 'n akkurate bepaling van die fotosintese tempo onder natuurlike toestande moontlik maak (Sesták *et al.* 1971). Naylor & Teare (1975) het

blootstellingstye van 15 s, 20 s, 30 s en 45 s getoets en gevind dat die optimum tyd 15 - 20 s is. Die tye wat deur verskillende outeurs gebruik is, wissel van 15 s tot 70 s {Strebeyko in 1967 (in Sesták *et al.* 1971); Austin & Longden 1967; Shimshi 1969; McWilliam *et al.* 1973; Naylor & Teare 1975; Biscoe *et al.* 1977; Long & Incoll 1979; Cresswell *et al.* 1982}.

Volgens Shimshi (1969) word 'n tyd van 20 s gebruik en sy doelstelling is "om die plant te verras" — met die aanname dat die blaar dieselfde CO₂-opnametempo binne daardie tydsbestek sal handhaaf as onder normale toestande. Volgens Biscoe *et al.* (1977) is selfs 'n 30 s blootstellingstyd as te kort beskou vir die stoma-opening om te verander in reaksie op die gebruik van die kuvet. Die 20 s tyd lyk voldoende aangesien langer tye veranderinge in stomagedrag teweegbring en dat korter tye 'n groter persentasie fout kan veroorsaak (Shimshi 1969).

Volgens Strebeyko (1967) (in Sesták *et al.* 1971) kan tot 2 500 metings teen 'n gasvloei tempo van 100 cm³.min⁻¹ met 'n 2,6 dm³ silinder by 10 100 kPa geneem word. Shimshi (1969) reken dat 30 - 40 metings per uur en Incoll (1977) dat 150 - 200 metings per dag teen 3 minute per lesing, gedoen kan word.

Kuvette

Volgens Shimshi (1969) vind veranderinge in die omgewings=toestande binne die kuvet nie vinnig genoeg tydens die kort blootstellingstyd plaas om 'n betekenisvolle invloed op die toetsblare teweeg te bring nie.

Die kuvet kan die fotosintesetempo op die volgende maniere beïnvloed:

Tien tot vyftien persent van die inkomende straling word deur die kuvetwand geabsorbeer al het "Perspex" 'n hoë deurlaatbaarheid vir lig. Dit moet ook skoon gehou word (Larcher 1969a; Shimshi 1969).

Die temperatuur in 'n kuvet kan tussen 10°C en 15°C styg (Larcher 1969a; Schulze & Koch 1971). Shimshi (1969) vind dat die temperatuur van turgessente blare van $2 - 4^{\circ}\text{C}$ en verwelkte blare $5 - 7^{\circ}\text{C}$ op 'n sonnige somersdag styg wanneer die lugtemperatuur van die omgewing ongeveer 32°C is. Long & Incoll (1979) het egter gevind dat die blaartemperatuur in 'n blaarkuvet na 80 s nie met meer as 1°C in volle sonlig gestyg het nie.

Volgens Shimshi (1969) sal verandering in die relatiewe lugvogtigheid in 'n kuvet van 100 mm^3 nie binne 20 s die fotosintesesetempo beïnvloed nie. Onder lang blootstellingstye kan 'n styging in die relatiewe lugvogtigheid ondervind word, of dit bly ten minste nie konstant nie (Larcher 1969a; Kramer & Kozlowski 1979).

Voorbereiding van blootgestelde plantmateriaal vir radio-aktiwiteitsbepaling

Verskeie metodes bestaan vir die voorbereiding van die plantmateriaal vir radio-aktiwiteitsbepaling (Shimshi 1969; McWilliam *et al.* 1973; Incoll 1977) (Kyk afdeling 5.2.2.4). 'n Maklike en eenvoudige metode word deur onder andere Turner & Incoll (1971) beskryf waar die materiaal direk in 'n oplosmiddel in 'n telflessie ingepons word. Cresswell *et al.* (1982) onttrek die $^{14}\text{CO}_2$ uit die blaarskywe deur kokende alkohol en "Solueen" by 50°C vir 14 uur te gebruik.

Voordele, nadele, probleme en loute van die $^{14}\text{CO}_2$ -metode en IRGA-metode

Voordele van die $^{14}\text{CO}_2$ -metode (Incoll 1977):

- Die fotosintesesetempo van bevolkings of plantgemeenskappe kan tot 'n groot mate bepaal word, aangesien baie metings binne relatief kort tydperke geneem kan word, relatief tot wat met die IRGA moontlik is.
- Die monsterpatroon kan afhangende van die doel van die eksperiment gevarieer word.
- Verskillende blaartipes kan by dieselfde of verskillende

- spesies of individue met mekaar vergelyk word.
- Genotipes kan met mekaar vergelyk word.
 - Die invloed van verskillende CO₂-konsentrasies op die fotosintesesetempo kan vasgestel word.

Nadele van die ¹⁴CO₂-metode:

— Isotoopdiskriminasie

Diskriminering teen ¹⁴CO₂ in die multi-ensiemsisteem van fotosintetiese koolstoffiksering is waarskynlik, maar is moeilik om te bepaal weens die produksie van respiratoriese CO₂ in die blaar (Sesták *et al.* 1971). Volgens Yemm & Bidwell (1969) het resultate met *Zea mays*-blare 'n diskriminering teen ¹⁴CO₂ van slegs 2 % aangetoon. Aangesien die relatiewe tempo van diffusie van ¹⁴CO₂ en ¹²CO₂ in die verhouding van naas=tenby 1:1,02 is, wil dit voorkom asof die verskil in diffusie=tempe die oorsaak van die diskriminering by *Zea mays* is (Sesták *et al.* 1971; Long & Incoll 1979). Volgens Incoll (1977) vind fisiese en biochemiese diskriminering teen ¹⁴CO₂ plaas sodat die spesifieke aktiwiteit by die bindingsvlak minder is as dié buite die blaar. Hiervoor word 'n korreksie=faktor van ongeveer 1,20 deur Shimshi (1969) en Austin & Longden (1967) gebruik. Volgens Van Norman & Brown se bevindinge in 1952 (Shimshi 1969) is die opnametempo van ¹⁴CO₂ slegs 85% van dié van ¹²CO₂ en word 'n korreksiefaktor van 1,19 gebruik. Strebeyko (volgens Sesták *et al.* 1971) gebruik 'n korreksiefaktor van 1,10 terwyl McWilliam *et al.* (1973) 'n faktor van 1,02 gebruik, gebaseer op die bevindings van Yemm & Bidwell (1969).

Volgens Incoll (1977) is die faktor 1,02 algemeen van toe=passing op C₄-plante, maar C₃-plante wys 'n betekenisvolle hoër diskriminering teen ¹⁴CO₂, wat daarop dui dat 'n ander korreksiefaktor vir C₃-spesies benodig en bepaal moet word. Tot die korreksiefaktor vasgestel is, is dit beter om soos Irvine in 1967 (in Sesták *et al.* 1971), Turner & Incoll (1971) en Tieszen *et al.* (1974) geen korreksiefaktor te gebruik nie.

— Respirasie

In eksperimente waarin 'n blootstellingstyd van 'n paar minute gebruik word, is dit moontlik dat die ¹⁴CO₂-konsentrasie

by die bindingsplekke laer is as wat oorspronklik toegedien is as gevolg van hersirkulering van $^{12}\text{CO}_2$ wat deur respirasie in die blaar geproduseer is (Sesták *et al.* 1971; Naylor & Teare 1975).

Daar is egter nog nie genoegsame inligting beskikbaar aangaande die mate waartoe bogenoemde twee faktore die resultate wat met die $^{14}\text{CO}_2$ -metode verkry word, sal laat afwyk van dit wat met 'n meer betroubare metode soos die IRGA verkry kan word nie (Sesták *et al.* 1971; Incoll 1977). 'n Vergelyking van die twee metodes is dus wenslik in gevalle waar die $^{14}\text{CO}_2$ -metode tot 'n groot mate gebruik gaan word. Die vergelyking is slegs van toepassing vir die toestande waaronder dit bepaal is. Dus as irradiansie en temperatuur varieer, sal fotorespirasie varieer en die fotosintese tempo, soos deur die $^{14}\text{CO}_2$ en IRGA-metodes bepaal word, waarskynlik tot verskillende mates beïnvloed.

Volgens Incoll (1977) kan 'n fout voorkom as gevolg van fotorespiratoriese evolusie van $^{14}\text{CO}_2$ in C_3 -spesies. Shimshi (1969), McWilliam *et al.* (1973) en Tieszen *et al.* (1974) glo egter dat kort blootstellingstye van 30 s en minder te min tyd gee vir $^{14}\text{CO}_2$ om as 'n respiratoriese uitvloeisel te verskyn. Long en Incoll (1979) is van mening dat respirasie slegs by lae ligintensiteit (laer as $\approx 100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) 'n noemenswaardige fout kan veroorsaak.

Aangesien die blootstellingstyd van die blaar aan $^{14}\text{CO}_2$ so kort is, reken Shimshi (1969), McWilliam *et al.* (1973) en Naylor & Teare (1975) dat die brutofotosintese tempo met behulp van hierdie metode bepaal word. Cresswell *et al.* (1982) en Kinerson (1979) stem ook hiermee saam. Die meeste ander outeurs verkies om nie te spesifiseer watter tempo bepaal is nie, veral in die geval van C_3 -spesies. (Incoll 1977).

— Diffusietempo en verdunningsinvloed van lug
 'n Hoër diffusietempo vir $^{14}\text{CO}_2$ sal aan die begin van die blootstelling voorkom aangesien die aanvangs $^{14}\text{CO}_2$ -konsentrasie in die blaar nul is. Dit kan tot 'n 5 % oorskatting van die fotosintese tempo teweegbring (Incoll 1977).

In die gebruik van $^{14}\text{CO}_2$ -tegnieke soos beskryf deur onder andere Shimshi (1969) ontstaan die probleem dat aan die einde van die blootstellingstyd die kuvet oopgemaak word en die blaar verwyder word. Hiertydens kan $^{14}\text{CO}_2$ uit die kuvet beweeg en by groter kuvette kan die verdunningsinvloed van lug 'n onderskatting van 8 % in die fotosintese tempo tot gevolg hê (Incoll 1977). Die tyd wat dit neem om die kuvet weer te deurstroom en die korrekte spesifieke aktiwiteit te kry, is 'n funksie van die gasvloei tempo en kuvetvolume. Hoe groter die kuvet, hoe groter is die persentasie fout. Volgens Sesták *et al.* (1971) is hierdie fout baie klein solank die blootstellingstyd langer as 15 sekondes is.

Een oplossing van die probleem is die gebruik van kuvette met klein volumes ($\approx 100 \text{ mm}^3$) (Shimshi 1969, McWilliam *et al.* 1973). Daar is egter ook 'n beperking op die grootte van die kuvet as gevolg van die klamprand en die skadu-invloed op die blaar (Incoll 1977). Die kleiner kuvet kan ook net voor metings gou deurspoel word (Tieszen *et al.* 1974). Volgens Shimshi (1969) is die toevoerpypies sowel as die kuvet klein en dit kan aangeneem word dat 0,4 s na sluiting van die handstukkampkake oor die blaar, die kuvet met $^{14}\text{CO}_2$ deurspoel is.

Om die verdunningsprobleem die hoof te bied het Incoll (1977) 'n metode ontwikkel waar twee gassilinders, een met slegs 'n lugmengsel gebruik word.

Voordele en nadele van die IRGA-metode

Infrarooi-gasanalise het die voordeel dat dit hoofsaaklik 'n nie-vernietigende metode is en die fotosintese tempo van dieselfde plant of blaar kan oor 'n lang tyd gevolg word. Die nadele hieraan verbode is dat:

- die plant of blaar vir relatief lang tye in die kuvet moet bly waartydens die natuurlike omgewingstoestand moeilik binne-in die kuvet nageboots kan word;
- massa-insameling van data van verskillende plante op dieselfde tydstip kan nie maklik gedoen word nie;

- die toerusting is nie draagbaar nie en 'n mobiele laboratorium is gewoonlik nodig;
- elektrisiteit moet voorsien word; en
- hoë koste van apparaat, en opgeleide personeel moet gebruik word (Shimshi 1969).

5.2.2.2 Apparaat en metodes (Vergelyk Figuur 5.1)

Die apparaat vir die bepaling van die fotosintese tempo in die studiegebied is 'n wysiging van die apparatuur soos beskryf deur Shimshi (1969) en McWilliam *et al.* (1973), alhoewel die metodes van laasgenoemde hoofsaaklik gevolg is. Die hoof wysiging van die apparaat en die prosedure is:

- a. die uitskakeling van die lae-druk silinder en die invoeg van 'n vloeimeter. Dit verteenwoordig nie noodwendig 'n verbetering nie, maar het die vervaardiging, asook die hantering van die apparaat onder veldtoestande vergemaklik; en
- b. die prosedure vir die fiksering van die blaarmateriaal.

Die apparaat bestaan uit die volgende onderdele:

a. Hoë-druk silinder

'n Hoë-druk staalsilinder (Tarra 1,5 kg, volume 2,35 dm³) is vir die berg van die gasmengsel gebruik. Aan die silinder is 'n drukmeter (0 - 15 000 kPa en 'n drukreguleerder (0 - 200 cm³.min⁻¹) gekoppel. Hierdie koppeling is lugdig verseël. Die silinder is deur Union Liquid Air^a gevul tot 'n druk van 8 000 kPa en 'n CO₂-konsentrasie van 346 d.p.m. Die bepaling van die spesifieke aktiwiteit word elders beskryf (Kyk afdeling 5.2.2.4).

b. Raam

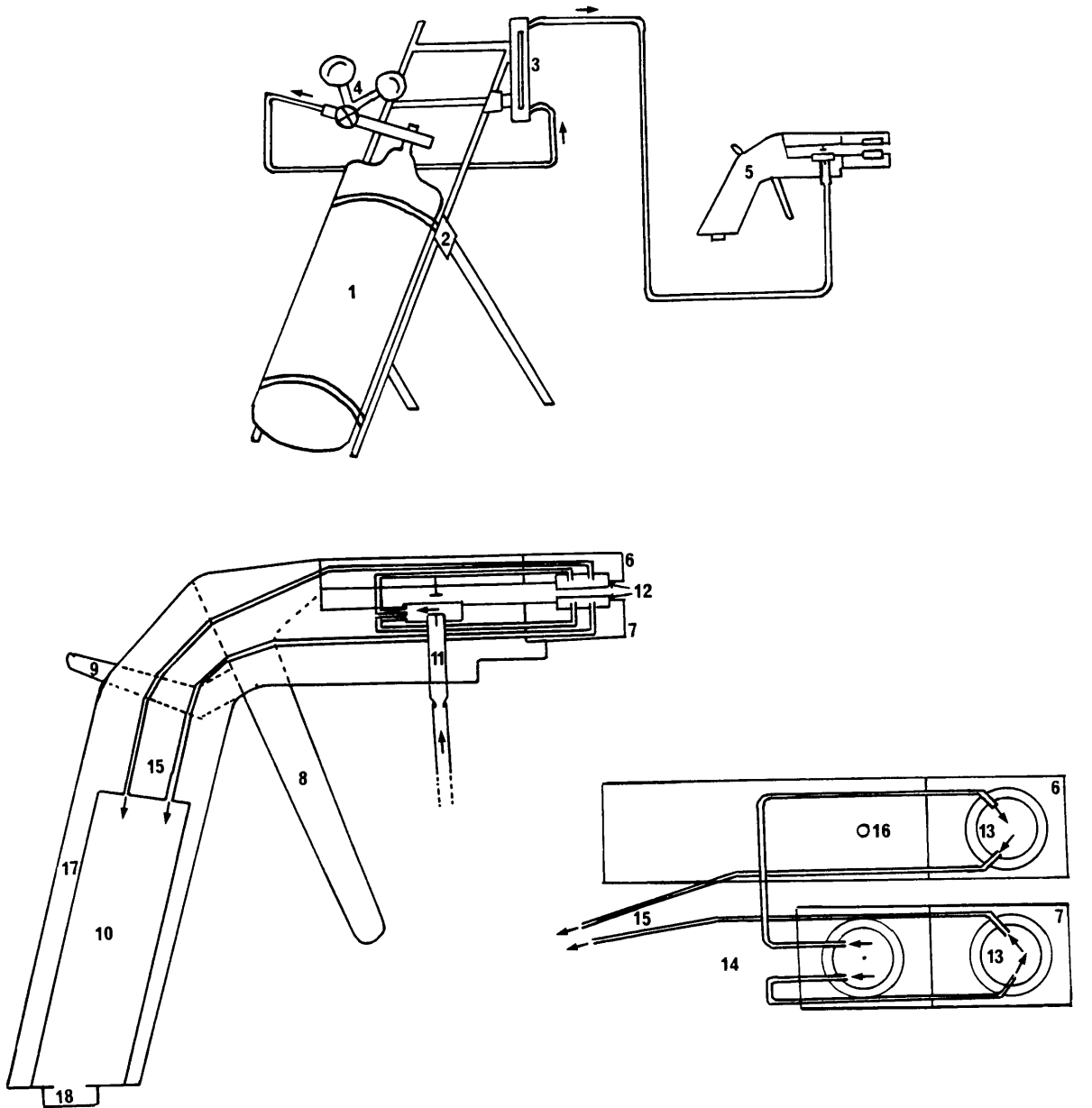
Die silinder is op 'n staalraam met 'n handvatsel en twee uitvou-voetstukke gemonteer.

c. Vloeimeter

Aan die raamwerk is 'n Fischer & Porter vloeimeter met 'n

a

Union Liquid Air, Posbus 319, Germiston 1400.



- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 1. Gassilinder (hoë-druk) | 10. "Soda-lime"-houer |
| 2. Raam | 11. Motorbandklep |
| 3. Vloeimeter | 12. Kuvetpakstukke |
| 4. Drukmeter en drukreguleerder | 13. Kuvet |
| 5. Handstuk | 14. Inlaatpypies na kuvet |
| 6. Boonste "Perspex"-kaak | 15. Uitlaatpypies uit kuvet |
| 7. Onderste "Perspex"-kaak | 16. Aktiveerder |
| 8. Klamphefboom | 17. Pistoalgreep |
| 9. Sneller | 18. Proppie |

Figuur 5.1 'n Skematiese voorstelling van die $^{14}\text{CO}_2$ -apparaat wat vir die bepaling van die fotosintese tempo op die Rooodeplaatsdam-natuurreservaat gebruik is.

werkgebied van 0 - 100 cm³.min⁻¹ gemonteer vir registrering van gasvloei tussen die silinder en handstuk.

d. Handstuk

Die handstuk is vervaardig soos uiteengesit deur McWilliam *et al.* (1973). Dit bestaan uit 'n pistoolgreep, twee deur=skynende "Perspex" klampkake van 12 mm dikte elk, 'n motor=bandklep en aktiveerder, twee kuvet pakstukke en die kuvet in- en uitlaatopenings, 'n klamphefboom, 'n sluit-ontsluit=sneller en 'n natrium- en kalsiumhidroksied absorberingskolom in die pistoolgreep.

Twee aluminium pistoolgreephelptes is aan die "Perspex" spasieerder geskroef waarin die natrium- en kalsiumhidroksied geplaas kan word. 'n Verwyderbare prop aan die basis van die houder het 'n siffie om lugvloei te vergemaklik. Die prop kan verwyder word vir vervanging van die natrium- en kalsium=hidroksied.

Die twee kuvet pakstukke aan die klampkake sluit dig teen die blaarmonster wanneer die handstuk gesluit word. Dun plas=tiekpypies is aan die in- en uitlate van elke klamp verbind. Die inlaatpypies kom vanaf die silinder via die vloeimeter en inlaatklep na die kuvet en die uitlate is aan die natrium- en kalsiumhidroksied absorbeerhouer gekoppel. Die volume van die blaarkuvet is ongeveer 400 mm³.

Die twee klampkake word met behulp van 'n veer aan die sneller=meganisme gekoppel wat die bo- en onderste klampkake oopskiet na die sneller getrek is. 'n Haak hou die klampkake toe nadat die handstuk gesluit is.

5.2.2.3 Prosedure in die veld

Gedurende die 1980/81 groeiseisoen is die fotosintesetempo van 'n enkele individu van *Domkaya rotundifolia*, *Cassine kunkeana* en *Berchemia zeyheri* bepaal. Die bepaling is twee=weekliks tot maandeliks altyd om ongeveer 11h00 op 'n helder onbewolkte dag gedoen. Daar is altyd van die tweede of

derde onbeskadigde blaar vanaf die punt van die takkie, wat in direkte sonlig was, gebruik maak. Tydens die 1981/82 groeiseisoen is die fotosintesetempo van *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* een maal per maand op min of meer 'n uurlikse basis oor 'n dag (06h00 - 18h00) bepaal. Die blare is gebruik soos bo beskryf.

Die handstuk moet te alle tye oop wees as dit nie in gebruik is nie. 'n Dun lagie neutrale pasta is aan die boonste silikonpakstukke van die kuvet gesmeer sodat die blaar in die kuvet duidelik gemerk kan word as die klampkake oor die blaar sluit. Die onbeskadigde blaar is tussen die klampkake van die handstuk geplaas, die handstuk is reghoekig tot die son gehou en die blaar vasgeklamp. Hierdie handeling ontsluit terselfdertyd die klep wat die gasmengsel deurlaat.

Die $^{14}\text{CO}_2$ -bevattende lug is teen $80 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ vir 20 s oor die blaar laat vloei.

Die sneller is getrek om die kuvet oop te maak waarna die blaar vinnig verwyder is. Die gemerkte oppervlakte op die blaar (10 mm deursnee) is met 'n 10 mm deursnee pons uitgepons en in 'n 25 cm^3 McCartney-botteltjie met 2 cm^3 96 % alkohol geplaas en verseël. Hierdie handeling moet binne 10 s nadat die handstuk ontsluit is, afgehandel wees.

5.2.2.4 Prosedure in die laboratorium

Die McCartney-botteltjie met die blaarknipsel is oopgemaak en in 'n dampkas geplaas om die alkohol te laat verdamp.

Vyf cm^3 chroomsuuroplossing is by die blaarknipsel in die McCartney-botteltjie gevoeg, waarna 'n "polytop"-botteltjie (50 mm lank en 10 mm deursnee) met 2 cm^3 $0,25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ NaOH dadelik in die McCartney-botteltjie geplaas en lugdig verseël is. Die chroomsuuroplossing is soos volg opgemaak:

25 g chroomtrioksied

167 cm^3 ortofosforsuur

333 cm^3 gekonsentreerde swaelsuur (H_2SO_4)

Dit is verhit tot 150°C en laat afkoel. Berg in 'n verseëelde houer.

Die McCartney-botteltjie met sy inhoud is vir 10 - 15 minute by 140 - 160 kPa ge-outoklaveer waarna die houers tot by kamertemperatuur laat afkoel is. Volledige oksidering van die blaarweefsel vind plaas en die vrygestelde CO_2 word in die NaOH geabsorbeer.

Die inhoud van die "polytop"-botteltjie is nou oorgegooi in 'n telflessie en die botteltjie twee keer deeglik met 'n totaal van 3 cm^3 gedistilleerde water uitgespoel. Die waswater is ock in die telflessie gegooi.

Twaalf cm^3 Aquagel (Chemlab, Johannesburg) is by die telflessie gevoeg en goed geskud.

Volgens die metode van McWilliam *et al.* (1973) word die blaarknipsel in 'n klein proefbuis met chroomsuur geplaas en hierdie proefbuis word dan in 'n McCartney-botteltjie waarin die NaOH is, geplaas. Met die huidige studie is gevind dat die chroomsuur neig om in die NaOH oor te bruis tydens outoklaving en is die prosedure soos hierbo beskryf gevolg.

Die radio-aktiwiteit van die monsters is deur middel van 'n Packard "Tri-Carb" vloeistofflikkerteller bepaal. Die telflessies is vir ten minste vier uur in die verkoelde flikkerteller ($\approx 10^{\circ}\text{C}$) gelaat, en daarna is die aktiwiteit bepaal. Om te korrigeer vir blussing is daar van standarde (Packard Instruments) en die interne standaard van die instrument gebruik gemaak om 'n ykkromme op te stel. Die persentasie telopbrengs het tussen 40 % en 50 % gevarieer.

Bepaling van die spesifieke aktiwiteit

Een cm^3 van die radio-aktiewe $^{14}\text{CO}_2$ -gasmengsel van die hoëdruk silinder is met behulp van 'n gasspuit uit die toevoerbuis vanaf die silinder na die handstuk, terwyl die lug teen $80\text{ cm}^3\cdot\text{min}^{-1}$ vloei, getrek. Die gasmonster is in 'n 5 cm^3 serumbotteltjie met 'n rubberprop, waarin 1 cm^3 $0,25\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$

NaOH voorkom, gespuit terwyl die bottel onderstebo gehou is. Vyf herhalings is opgestel en na ongeveer 20 minute is die telflessies soos volg voorberei: Die 12 cm³ Aquagel, asook die 1 cm³ NaOH waarin die ¹⁴CO₂ opgelos is, is in die telflessies gevoeg. Die serumbotteltjie is hierna ook twee maal met 'n totaal van 3 cm³ gedistilleerde water gespoel en die inhoud ook by die telflessie gevoeg. Die radio-aktiwiteit is hierna soos hierbo beskryf, bepaal.

Berekening van die spesifieke aktiwiteit {Bq(μmol CO₂)⁻¹}

$$(1 \text{ Bq} = 1 \text{ disintegrasie} \cdot \text{s}^{-1})$$

CO₂-konsentrasie van gassilinder = 346 d.p.m.

$$P = 655 \text{ mm Hg}$$

$$T = (273 + 15) \text{ K} = 288 \text{ K}$$

1 000 000 cm³ lug bevat 346 cm³ CO₂

dus 1 cm³ lug bevat 0,000346 cm³ CO₂

by S.T.D. naamlik 273 K en 760 mm Hg:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\text{dus } \frac{760 \times V_1}{273} = \frac{655 \times 0,000346}{288}$$

$$\text{dus } V_1 = 0,0002826 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$$

Standaardvolume van 1 mol gas = 22 414 cm³

Maar 22 414 cm³ CO₂ by S.T.D. is 1 mol CO₂

dus 0,0002826 cm³ CO₂ by S.T.D. is $\frac{0,0002826}{22\,414}$ mol CO₂

$$= \frac{282,6}{22\,414} \text{ } \mu\text{mol CO}_2$$

$$= 0,012608 \text{ } \mu\text{mol CO}_2$$

dus 0,012608 μmol CO₂ gee 11 244,24 disintegrasies per minuut

1 μmol CO₂ gee $\frac{11\,244,24}{0,012608}$ disintegrasies per minuut

$$= 891\,833,75 \text{ disintegrasies per minuut}$$

5.2.2.5 Berekening van die fotosintese tempo (volgens McWilliam *et al.* 1973)

$$F = \frac{44 X}{10^3 S} \times \frac{180}{0,005028} \times 1,02$$

waar F = fotosintese tempo in mg CO₂.(dm blaaroppervlakte)⁻².h⁻¹
die blaaroppervlakte is slegs op een oppervlak van toepassing^a

S = spesifieke aktiwiteit van die gemerkte lug in disintegrasies.min⁻¹.(μmol CO₂)⁻¹ = 891 833,75

X = disintegrasies.min⁻¹ vir sirkelvormige blaarskyfie met straal van 4 mm (oppervlakte = 0,005028 dm²)

1/180 = blootstellingstyd (20 s) uitgedruk in uur

1,02 = korreksiefaktor vir diskriminering teen ¹⁴CO₂ as gevolg van verskille in diffusie tempo van ¹²C en ¹⁴C

44 = molmassa van CO₂

dus vir hierdie studie is:

$$\begin{aligned} F &= \frac{1\ 606,68 X}{S} \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1} \\ &= \frac{1\ 606,68 X}{891\ 833,75} \\ &= 0,0018015 X \end{aligned}$$

5.2.2.6 IRGA en ¹⁴CO₂-metode

Vir vergelykende doeleindes op 'n spesifieke tydstip (11h00) op 'n helder wolklose dag is die IRGA (Series 225 gas analyser — The Analytical Development Company Ltd., Pindar Road, Hoddesdon, Hertfordshire, England) en die ¹⁴CO₂-apparaat gelyktydig gebruik om die fotosintese tempo van *Olea europaea* subsp. *africana* te bepaal. Vir die IRGA is van 'n takkie met ongeveer 10 blare per herhaling gebruik. Vir die ¹⁴CO₂-apparaat is vyf afsonderlike blare per herhaling gebruik.

^a Wanneer die oppervlakte van slegs een kant of van beide kante van die blaar gebruik word, word die eenhede soos volg gebruik:
dm² = slegs een kant van die blaar
dm²₂ = beide kante van die blaar

Vir die infrarooi-gasanalise is van 'n lugdigte geslote sisteem gebruik gemaak en die volume van die ingeslote lug is met behulp van 'n manometer (gevul met Brodie-oplossing) en spuit bepaal. Vir die berekening van die volume is van Boyle-Mariotte se formule, naamlik $P_1V_1 = P_2V_2$ gebruik gemaak. Om beter lugsirkulering in die assimilasiëkamer te verseker en om te verhoed dat waterdamp teen die wande van die assimilasiëkamer kondenseer, is 'n addisionele pomp ingevoeg wat die lug van en na die kamer deur 'n buis met CaCl_2 laat sirkuleer. Om te verseker dat die lug wat die gasanaliseerder binnegaan, geen waterdamp bevat nie, is 'n bykomende buis met CaCl_2 in die sisteem, net voor die IRGA ingevoeg. Die IRGA is aan 'n Linear grafiekskrywer gekoppel om aaneenlopende monitering moontlik te maak.

Die fotosintese tempo is bereken as:

$$\Delta C \cdot 60 \cdot \frac{44}{22,414} \cdot \frac{273}{T} \cdot \frac{P}{760} \cdot V_1 \cdot 10^{-6} \text{ mg CO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{takkie}^{-1}$$

waar ΔC = verandering in CO_2 -konsentrasie per minuut
 T = temperatuur in sisteem (K)
 P = druk in sisteem (mm Hg)
 V_1 = volume in sisteem (cm^3)

5.2.3 RESULTATE EN BESPREKING

5.2.3.1 Fotosintese tempo

Die hoogste fotosintese tempo's wat vir die 1980/81 groeiseisoen om 11h00 verkry is, is soos volg:

<i>Berchemia zeyheri</i>	16,24 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$	(Februarie 1981)
<i>Cassine burkeana</i>	17,47 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$	(Februarie 1981)
<i>Dombeya rotundifolia</i>	21,93 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$	(Januarie 1981)

Die hoogste fotosintese tempo's wat vir die 1981/82 groeiseisoen in die periode 06h00 tot 18h00 verkry is, is soos volg:

<i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	21,60 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$	(Februarie 1982)
(om 10h00)		

Berchemia zeyheri 22,67 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹
 (om 08h00) (Maart 1982)

Die fotosintese-tempo-waardes vir die bladwisselende spesies naamlik *Berchemia zeyheri* en *Dombeya rotundifolia* het naastenby van 3 tot 13 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹ gewissel met die hoogste aangetekende waarde 22,67 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹. Vir die immergroen spesies naamlik *Olea europaea* subsp. *africana* en *Cassine burkeana* het die waardes naastenby van 7 - 10 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹ gewissel met die hoogste aangetekende waarde 21,60 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹.

Mooney & Dunn (1970) het gevind dat droogtebladwisselende mediterreense-tipe spesies 'n hoër fotosintetiese potensiaal as immergroen spesies het, maar in die huidige studie het soortgelyke verskille nie duidelik na vore gekom nie.

Die fotosintese-tempo van die bestudeerde spesies op die RNR in die maande April tot September is gemiddeld ≈ 56 % van dié van die somertempo, maar wissel van 82,2 % tot 84,2 % vir die immergroen spesies tot tussen 29,8 % en 48,9 % vir die bladwisselende spesies (Tabel 5.3). Volgens Larcher (1969b) is die fotosintese-tempo van immergroen spesies in die winter tussen 30 en 50 % van die somertempo's, maar dit kan nog verder deur lae temperature en droogtes beïnvloed word.

Volgens Medina (1982) neig sklerofilliese blare om laer fotosintese-tempo's as blare van bladwisselende spesies te hê, hoofsaaklik as gevolg van 'n hoër mesofilweerstand teen CO₂-oordrag. Die meeste immergroen savannebome kan as sklerofillies geklassifiseer word as hul spesifieke blaaroppervlakte en stikstof- en fosforgehalte per eenheid blaarmassa as maatstaf gebruik word. Volgens Tabel 5.3 het die immergroen spesies relatief laer fotosintese-tempo's in die somer en relatief hoër fotosintese-tempo's in die winter, in vergelyking met die bladwisselende spesies.

Die hoogste aangetekende fotosintese-tempo is 108 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹ vir *Cenchrus ciliaris*, 'n C₄ tropiese gras (Larcher 1980). Verder het Larcher (1980) gevind dat die gemiddelde fotosintese-tempo van die sonblare en skadublare, van breëblaar immer-

Tabel 5.3 Die gemiddelde fotosintesetempo ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) om 11h00 vir die maande Oktober tot Maart en vir April tot September op die Roodeplaatdam-natuurreservaat

Spesie	Groeiseisoen	Fotosintesetempo		Persentasie ^a
		Oktober - Maart	April - September	
[⊖] <i>Olea europaea</i> subsp.				
<i>africana</i>	1981/82	9,28 ± 4,28	7,63 ± 3,13	82,2
<i>Berchemia zeyheri</i>	1980/81	10,68 ± 4,16	3,18 ± 2,81	29,8
	1981/82	10,54 ± 2,46	4,10 ± 3,37	38,9
<i>Dombeya rotundifolia</i>	1980/81	12,91 ± 7,27	6,31 ± 0,00	48,9
[⊖] <i>Cassine burkeana</i>	1980/81	9,30 ± 6,66	7,83 ± 2,20	84,2
			Gemiddeld	56,80

^a Waardes vir April tot September as % van die waardes vir Oktober tot Maart

± = standaardafwyking

[⊖] Immergroen, die res is bladwisselende spesies

groen bome van subtropiese en gematigde streke, van 10 - 18 en van 3 - 6 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹ respektiewelik wissel. Die gemiddelde fotosintese tempo van die son- en skadublare van seisoenaal bladwisselende bome, wissel van 15 - 25 en van 5 - 10 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹ respektiewelik.

Cresswell *et al.* (1982) het 'n maksimum brutofotosintese tempo van 22,54 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹ vir *Burkea africana*, 14,98 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹ vir *Grewia flavescens*, 11,45 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹ vir *Terminalia sericea* en 7,13 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹ vir *Ochna pulchra*, aangeteken.

Bogenoemde waardes val binne die grense van 5,40 tot 25,92 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹ wat deur Hesketh in 1963, Waggoner *et al.* in 1963 (in Ferrar 1980) en Larcher (1969a) vir boomspecies verkry is. Die fotosintese tempo van twee savanne spesies soos deur Medina (1982) bepaal is, wissel van ongeveer 15,84 tot 18,72 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹.

Die fotosintese tempowaardes van die houtagtige spesies op die RNR vergelyk dus goed met waardes wat vir ander houtagtige spesies in soortgelyke streke bepaal is.

5.2.3.2 Daaglikse verloop

Volgens die literatuur is die algemene patroon van die daaglikse verloop van fotosintese tempo soos volg: In die vroeë oggend van 'n helder wolklose warm dag is die fotosintese tempo laag as gevolg van 'n lae ligintensiteit en lae temperatuur, ongeag 'n hoë blaarvoggehalte en hoë koolstofdioksiedkonsentrasie in die intersellulêre lugruimtes van die blare (Kramer & Kozlowski 1979). Met die toename in ligintensiteit en die styging in lugtemperatuur, gaan die stomas oop en die netto= fotosintese tempo begin vinnig toeneem en mag 'n maksimum voor 12h00 bereik. Dikwels word die styging in fotosintese= tempo deur 'n middaginsinking opgevolg wat weer deur 'n kleiner toename in die laatmiddag gevolg word. As gevolg van variasies in omgewingstoestande van dag tot dag en gedurende dieselfde dag, wyk die daaglikse patroon baie maal af van die algemene

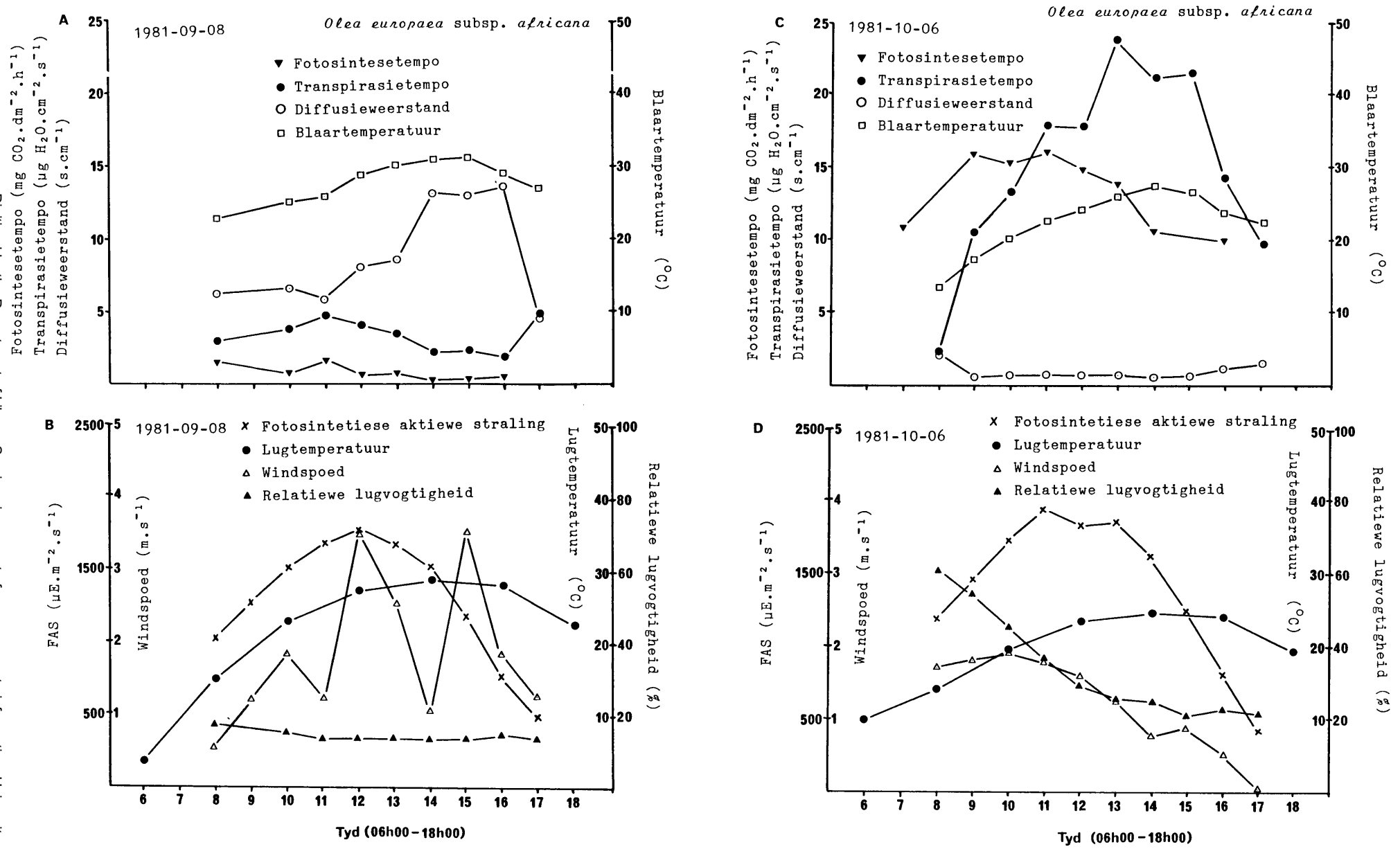
patroon soos hierbo beskryf (Kramer & Kozlowski 1979).

In die studiegebied is die daaglikse verloop van die fotosintese-tempo vir twee spesies bepaal en die resultate is soos volg:

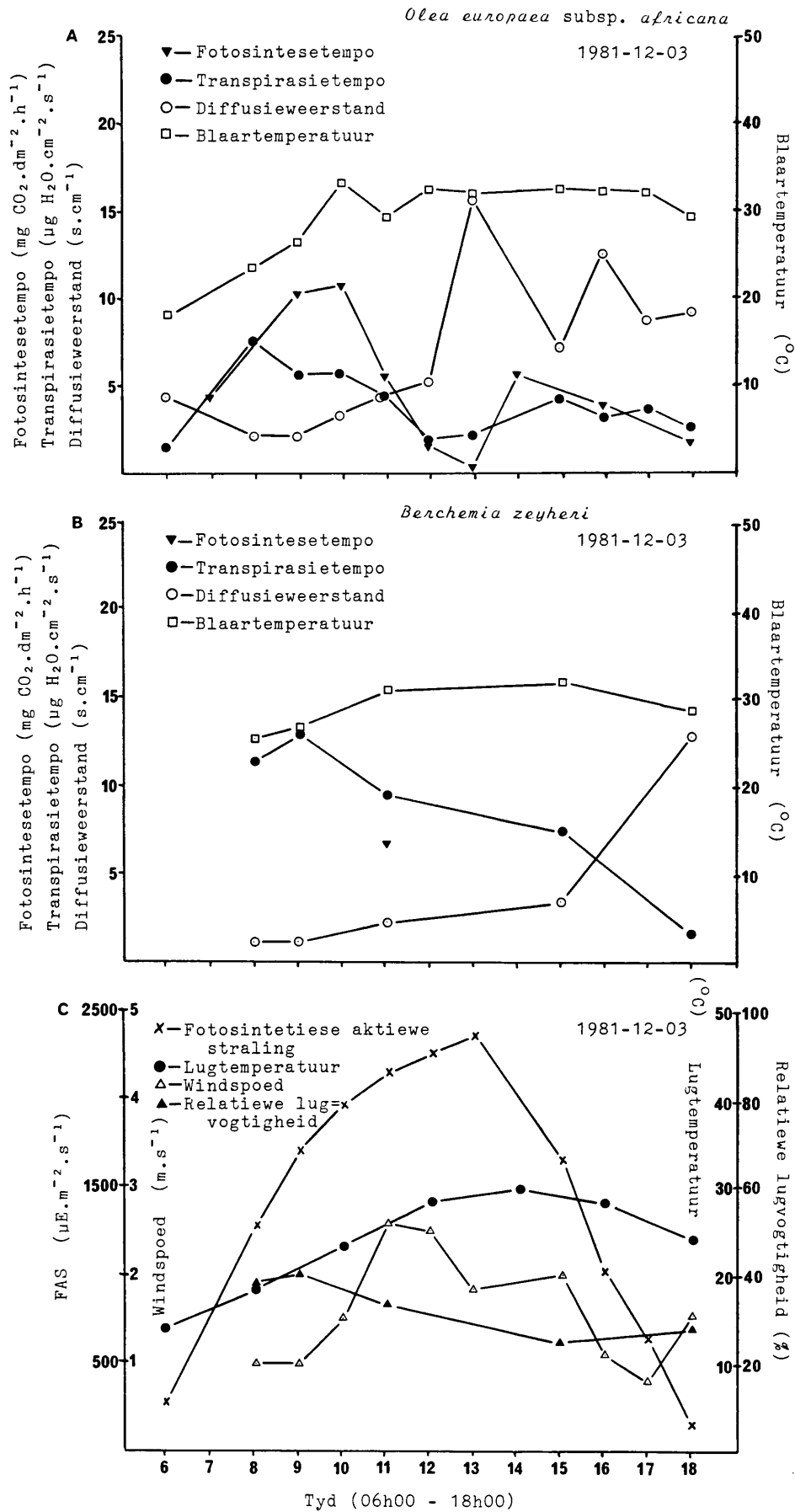
a. *Olea europaea* subsp. *africana*

Gedurende die vroeë lente (begin September) bly die fotosintese-tempo deur die dag baie laag. Die hoogste fotosintese-tempo aangeteken is $1,83 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ om 11h00 (Figuur 5.2). Hierna neem die fotosintese-tempo na die eerste reëns (September/Okttober 1981) drasties toe en 'n daggangkromme volg met die hoogste fotosintese-tempo's vanaf 09h00 tot 11h00 (waardes van 16,17; 16,24 en $14,98 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$). Gedurende November/Desember 1981 was dit besonder warm en droog en die fotosintese-tempo bereik 'n maksimum teen 10h00 ($10,64 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$), waarna 'n drastiese insinking voorkom, die sogenaamde middaginsinking, tot 13h00 ($0,37 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$), en hierna weer 'n herstel in die fotosintese-tempo teen 14h00 ($5,90 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) (Figuur 5.3). Vanaf 14h00 tot 18h00 kom 'n geleidelike afname na $1,93 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ voor. Hierdie kromme (Figuur 5.3) verteenwoordig die tipiese verloop van fotosintese onder omgewingstoestande waar hoë dagtemperatuur en 'n hoë vogspanning aanwesig is.

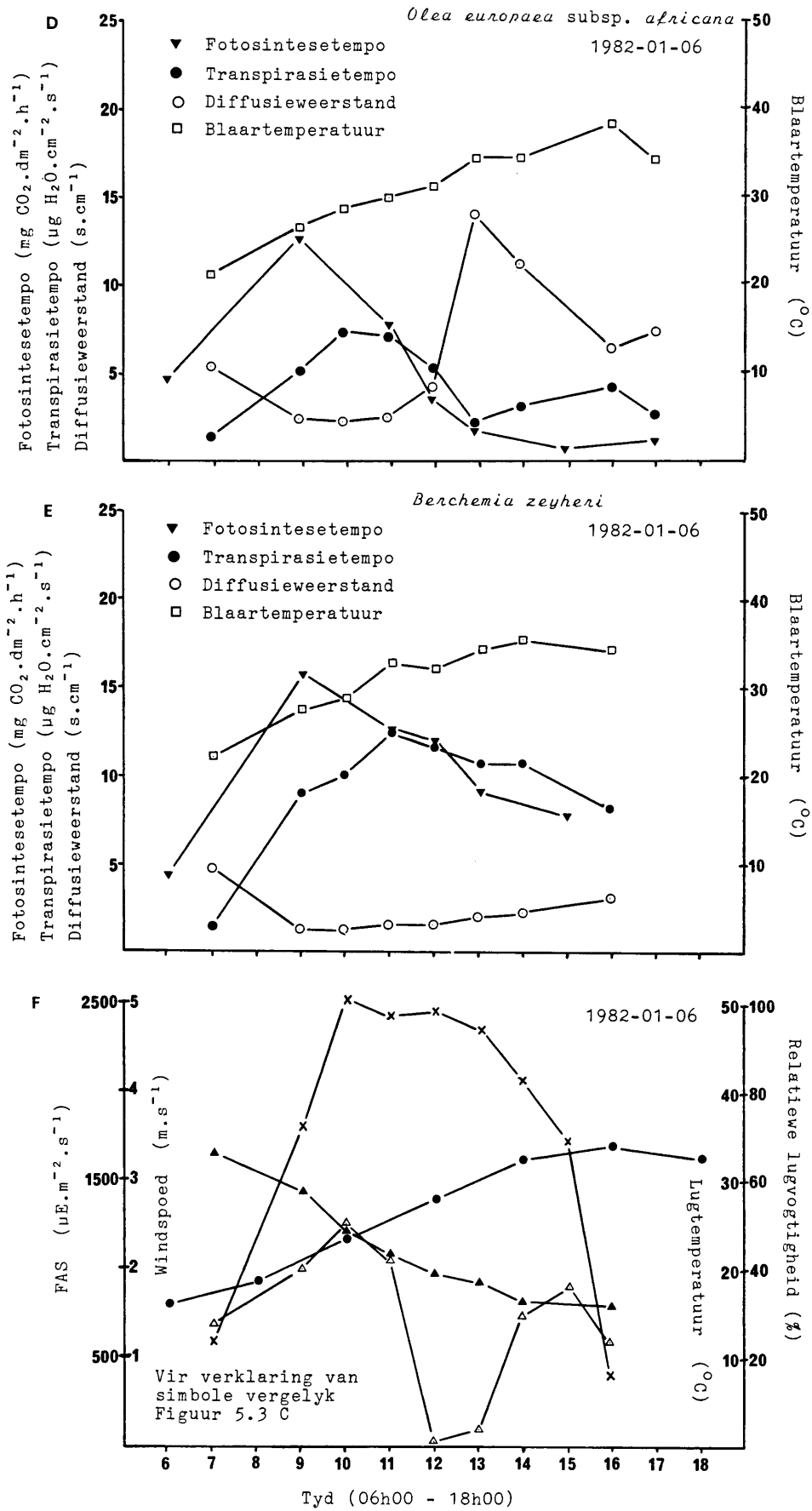
Gedurende die middel tot laat somer (vroeg in Januarie) word die maksimum fotosintese-tempo vroeër in die dag aangeteken (08h00 tot 10h00 vanaf Januarie tot Maart), waarna die middaginsinking voorkom gevolg deur 'n geringe herstel in die laatmiddag (Figure 5.3 & 5.4). Hierdie patroon word gehandhaaf in Februarie, Maart en April, terwyl 'n soortgelyke daaglikse verloop van die fotosintese-tempo as in November, weer in Mei aangetref word (Figuur 5.5) dit wil sê met 'n duidelike insinking vanaf ongeveer 12h00 tot 14h00 en 'n herstelfase by ongeveer 16h00. Die fotosintese-tempo begin vanaf Junie (Figuur 5.6) weer baie afneem met min verskil in die tempo deur die loop van die dag.



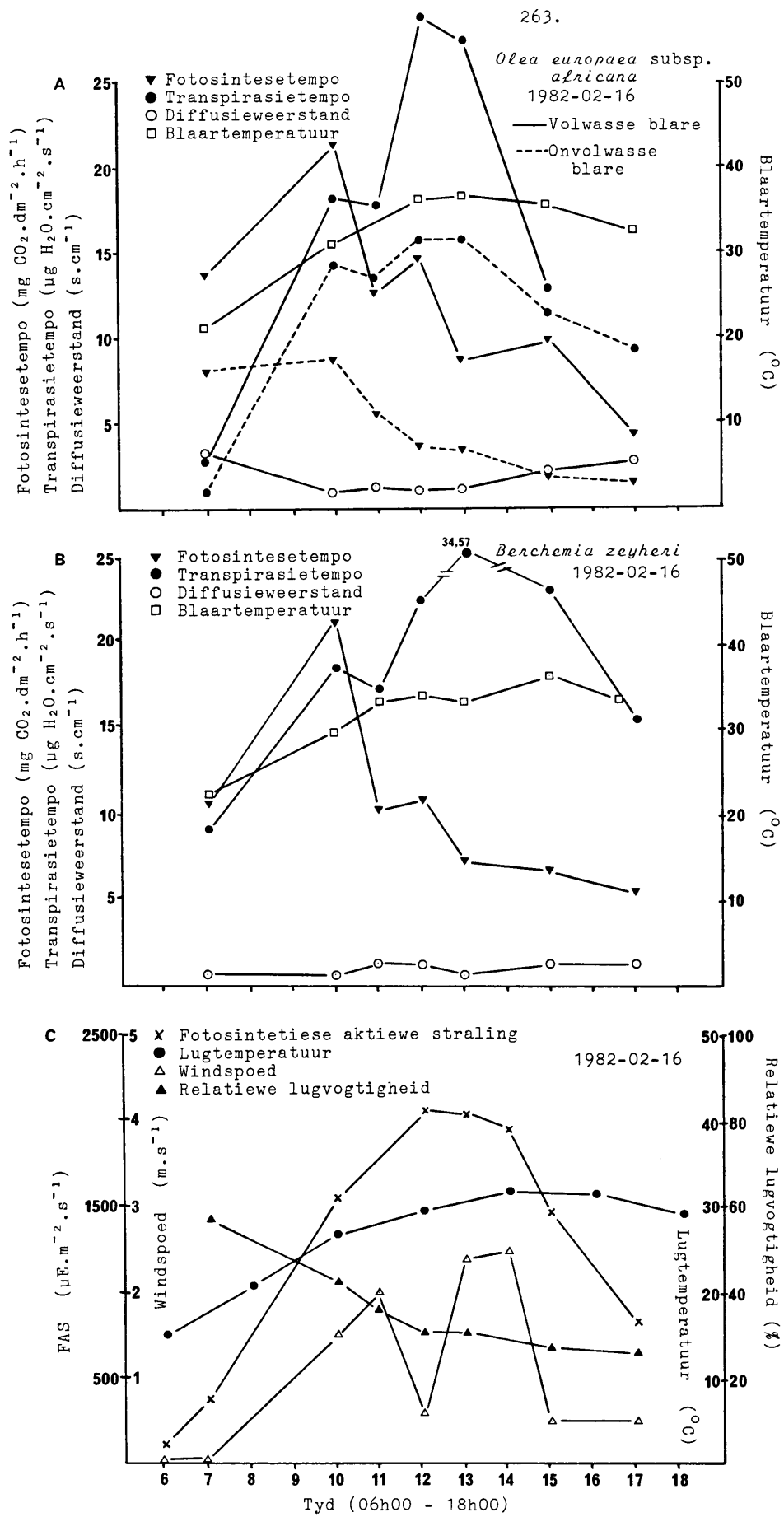
Figuur 5.2 Daaglikse verloop van 'n aantal plant- en omgewingsfaktore.



Figuur 5.3 Daaglikse verloop van 'n aantal plant- en omgewingsfaktore.

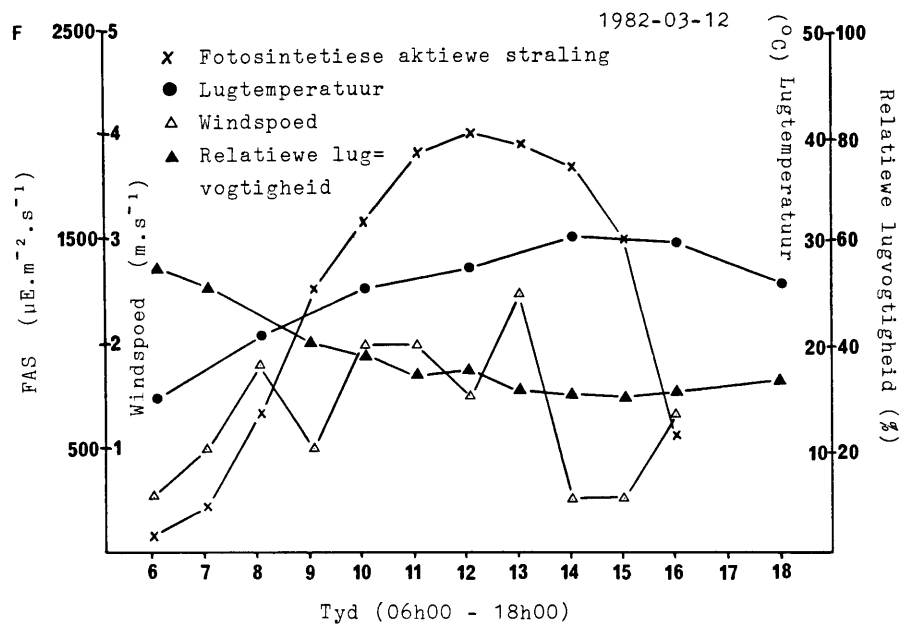
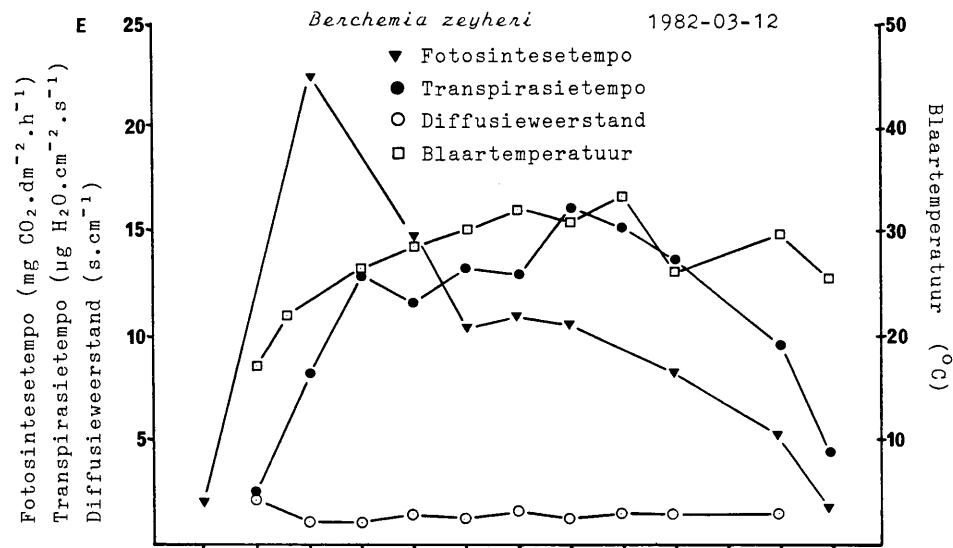
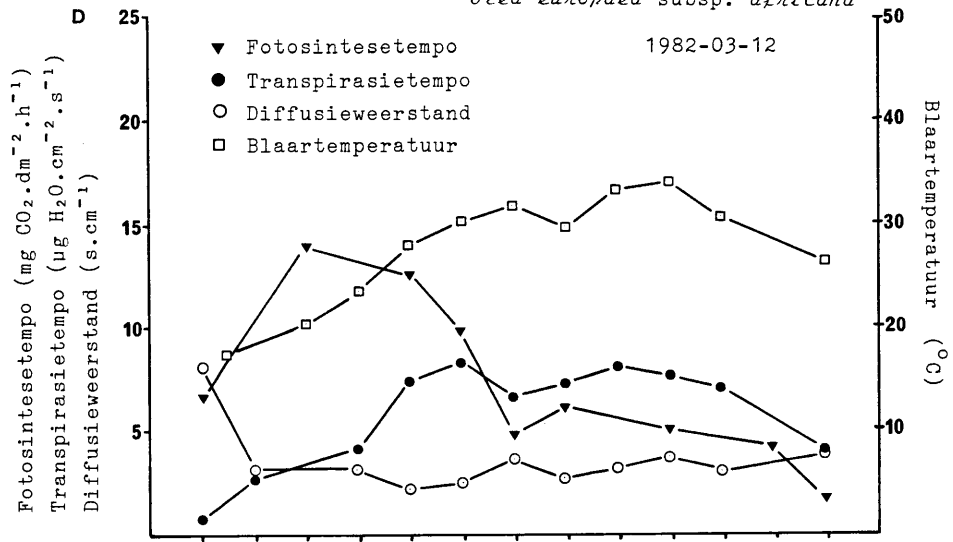


Figuur 5.3 (vervolg)



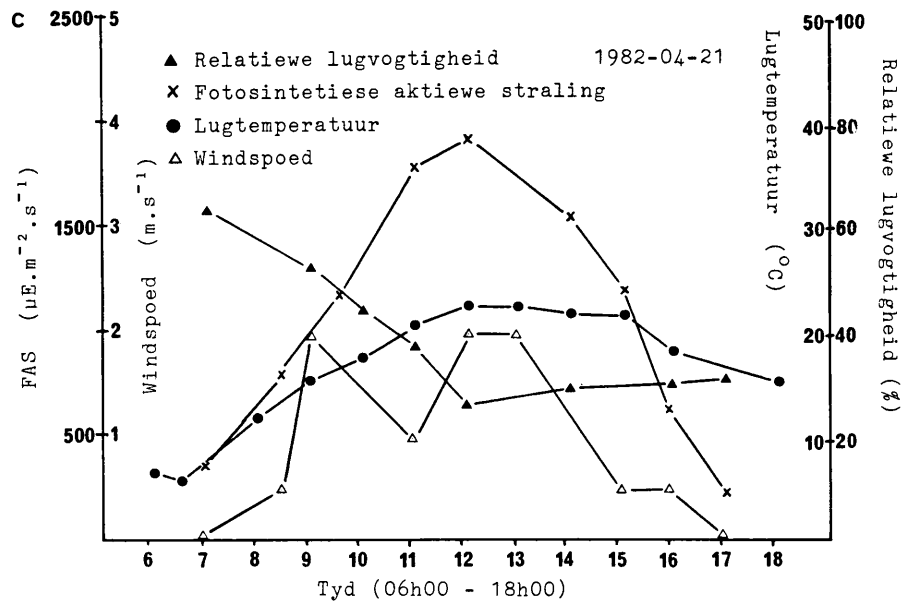
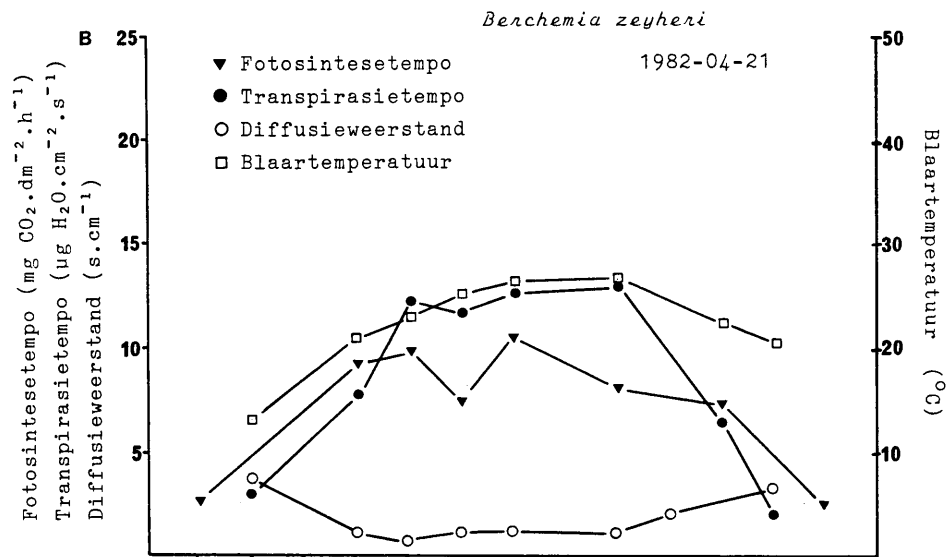
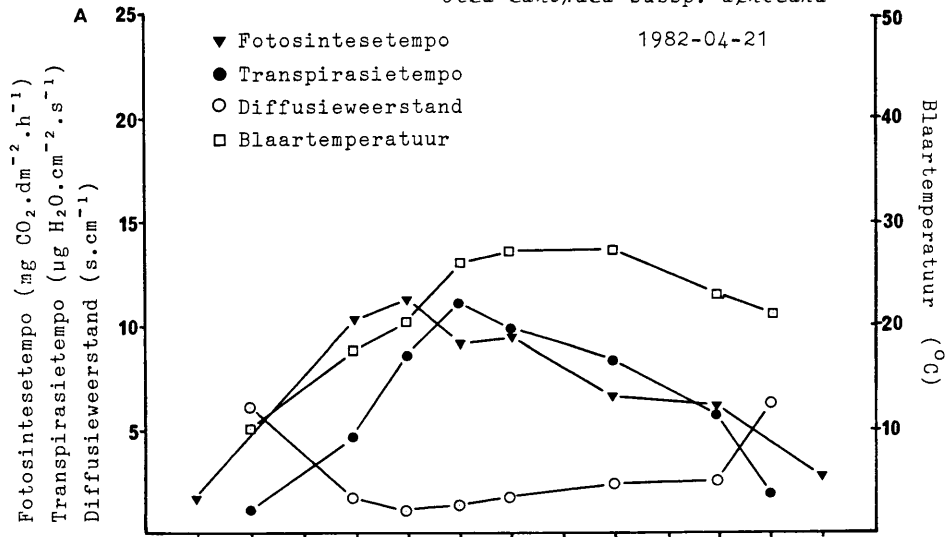
Figuur 5.4 Daaglikse verloop van 'n aantal plant- en omgewingsfaktore.

Olea europaea subsp. *africana*

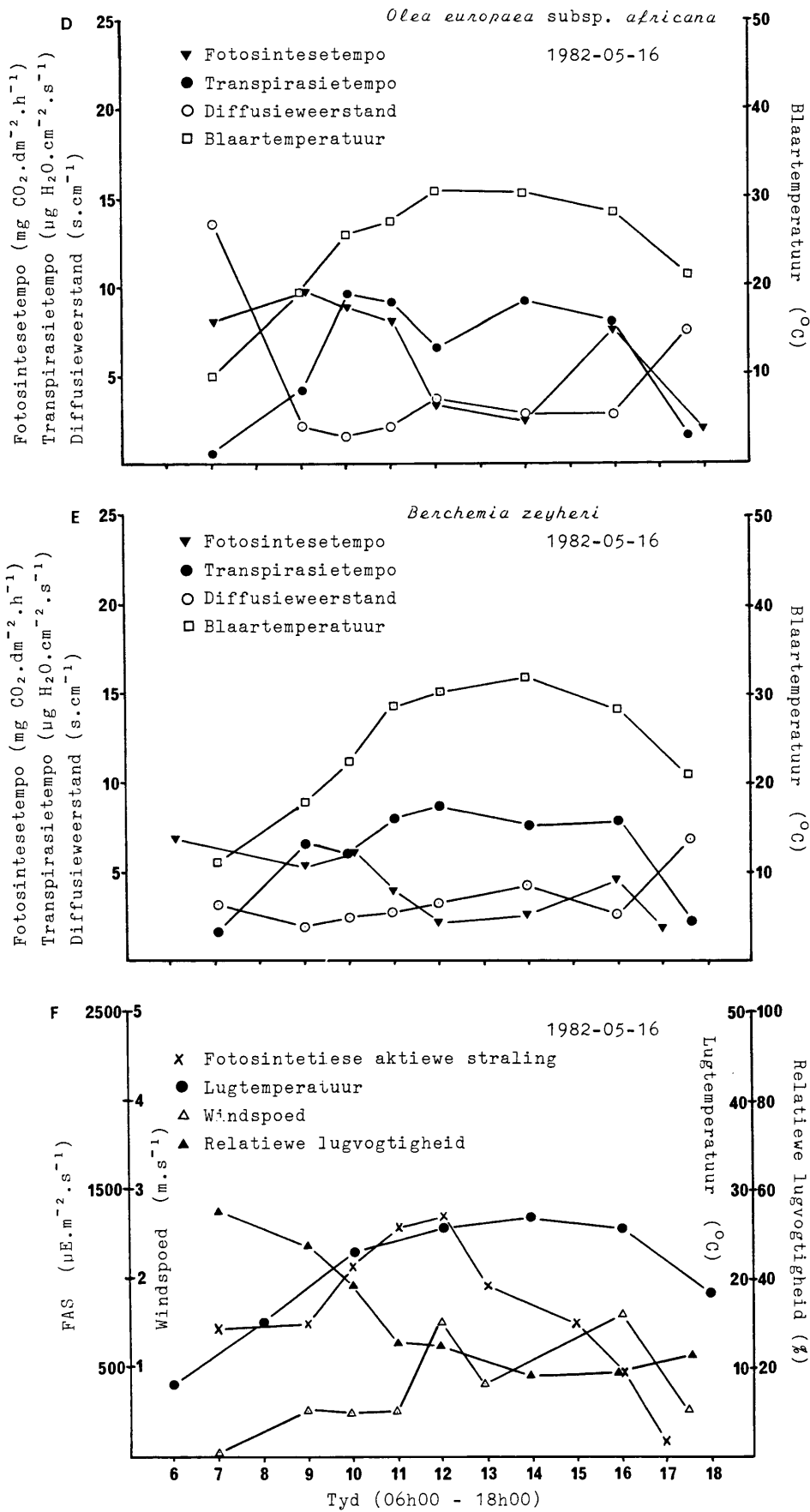


Figuur 5.4 (vervolg)

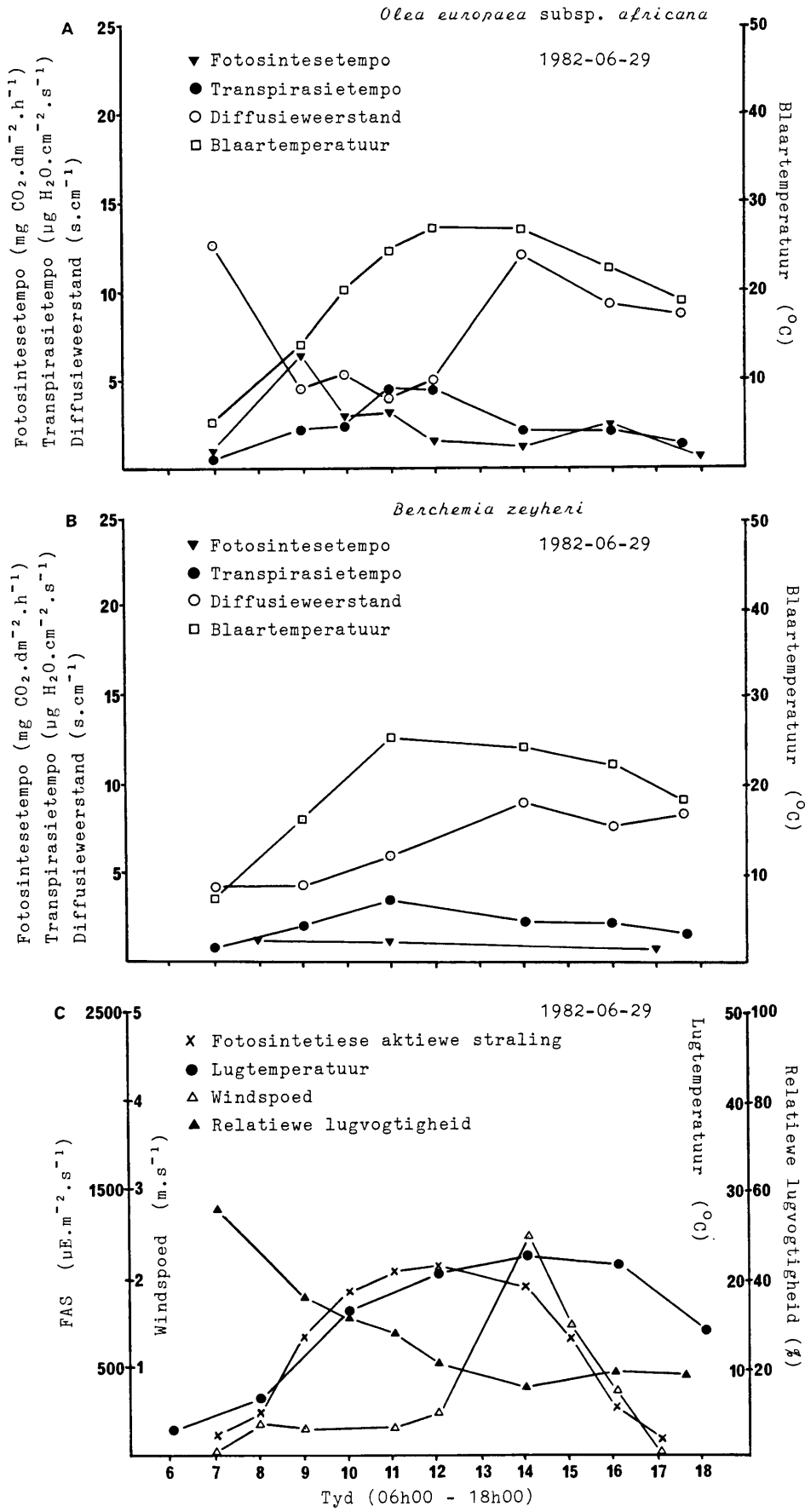
Olea europaea subsp. *africana*



Figuur 5.5 Daaglikse verloop van 'n aantal plant- en omgewingsfaktore.



Figuur 5.5 (vervolg)



Figuur 5.6 Daaglikse verloop van 'n aantal plant- en omgewingsfaktore

b. *Berchemia zeyheri*

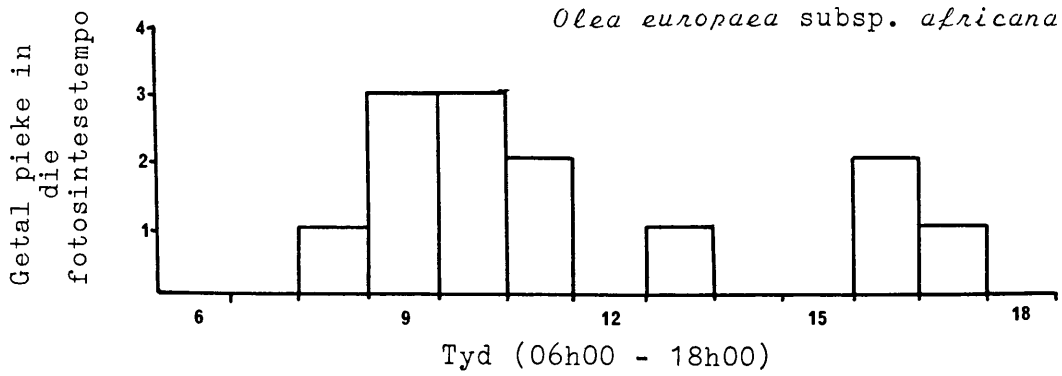
Gedurende die lente/vroeë somer van 1981 is 'n probleem ondervind om blare te vind wat groot genoeg was vir die fotosintesebepalings met behulp van die $^{14}\text{CO}_2$ -apparaat. Dit is egter heel waarskynlik dat daar nie soos in die geval van *Olea europaea* subsp. *africana*, 'n hoër fotosintesetempo vroeg in die lente as in die vroeë somer voorkom nie. Jong blare van plante het volgens Kramer & Kozlowski (1979) 'n laer fotosintesetempo as dié van volwasse blare.

Die fotosintesetempo om 11h00 vroeg in Desember ($6,74 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) was heelwat laer as wat in Januarie ($12,89 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) aangeteken is (Figuur 5.3). Die patroon van die daaglikse verloop van die fotosintesetempo vroeg in Januarie is dieselfde as wat by *Olea europaea* subsp. *africana* aangeteken is, naamlik dat die maksimum tempo ($15,85 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) redelik vroeg in die oggend (09h00) reeds bereik word en daarna 'n afname toon deur die res van die dag (Figuur 5.3). Dieselfde patroon word in Februarie en Maart gehandhaaf (Figuur 5.4). Gedurende April begin die fotosintesetempo afneem (Figuur 5.5) en in Mei is dit duidelik dat die tempo nie gehandhaaf kan word nie (Figuur 5.5). Trouens, die hoogste tempo ($6,91 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) word vroeg in die oggend (06h00) aangeteken en 'n piek kom ook in die laat middag (16h00) voor terwyl die laagste waardes vanaf 12h00 tot 14h00 (Figuur 5.5) aangeteken is. Gedurende Junie (Figuur 5.6) is die fotosintesetempo baie laag ($0,45$ tot $1,17 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) en bly deur die dag baie konstant.

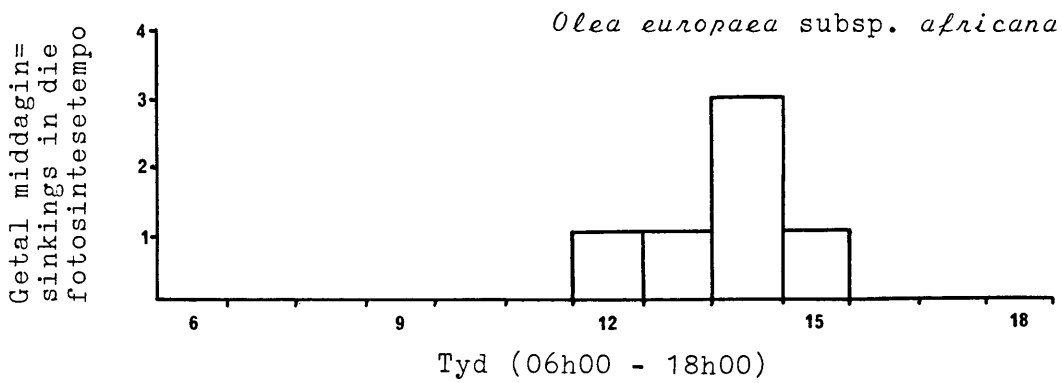
Pieke en insinkings

Met die bepaling van die daaglikse verloop van die fotosintesetempo oor die jaar is daar gevind dat die optimum fotosintesetempo by *Olea europaea* subsp. *africana* meesal om 09h00 of 10h00 voorkom (Figuur 5.7) en by *Berchemia zeyheri* meesal om 10h00 (Figuur 5.9).

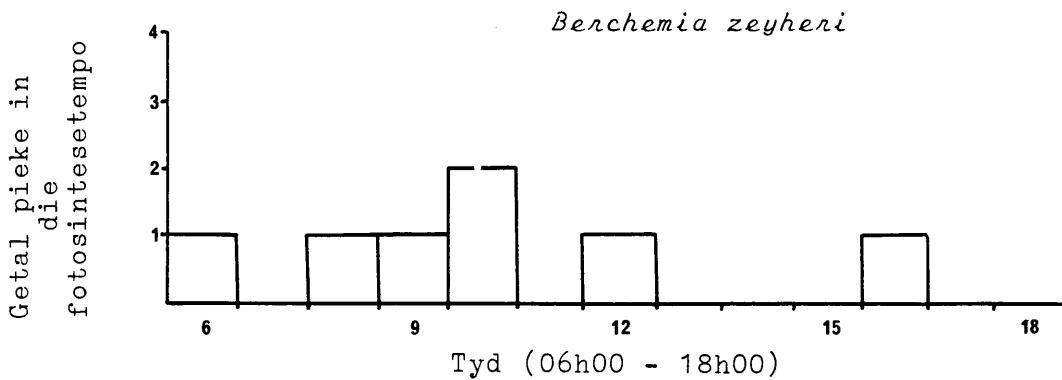
Volgens Kramer & Kozlowski (1979) word die maksimum fotosintesetempo gewoonlik tussen 08h00 en 10h00 gekry. Pieke om



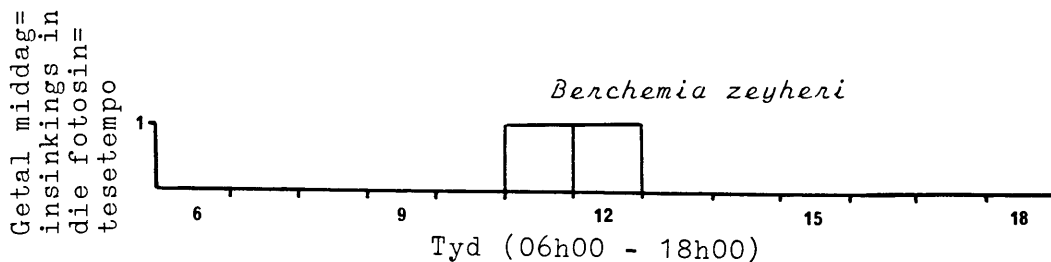
Figuur 5.7 Frekwensie van pieke in die fotosintese tempo.



Figuur 5.8 Frekwensie van middaginsinkings wat in die fotosintese tempo voorkom.



Figuur 5.9 Frekwensie van pieke in die fotosintese tempo.



Figuur 5.10 Frekwensie van insinkings wat in die fotosintese tempo voorkom.

10h00 is deur Shimshi (1969) en Al-Ani *et al.* (1972) vir die spesies wat hul ondersoek het, gekry. Hinckley *et al.* (1979) het die nettofotosintese tempo by bome tydens 'n droogte ondersoek en gevind dat die tempo toegeneem het tot ongeveer 08h00 waarna stomasluiting as gevolg van 'n lae xileemdrukpotensiaal voorgekom het, wat daarna tot 'n afname in die nettofotosintese tempo gelei het.

Die tye waarop middaginsinkings in die fotosintese tempo van *Berchemia zeyheri* voorgekom het, is meesal om 11h00 of 12h00 (Figuur 5.10) en by *Olea europaea* subsp. *africana* meesal om 14h00 (Figuur 5.8).

5.2.3.3 Seisoenale verloop

In die begin van die groeiseisoen was die probleem by veral die bladwisselende spesies naamlik *Berchemia zeyheri* en *Domkaya rotundifolia* dat die nuwe blare te klein was vir die kuvet van die $^{14}\text{CO}_2$ -apparaat en sodoende kon in die vroeë stadiums van groei nie fotosintese tempobepalings gedoen word nie. Die fotosintese tempobepalings is verder slegs vir 1980/1981 om 11h00 gedoen en verteenwoordig dus nie noodwendig die maksimum fotosintese tempo vir daardie dag nie.

Dit wil egter voorkom of daar na die aanvanklike blaarontplooiing gedurende September 1980 byvoorbeeld by *Cassine burkeana* en *Domkaya rotundifolia* 'n relatief hoë fotosintese tempo voorkom, in vergelyking met die laer waardes in die droë en warm vroeë somer (November 1980) (Figure 2.12; 4.1 & 5.15).

Hierna neem die fotosintese tempo tot 'n maksimum gedurende Januarie/Februarie toe en 'n geleidelike afname in die tempo kom voor tot en met die voltooiing van blaarverkleuring en blaarval in Junie/Julie (Figure 5.14 & 5.15)^a.

Volgens Kramer & Kozlowski (1979) en Larcher (1980) is die fotosintese tempo vroeg in die lente in die uitspruitfase baie laag as gevolg van onder andere 'n lae chlorofilkonsentrasie (Kyk bladsye 302 & 303)

trasie (Saeki & Nomoto 1958; Cresswell *et al.* 1982). Kort na die blare ontvou het, versnel die fotosintese tempo en die maksimum fotosintese tempo's word soms gekry voor die maksimum blaaroppervlakte bereik is (Salisbury & Ross 1978). By *Berchemia zeyheri* is die hoogste fotosintese tempo reeds vroeg in Januarie 1982 aangeteken (Figuur 5.14), terwyl die maksimum blaaroppervlakte eers in Februarie bepaal is (Figuur 5.27). Rawson & Woodward het in 1976 vasgestel dat die fotosintese tempopiek by 60 - 70 % blaarontplooiing voorkom (Lurie *et al.* 1979). 'n Hoë fotosintetiese kapasiteit word gewoonlik ook in die reprodktiewe fase gevind (Grabherr 1977; Larcher 1980). In die geval van *Berchemia zeyheri*, *Cassine burkeana* en *Olea europaea* subsp. *africana* blyk dit uit Figure 4.1 & 5.14 dat die voortplantingsfase met 'n fase van relatief hoë fotosintese tempo's ooreenstem.

Veranderinge in die fotosintese tempo met blaarouderdom is met anatomiese en fisiologiese veranderinge soos stomaweerstand en afname of toename in fotosintetiese ensiemaktiwiteit geassosieer (Lurie *et al.* 1979).

Die toename in die fotosintese tempo tydens blaarontplooiing is verwant aan die ontwikkeling van die interne blaarstruktuur en van stomas, sintese van chlorofil, afname in diffusieweerstand, toename in tempo van fotosintetiese fosforilase, toename in proteiensintese en RuBP karboksilase aktiwiteit.

In die res van die somer plat die gemiddelde fotosintese tempo af, alhoewel dag tot dag fluktuasies ondervind word (Kramer & Kozlowski 1979).

Die geleidelike afname van die fotosintese tempo na blaarontplooiing voltooi is, dit wil sê volwassenheid van die blare bereik is (Ludlow 1975; Lurie *et al.* 1979), is gekorreleer met 'n toename in diffusieweerstand, afname in sintetiese aktiwiteit van die fosforilasesisteen van chloroplaste, proteien-, RNA- en DNA-konsentrasies, en in RuBP karboksilase-aktiwiteit. Volgens Larcher (1980) begin die afname in fotosintetiese aktiwiteit net na volwassewording van die blare reeds voltooi is, veral by assimileringsorgane wat net vir een seisoen

funksioneer. Wisselinge in seisoenale fotosintetiese kapasiteit kan ook aan verskillende blaarontwikkelingspatrone (vergelyk blaardimorfisme) toegeskryf word. In die herfs is meetbare fotosintese tempo's nog verkry selfs nadat 90 % van die blare al afgeval het (Kramer & Kozlowski 1979).

By die immergroen spesies naamlik *Olea europaea* subsp. *africana* en *Cassine burkeana* het in die 1980/81 groeiseisoen 'n wisseling in die fotosintese tempo oor die seisoene voorgekom, met 'n piek in Februarie en daarna 'n afname na September en Oktober (Figuur 5.14 & 5.15). By *Olea europaea* subsp. *africana* is gedurende die 1981/82 studieperiode twee pieke in die fotosintese tempo aangeteken naamlik in Oktober ($16,24 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$; na reën) en later in Februarie ($12,36 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$). 'n Soortgelyke piek as in Oktober 1981 is weer in Augustus 1982 aangeteken ($10,29 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$; Figuur 5.14) na goeie reën (25,5 mm) in Julie 1982 voorgekom het (Figure 2.12).

Gedurende matige winters kan immergroen spesies 'n redelike fotosintese tempo handhaaf, maar strawwe winters kan die fotosintese tempo feitlik tot nul laat daal (Saeki & Nomoto 1958; Larcher 1969b; Kramer & Kozlowski 1979). Meetbare fotosintese tempo's is tot net onder vriespunt aangeteken, maar na 'n vriesperiode (byvoorbeeld oornag) by -6°C tot -8°C staak fotosintese en is 'n paar dae nodig voor herstel kan voorkom, indien dit wel voorkom (Kramer & Kozlowski 1979). Mooney & Dunn (1970) vind 'n hoër maksimum nettofotosintese tempo vir blare onder gunstige groeitoestande in die geval van droogtebladwisselende spesies as in die geval van immergroen spesies.

5.2.3.4 IRGA- en $^{14}\text{CO}_2$ -metode

Waar die IRGA- en $^{14}\text{CO}_2$ -metode met mekaar op *Olea europaea* subsp. *africana* vergelyk is, is gevind dat die $^{14}\text{CO}_2$ -metode min of meer 21 % hoër brutofotosintese tempowaardes gee as wat met behulp van die IRGA bepaal is (Tabel 5.4).

Tabel 5.4 Vergelyking van die IRGA- en $^{14}\text{CO}_2$ -metodes. Bepalings is om 11h00 op 'n helder sonnige dag vir *Olea europaea* subsp. *africana* op die kampus van die Universiteit van Pretoria (1982-02-02) uitgevoer

Herhaling	IRGA (Infrarooi-gasanalise metode)			$^{14}\text{CO}_2$ - metode
	mg CO_2 .dm $^{-2}$.h $^{-1}$			mg CO_2 .dm $^{-2}$.h $^{-1}$
	Nettofoto= sintese tempo	Respirasie= tempo	Bruttofoto= sintese tempo	Bruttofoto= sintese tempo
1	21,97	4,05	26,02	26,60
2	18,83	4,19	23,02	34,46
3	15,49	7,40	22,89	-
		Gemiddeld	23,98 ± 1,77	30,53 ± 5,56

± = standaardafwyking

'n Vergelyking van die fotosintese tempo soos bepaal met behulp van die $^{14}\text{CO}_2$ - en IRGA-metode, het aan die lig gebring dat daar goeie ooreenstemming is in die waardes wat onder dieselfde toestande verkry is (Austin & Longden 1967; Naylor & Teare 1975; Long & Incoll 1979). Die vergelyking onder gekontroleerde toestande stem veral goed ooreen en in die veld is gevind dat veral by ligversadiging die twee metodes bykans dieselfde resultate gee (Biscoe *et al.* 1977). Volgens McWilliam *et al.* (1973) was die fotosintese tempo wat met behulp van die $^{14}\text{CO}_2$ -metode bepaal was gemiddeld 25 % hoër as die waardes wat met behulp van die IRGA verkry is, maar hierdie hoër waardes word onder andere aan die gebruik van 'n hoër koolstofdiksiedkonsentrasie in die proefnemings met die $^{14}\text{CO}_2$ -metode toegeskryf. Volgens Tieszen *et al.* (1974) vergelyk die resultate van die $^{14}\text{CO}_2$ -metode goed met dié wat deur middel van die IRGA verkry word, alhoewel die $^{14}\text{CO}_2$ -metode hoër waardes mag gee.

5.3 TRANSPIRASIE

5.3.1 LITERATUURORSIG

5.3.1.1 Inleiding

Een van die eerste persone wat die fisiologie van plante kwantitatief bestudeer het, was Stephen Hales wat in sy boek "Vegetable Staticks" in 1727 onder andere metodes ontwerp het om die waterverlies deur 'n plant oor tyd kwantitatief vas te stel (Franco & Magalhães 1965; Kramer & Kozlowski 1979; Sutcliffe 1979). Stomas is ook reeds in die 17^e eeu deur Malpighi beskryf (Sutcliffe 1979) terwyl transpirasiebepalings deur Von Höhnelt in 1881 en 1884 gedoen is. Die verskillende metodes om die transpirasietempo van onder andere bome te bepaal is deur Raber in 1939 en Slavík in 1974 opgesom (Kramer & Kozlowski 1979).

Die transpirasieproses, wat as 'n onvermybare euwel beskou word, is die gevolg van die feit dat by plante 'n groot waterdeurdrenkte selwandoppervlakte waardeur koolstofdiksied opgeneem word, aan die lug blootgestel is (Kramer & Kozlowski 1979; Sutcliffe 1979).

Volgens Kramer & Kozlowski (1979) is transpirasie basies die fisiese proses van verdamping wat deur fisiese faktore beheer word, maar is ook 'n fisiologiese proses en word onder andere deur die blaarstruktuur en die gedrag van die stomas beïnvloed. Die tempo van transpirasie beheer meesal die tempo van wateropname en die tempo waarteen water in die plant styg. Dit beïnvloed ook die translokering van minerale en koel die blare af. Dit veroorsaak verder blaarwatertekorte, verlies aan turgor, verwelking, sluiting van stomas, verlaging in fotosintesetempo en bring vermindering of staking van groei teweeg (Kramer & Kozlowski 1979).

Volgens Bate *et al.* (1982) is afkoeling deur middel van transpirasie nie doeltreffend nie, aangesien blare met 'n grootte van byvoorbeeld die pinnaas van *Burkea africana*, hitte teen 'n hoër tempo deur middel van direkte uitruiling aan

lug gedurende windbeweging, as deur middel van transpirasie verloor. Verder is die blaarweerstand teen diffusie van waterdamp ook die hoogste in die middel van die dag wanneer die lugtemperatuur relatief hoog is en 'n watergebrek ondervind word. Dus gedurende die tyd van die dag wanneer hitteverlies via transpirasie op sy nodigste is, is afkoeling deur transpirasie op sy ondoeltreffendste.

Die tempo van verdamping vanaf enige oppervlak hang af van die energie wat beskikbaar is om water te laat verdamp en die waterdampkonsentrasiegradiënt vanaf die verdampingsoppervlak na die omringende gebied.

5.3.1.2 Transpirasieproses

Transpirasie kan deur die kutikula, lentikulas of stomas plaasvind. Die transpirasietempo is direk eweredig aan die verskil in waterdampkonsentrasie by die verdampingsoppervlak en die waterdampgehalte van die atmosfeer ($\text{g H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-3}$) en is omgekeerd eweredig aan die som van die diffusieweerstande (Σ_r)

$$T_r = \frac{\Delta C}{\Sigma_r} \text{ mg H}_2\text{O} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$$

waar ΔC = waterdampkonsentrasiegradiënt tussen die blaar C_l en lug C_a (Larcher 1980; Barbour *et al.* 1980). Die transpirasietempo is volgens Kinerson (1979) direk van die dampdruktekort afhanklik en neem eksponensieel toe met 'n toenemende lugtemperatuur.

Kutikulêre transpirasie word deur Willis & Jefferies (1963) as minder as 10 % van die totale transpirasie bereken, terwyl Kramer & Kozlowski (1979) dit, afhange van die plantsoort, as 2,5 - 21,0 % en Larcher (1980) dit as 0,1 - 30,0 % van die totale transpirasie aangee. By bome van die gematigde sone is dit 10 - 20 % van die totale transpirasietempo wanneer die stomas ten volle oop is (Larcher 1980).

Peridermale transpirasie word deur Larcher (1980) as ongeveer

1 % van die potensiële verdamping bereken (0,028 - 0,28 $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ vir bome van die gematigde sone) en 0,033 tot 0,33 % van die potensiële totale transpirasietempo.

Volgens Kramer & Kozlowski (1979) kom groot verskille in die transpirasietempo tussen verskillende spesies, verskillende individue van dieselfde spesie, by blare van verskillende ouderdomme en by blare op verskillende posisies op dieselfde individu voor.

5.3.1.3 Stomas, stomadiffusieweerstand of -geleiding

Volgens Watts (1977) reageer stomas op 'n aantal omgewingsveranderlikes soos uit onderstaande vergelyking gesien kan word:

$$k_s = f(T_1 \cdot I_q \cdot \delta_e \cdot \text{CO}_2)$$

waar k_s = stomageleiding

f = funksie

T_1 = blaartemperatuur

I_q = fotonvloeddigheid

δ_e = dampdruktekort

CO_2 = CO_2 -konsentrasie

Volgens Willis & Jefferies (1963) mag vroeë sluiting van stomas onder toestande van hoë verdampingstempo's en waterspanning voorkom. Die stoma-opening word deur die atmosferiese dampdruk beïnvloed deurdat sluitselle water meer geredelik as ander epidermisselle verloor en direk op veranderinge in dampdruk reageer (Barbour *et al.* 1980). Stomabeweging word ook deur 'n endogene sirkadiëse ritme beïnvloed (Sutcliffe 1979).

Reaksietyd van stomas

Volgens Sutcliffe (1979) kan selfs ligte aanraking of asemhaling by 'n blaar met oop stomas, die stomas byna onmiddellik laat sluit. Turgessensie van die sluitselle reguleer die poriegrootte, terwyl sluitselle ook uiters sensitief vir

omgewingstimulusse is. Geslote stomas begin binne 'n paar minute na blootstelling aan lig oopgaan, maar begin weer sluit sekondes nadat dit in die donker geplaas is.

Volgens Bierhuizen *et al.* (1965) moet porometerlesings van 'n blaar binne 'n minuut geneem word, voordat meetbare veranderinge in die stoma-opening voorkom. Medina (1982) beweer dat die stomas van immergroen bome stadig sluit, terwyl dié van bladwisselende spesies vinniger sluit. Verskille in die stomareaksie word hoofsaaklik aan verskille in blaarouderdom en struktuur toegeskryf (Medina 1982).

Plantfaktore

Die hoeveelheid water wat deur middel van blare verlore gaan is ongeveer 33 % (Sutcliffe 1979) tot 50 % (Kramer & Kozlowski 1979) van die water wat van 'n vrywateroppervlak met dieselfde grootte verdamp. Alhoewel stomaporieë nie meer as ongeveer 1 % van die totale blaaroppervlakte beslaan nie, is die diffusietempo van waterdamp deur die stomas ongeveer 30 keer hoër as van 'n ekwivalente vrywateroppervlakte (Sutcliffe 1979).

Volgens Morrow & Slatyer (1971) is die hoofweg vir gaswisseling tussen die plant en sy omgewing deur middel van blaarstomas. Variasies in grootte van die stomaporie kan die transpirasietempo asook fotosintesetempo beïnvloed. Variasie in die transpirasietempo kan ook geneties teweeggebring word deur verskille in stomageleiding as gevolg van die aanwesigheid al dan nie van byvoorbeeld was en trigome (Silcock & Wilson 1981).

Cresswell *et al.* (1982) het vir vier houtagtige spesies op Nylsvley gevind dat die blaardiffusieweerstand by uiterste lae waterpotensiale baie hoog is of dat die stomas gesluit is. Die stomas van *Burkea africana* en *Terminalia sericea* was gesluit by 'n blaarwaterpotensiaal van -3 330 kPa en -2 650 kPa respektiewelik.

Volgens Slatyer in 1962 (in Oechel *et al.* 1972) is "dagbreekplantwaterpotensiaal" (ψ) 'n waardevolle meting vir

seisoenale vergelyking van die vogstatus van 'n plant. Seisoenale verloop van die ψ weerspieël die klimaatpatrone goed (Oechel *et al.* 1972) en daar is 'n kenmerkende verhouding tussen die "dagbreekplantwaterpotensiaal" en reënval, dit wil sê 'n hoë waterpotensiaal kom na reën voor en 'n lae waterpotensiaal in droogtetye. 'n Een tot twee weke sloering blyk voor te kom tussen reënval en die invloed daarvan op die plantwaterpotensiaal van *Artemisia tridentata* (DePuit & Caldwell 1973). Die sluitselle is baie sensitief vir watertekorte en die vroeë ("premature") sluiting van stomas is gewoonlik die eerste aanduiding van die ontwikkeling van waterspanning (Kramer & Brix 1965). Volgens Kramer & Kozlowski (1979) kom stomasluiting voor as gevolg van dehidrering van blare of van die sluitselle en aangrensende epidermisselle. Stomasluiting kom ook by plante voor wat onder waterspanning verkeer as gevolg van 'n afname in sitokinien- en 'n toename in die absisiensuurkonsentrasie (Sutcliffe 1979). Stoma=sluiting by verlepte blare is die gevolg van 'n hoë absisien=suurgehalte (Sutcliffe 1979).

Transpirasie (Kyk afdeling 5.3.1.2)

Volgens Smith & Nobel (1977), Kramer & Kozlowski (1979) en Sutcliffe (1979) word die transpirasieproses deur die volgende faktore beïnvloed.

- a. Wortel/stingelverhouding (of opname/transpirasie)
— doeltreffendheid van die wortels vir wateropname
- b. Blaaroppervlakte
- c. Blaarvorm
- d. Blaarrangskikking/oriëntasie/blootstelling
- e. Blaaranatomie
- f. Blaarmorfologie
- g. Blaaroppervlak
- h. Stomagedrag

Verskille in waterverlies per eenheidsoppervlakte kom dus voor as gevolg van verskille in: die struktuur en samestelling van die kutikula; getal, verspreiding, grootte en struktuur van die stomas; en interne rangskikking van die selle, intersellulêre lugruimtes en vaatweefsel (Sutcliffe 1979).

Die aanwesigheid van 'n kutikula en waslaag verlaag water=verlies (Kramer & Kozlowski 1979) terwyl die aanwesigheid van lewende trigome op die blaaroppervlak die transpirasietempo kan laat toeneem as gevolg van 'n toename in die verdampings=oppervlakte. Trigome sal egter, veral as hulle dood is, of oor 'n doeltreffende kutikula beskik meesal 'n verlaging in die transpirasietempo teweegbring as gevolg van hul beskade invloed op die res van die blaar en die verlaging van die diffusiegradiënt van waterdamp tussen die blaar en die buite-omgewing (Sutcliffe 1979). Harigheid verhoog die grenslaag=weerstand en verminder hitte- en waterdampverlies, maar het nie 'n groot invloed op CO₂-geleiding nie (Kramer & Kozlowski 1979). Harigheid kan die blaartemperatuur betekenisvol beïnvloed deur die hoeveelheid straling wat die hare absorbeer asook die verdikkende invloed wat dit op die grenslaag van die blaar het. (Smith & Nobel 1977). Blaartemperatuur beïnvloed die transpirasietempo direk deur die waterdampkonsentrasiegradiënt tussen die blaar en atmosfeer te beïnvloed en indirek deur moontlike stomasluiting by uiters hoë en lae temperature (Smith & Nobel 1977).

Volgens Kramer & Kozlowski (1979) word die dampdruk by die verdampingsoppervlak van selle hoofsaaklik deur die blaar=temperatuur en die waterpotensiaal (ψ) by die oppervlak beïnvloed. 'n Tien tot dertig grade Celsius verhoging in die lugtemperatuur verdriedubbel die dampdruk en groot verskille in die transpirasietempo kan dus selfs met klein veranderinge in blaartemperatuur verkry word. Die invloed van 'n verandering in die ψ van die blaar op die dampdruk is klein en matige veranderinge in die ψ van die blaar het min invloed op die transpirasietempo en is onbelangrik (Kramer & Kozlowski 1979).

Die grenslaagweerstand is baie minder by kleiner, smaller, gelobde en saamgestelde blare as by breë enkelvoudige blare en eersgenoemde soort blare neig ook om koeler te wees as gevolg van dunner grenslae en beter hitte-oordraging (Kramer & Kozlowski 1979).

Weerstande

Diffusieweerstand (r_s) word gemeet in $s.cm^{-1}$, terwyl diffusie=geleiding ($1/r_s$) in $cm.s^{-1}$ aangedui word.

Volgens Larcher (1975) word beweging van waterdamp vanaf die verdampingsoppervlak na die atmosfeer deur diffusie volgens die wet van Fick teweeggebring, naamlik:

$$\text{Diffusietempo } \left(\frac{dm}{dt}\right) = -D.A \frac{dC}{dx}$$

waar: dm = hoeveelheid verplaas
 dt = tydsinterval
 D = diffusiekonstante
 A = uitruiloppervlakte
 dC = konsentrasieverskil tussen twee punte
 dx = diffusie-afstand tussen twee punte.

Die diffusietempo van water is volgens Sutcliffe (1979) eweredig aan die ψ -gradiënt en die weerstande in die diffusie=weg. Die verskillende diffusieweerstande vir water en/of koolstofdoksied is soos volg (Kramer & Kozlowski 1979; Sutcliffe 1979; Barbour *et al.* 1980; Larcher 1980) (vergeelyk afdeling 5.2.1.2):

- die totale blaarweerstand (r_l) = kutikulêre weerstand (r_c) + stomaweerstand (r_s) + mesofil- (r_m) of residuele weerstand (r_r)
- stomaweerstand (r_s) = grenslaagweerstand (r_a) + porieweerstand (r_{pw}) + weerstande van die substomatale holte en intersellulêre lugruimte (r_i)
- mesofilweerstand (r_m) = raakvlak ("interface") weerstand (r_w) + protoplasmiese weerstand (r_p) + karboksilase weerstand (r_x) + eksitasieweerstand (r_e)

$$\text{dus } r_l = r_a + r_{pw} + r_i + r_w + r_p + r_x + r_e + r_c$$

Eksterne weerstande hang af van die blaargrootte, -vorm en windspoed (Kramer & Kozlowski 1979). As die stomas oop is, is die stomaweerstand laer as die kutikulêre weerstand en die meeste waterdamp beweeg deur die stomas. Die stomaweerstand is die belangrikste reguleerder van die transpirasietempo en die stoma-opening reageer op verskille in turgessensie wat hoofsaaklik deur variasie in ligintensiteit, ψ van die blaar, CO_2 -konsentrasie en lugvogtigheid gereguleer word (Kramer & Kozlowski 1979; Barbour *et al.* 1980).

Volgens Cline & Campbell (1976) verlaag die stomageleiding van bladwisselende spesies betekenisvol laat in die groei-seisoen wanneer die rusperiode nader. 'n Stomageleiding van $0,08 - 0,26 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ dui op oop stomas of 'n hoë kutikulêre geleiding. Lae daaglikse geleidings in die winter mag op onvolwasse weefsel of nie-funksionele stomas dui, maar meer waarskynlik is dit die lae temperature en lae ligintensiteite wat dit veroorsaak. By immergroen spesies soos *Pinus* spp. word hoër geleidings aangetref. In die groeiseisoen is die blaargeleiding by immergroen spesies laer as dié van bladwisselende spesies (Gates 1968).

5.3.1.4 Omgewingsfaktore

a. Lig

Volgens Sutcliffe (1979) vertoon die transpirasietempo 'n daaglikse periodisiteit wat nou met die beweging van die stomas gekorreleer is. Veranderinge in ligintensiteit beïnvloed die diffusieweerstand deur middel van die stomaporie-opening asook die waterdampdruk as gevolg van sy invloed op die blaar-temperatuur (Kramer & Kozlowski 1979).

Ligintensiteit beïnvloed nie net die tempo van stoma-opening nie maar ook die finale poriegrootte (Salisbury & Ross 1978). Ligversadiging by *Picea sitchensis* ("Sitka spruce") is by ongeveer $250 - 300 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ en gevolglik het lig min invloed op die daaglikse verloop van die transpirasietempo, behalwe vroeg in die oggend en in die laat middag (Watts 1977).

Die stomas van *Vigna unguiculata* is 90 % oop by 'n FAS van $> 1\ 000\ \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ terwyl die maksimum FAS wat gemeet is tussen 1 700 - 1 800 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ lê. Dus word sluiting van die stomas gedurende die dag, tussen 08h00 en 10h00, nadat hulle maksimaal oop was, aan omgewingsfaktore anders as lig toegeskryf (Bates & Hall 1981).

Volgens Medina (1982) is daar verskeie savanne boomspesies waarvan die stomas gedurende die nag oop is, maar die verskynsel is nie algemeen nie. Brueckner (1945) het ook 'n geringe transpirasietempo in die nag by bome in Natal waargeneem.

b. Temperatuur

Volgens Kramer & Kozlowski (1979) veroorsaak 'n toename in temperatuur 'n toename in die transpirasietempo omdat dit die waterdampgradiënt tussen die blaar en die atmosfeer verhoog. By 'n konstante temperatuur, beïnvloed 'n verandering in atmosferiese vog die transpirasietempo deur die dampdrukgradiënt tussen die blaar en die lug te verander. By temperature van 20°C en 50 % relatiewe lugvogtigheid is die waterdampgradiënt 20 maal so steil as die CO₂-diffusiegradiënt en dus geskied waterverdamming teen 'n hoër tempo as CO₂-opname (Larcher 1980). Die tempo van verdamping vanaf 'n vogtige oppervlak is meer as 3 maal so hoog by 30°C en 60 % relatiewe lugvogtigheid as by 10°C en 60 % relatiewe lugvogtigheid (Larcher 1980).

Indien die blaartemperatuur hoër is as dié van die lug, is die waterpotensiaalgradiënt hoër as wanneer die temperature dieselfde is (Sutcliffe 1979).

Lugtemperature van 30 - 35°C veroorsaak stomasluiting en die sluiting kan moontlik aan waterspanning of aan 'n hoër respirasietempo toegeskryf word (Salisbury & Ross 1978).

Volgens Kinerson (1979) kan 'n toename in die diffusieweerstand onder toestande van toenemende temperatuur waarskynlik aan die veranderende tempo's van fotosintese en respirasie toegeskryf word, met 'n gevolglike toename in die interne

koolstofdiksiedkonsentrasie van die blaar.

c. Lugvogtigheid

Relatiewe lugvogtigheid kan as aanduiding van die watergehalte van die lug gebruik word, maar vir 'n gegewe relatiewe lugvogtigheid, neem die waterpotensiaal toe met toenemende temperatuur, sodat 'n korrelasie tussen die transpirasietempo en relatiewe lugvogtigheid slegs by 'n spesifieke temperatuur verwag word. Die rede waarom verdamping en transpirasie toeneem met toenemende temperatuur is omdat die dampdruk van die water in die blare gewoonlik meer toeneem as die waterdampdruk van die omringende lug, waarvan die relatiewe lugvogtigheid gewoonlik afneem (Kramer & Kozlowski 1979).

Aubert & Catsky in 1970 en Lange *et al.* in 1971 vind ook dat stomas direk reageer op veranderinge in die dampdruktekort van die atmosfeer (Rawson *et al.* 1977). By toenemende waterdrukspanning is die stomas ook meer reaktief ten opsigte van verandering in vogtigheid.

Volgens Watts (1977) is daar 'n lineêre verband tussen stomageleiding en die dampdruktekort van die atmosfeer vir goedbeligte (fotonvloeddigtheid $> 300 \mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en goedbenatte ($\psi > -1\ 400 \text{ kPa}$) blare gevind.

d. Waterspanning

'n Watertekort mag ontwikkel wanneer die absorpsietempo van water deur die wortels laer is as die transpirasie- en verdampingstempo. Indien die transpirasietempo hoër is as die absorpsietempo deur wortels, ontwikkel 'n watergebrek en stomas sal sluit ongeag die lig- en temperatuurstoestand en CO_2 -konsentrasie (Sutcliffe 1979). Sutcliffe (1979) het ook gevind dat oop stomas soms by permanent verwelkte plante aangetref word en dit kan moontlik aan 'n verlies in turgensensie in selle aanliggend aan die sluitselle toegeskryf word.

Volgens Salisbury & Ross (1978) het die waterpotensiaal van

die plant 'n sterk invloed op die oop- en toegaan van stomas. As die waterpotensiaal daal, sluit die stomas en hierdie aksie kan die invloed van 'n lae koolstofdiksiedkonsentrasie of hoë ligintensiteit oorheers.

e. Grondvoggehalte

Volgens Cline & Campbell (1976) bly die blaargeleiding van boomspesies deur die dag, wanneer grondvog geredelik beskikbaar is, hoog wat aandui dat plante die atmosferiese aanvraag kan bevredig. Indien die grondvog verminder, ontstaan 'n spanningstoestand en die stomas kan sluit. Daar is ook gevind dat die blaargeleiding van die boomspesies hoog bly in relatief droë gronde tot by 'n sekere blaarwaterpotensiaalwaarde, waarna dit skerp daal (Cline & Campbell 1976). Volgens Naidoo & Naidoo (1981) word stomareaksie onder andere deur grondvogspanning beheer. Kramer & Kozlowski (1979) beweer verder dat die transpirasietempo, wanneer grond by veldkapasiteit is, hoofsaaklik deur atmosferiese toestande beheer word, behalwe vir die middaginsinking wat deur 'n hoë transpirasietempo en hoë wortelweerstand teweeggebring word.

f. Wind

Lugbeweging om die blaar verwyder die waterdamp van die grenslaag, verminder die grenslaagweerstand, en verhoog die waterpotensiaalgradiënt waardeur die transpirasietempo verhoog word (Kramer & Kozlowski 1979; Sutcliffe 1979). 'n Windspoed van naasteby $2,0 \text{ m.s}^{-1}$ of meer verlaag die grenslaagweerstand na minder as $0,5 \text{ s.cm}^{-1}$ (Larcher 1980). Indirek word die transpirasietempo verlaag deur afkoeling van die blaar en verlaging van die dampdruk in die blaar (Kramer & Kozlowski 1979). By 'n hoë windspoed mag die transpirasietempo ook daal as gevolg van meganiese versteuring of deur toenemende watergebrek wat lei tot absisiensuurvorming en stomasluiting (Sutcliffe 1979).

Wind veroorsaak ook 'n toename in ventilasie in die inter-sellulêre lugruimtes as gevolg van blaarbeweging (Kramer &

Kozlowski 1979).

5.3.1.5 Porometers

In 1911 het Darwin & Pertz 'n gasvloei-porometer gebruik wat die gasvloei deur die blare onder ligte druk meet (Kramer & Kozlowski 1979). Basies word die tempo van drukvloei hier bepaal as 'n maatstaf van die potensiële diffusietempo van gasse tussen die buite-atmosfeer en die intersellulêre ruimtes van die blaar. Stomasluiting kan egter plaasvind indien die druk te hoog is. Dit het gelei tot die ontwerp van diffusieporometers wat stroming van gas deur blare meet (Kramer & Kozlowski 1979). 'n Oorsig van porometers word deur Slavík (1974) gegee.

Volgens Watts (1977) verskaf diffusieporometers 'n maatstaf van die geleiding van waterdamp deur die kutikula en stomas. Aangesien die geleiding deur die kutikula baie laag is, relatief tot oop stomas, en min deur omgewingsfaktore beïnvloed word, is diffusieporometers ontwerp om hoofsaaklik stoma-geleiding of -weerstand te bepaal.

Die diffusieporometer gee dus 'n kwantitatiewe maatstaf van die stomadiffusieweerstand wat die mees presiese aanduiding van die graad van stoma-opening is (Larcher 1980). Stomareguleringsprosesse word ook eerder aan die hand van diffusieweerstand of -geleiding beskryf as deur middel van transpirasietempo.

Indien die stoma-openingsgrootte met behulp van diffusieweerstand bepaal moet word, is dit nodig dat die apparaat vir 'n spesifieke blaar deur direkte mikroskopiese waarneming van stomagrootte gekalibreer word (Sutcliffe 1979). Die beginsels van porometrie word deur onder andere Franco & Magalhães (1965); Bierhuizen *et al.* (1965); Van Bavel *et al.* (1965); Turner & Parlange (1970); Parkinson & Legg (1972); Slavík (1974); Watts (1977); Kramer & Kozlowski (1979); Sutcliffe (1979); Larcher (1980) en Barbour *et al.* (1980) bespreek.

Die eerste stabiele toestand diffusieporometer is deur Beardsell *et al.* (1972) ontwerp en die beginsel waarop die apparaat berus word onder andere deur Slavík (1974); Watts (1977) en Barbour *et al.* (1980) kortliks verduidelik.

5.3.1.6 Voorsorgmaatreëls en probleme

Algemene voorsorgmaatreëls wat tydens die gebruik van porometers getref moet word, word deur Kanemasu *et al.* (1969); Morrow & Slatyer (1971) Slavík (1974) en Landsberg *et al.* (1975) bespreek.

Volgens Bierhuizen *et al.* (1965), Kramer & Kozlowski (1979) en Sutcliffe (1979) word 'n kunsmatige omgewing om die blaar in die kuvet geskep wanneer die kuvet vir lang periodes aaneen aan die blaar gekoppel word. 'n Afname in ligintensiteit en koolstofdiodoksiedkonsentrasie en 'n toename in dampdruk en veranderinge in blaar- en lugtemperatuur en windspoed word gekry wat die transpirasietempo kan beïnvloed. Die probleem word egter tot 'n groot mate verminder deur die blaar vir kort tye in die kuvet te hou.

Veldstudies met behulp van porometers is volgens Watts (1977) ook soms moeilik interpreteerbaar as gevolg van baie moontlike gelyktydige veranderlikes wat mag voorkom soos byvoorbeeld fisiologiese verskille tussen blare van verskillende ouderdomme, stadiums van ontwikkeling en posisie in die kroon van die plant, wat stomareaksie kan laat verskil.

5.3.2 METODEDES

5.3.2.1 Inleiding

Tydens die bepaling van die transpirasietempo of stoma-weerstand word plant- en omgewingsfaktore soos byvoorbeeld windspoed, relatiewe lugvogtigheid, lug- en blaartemperatuur

en straling daarmee saam gemonitor (Cline & Campbell 1976; Rawson *et al.* 1977; Smith & Nobel 1977; Tenhunen *et al.* 1980; Naidoo & Naidoo 1981; Bates & Hall 1981). Dit was ook tydens hierdie ondersoek gedoen.

Vir die bepaling van die transpirasietempo en diffusieweerstande op die Roodeplaatdam-natuurreservaat is van 'n LI-1600 "Steady State" porometer^a gebruik gemaak. Die LI-1600 stabiele toestand porometer is deur onder andere Tenhunen *et al.* (1980), Naidoo & Naidoo (1981) en Bates & Hall (1981) gebruik vir die bepaling van diffusieweerstande of -geleiding en transpirasietempo. Die gebruiksaanwysings en tegniese inligting is uit 'n handleiding van LI-COR^a verkry.

Die beginsels waarop die apparaat berus, is kortliks soos volg: Daar word van 'n nulbalans-sisteem gebruik gemaak, waardeur 'n voorafvasgestelde konstante lugvogtigheid in die kuvet tydens lesings gehandhaaf word. Dit word verkry deur droë lug teen so 'n tempo in die kuvet in te voer dat, ongeag die transpirasietempo van die blaar, 'n konstante lugvogtigheid in die kuvet gehandhaaf word.

Die volumetriese vloeitempo F ($\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) waarteen die droë lug in die kuvet invloei, kan uitgedruk word as:

$$F = \left(\frac{T_c}{273,15} + 1 \right) \left(\frac{101,3}{p} \right) \dot{M}$$

waar T_c = kuvettemperatuur ($^{\circ}\text{C}$)

p = absolute atmosferiese druk in kuvet (kPa)

\dot{M} = vloeitempo van droë lug in die kuvet in ($\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) by standaardtoestande van 101,3 kPa en 0°C .

Die transpirasietempo Tr ($\mu\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) van die blaar is soos volg verwant aan die volumetriese vloeitempo:

$$Tr = (\rho_c - \rho_a) \frac{F}{A}$$

^a LI-1600 Steady State Porometer, LI-COR, Bpk. Posbus 4425, Lincoln, Nebraska 68504 V.S.A.

waar ρ_c = waterdampkonsentrasie in die kuvet ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)
 p_a = waterdampkonsentrasie van die droë lug wat die
 kuvet binnevloei (aanvaar as konstant by 2 %
 relatiewe lugvogtigheid)
 A = blaaroppervlakte (cm^2)

Die stomaweerstand R_s ($\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$) kan nou met behulp van onderstaande vergelyking bepaal word:

$$R_s = \frac{\rho_1 - \rho_c}{T_r} - R_b = \frac{A}{F} \left(\frac{\rho_1 - \rho_c}{\rho_c - \rho_a} \right) - R_b$$

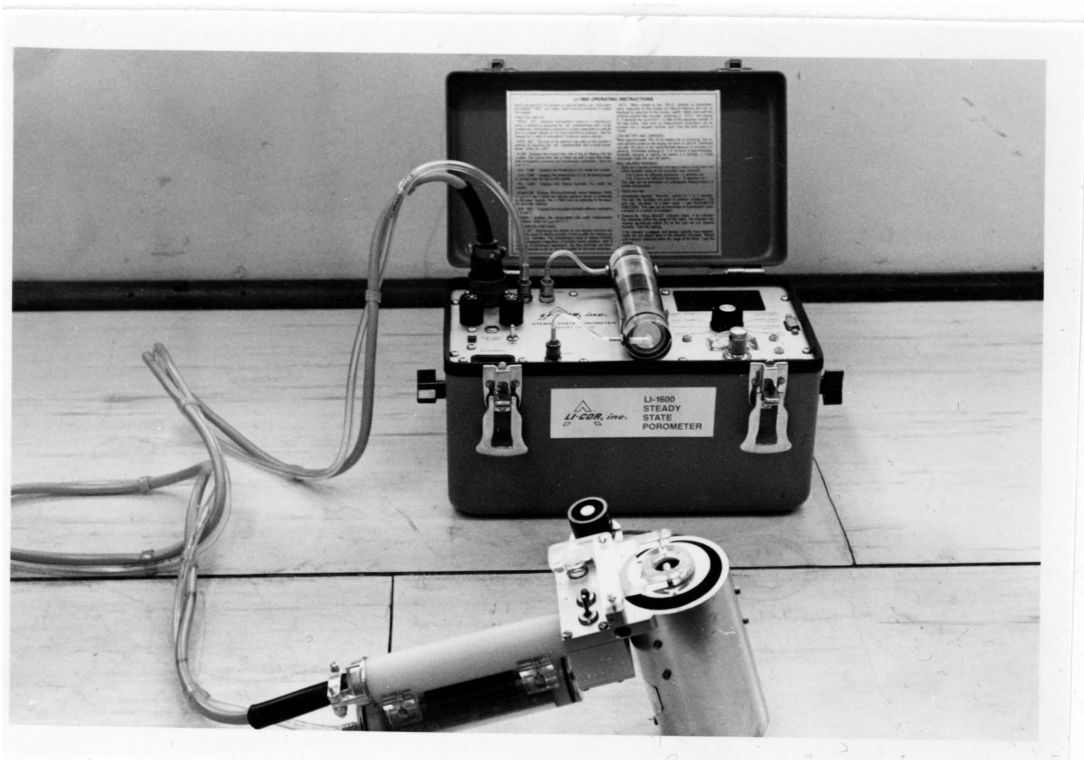
waar ρ_1 = waterdampkonsentrasie in die blaar ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)
 (word aanvaar as 100 % relatiewe lugvogtigheid)
 R_b = grenslaagweerstand ($\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$) (aanvaar as $0,15 \text{ s}\cdot\text{cm}^{-1}$
 as gevolg van lugbeweging in die kuvet)

Die blaartemperatuur, kuvettemperatuur en die relatiewe lugvogtigheid in die kuvet word gemeet en vir die berekening van die verskillende waterdampkonsentrasies (p_c , p_a en p_1) gebruik.

Voor gebruik word die kuvet ingestel vir die korrekte kuvetopening (oppervlakte) wat gebruik word, die atmosferiese druk vir die lokaliteit en die ekwilibreering van die blaar- en kuvettemperatuur. Die kuvetoppervlakte vir die lesings op die RNR was $1,0 \text{ cm}^2$ en die atmosferiese druk is gestel op $87,12 \text{ kPa}$ (volgens die handleiding van die instrument vir $1\ 300 \text{ m}$ hoogte bo seespieël).

5.3.2.2 Meetprosedure (Figuur 5.11)

Om die kuvet by die heersende toestande in te stel is dit voor gebruik vir 'n paar minute in werking gestel met die nulbalansklep gesluit en die blaarklampkake in die oop posisie. Die kuvet stabiliseer dan by die heersende temperatuur en vogtigheid en droog uit as vog in die kuvet gekondenseer het. Normaalweg is daar in elke geval 'n 30 s opwarmingsperiode.



Figuur 5.11 Die "stabiële toestand" diffusieporometer wat vir die bepaling van die transpirasietempo op die Roodeplaatdam-natuurreservaat gebruik is.

Die nulbalansklep is soos volg oopgedraai:

0,5 - 2 draaie indien die diffusieweerstand $< 5 \text{ s.cm}^{-1}$

0,1 - 0,5 draaie indien die diffusieweerstand $> 5 \text{ s.cm}^{-1}$

Dit is 'n growwe instelling van die droëlug-vloeitempo en met behulp van 'n interne vloeibeheerder kan 'n stabiele vogtigheidstoestand oor 'n wye reeks vloeitempo's in die kuvet gehandhaaf word.

Die blaas is nou vasgeklamp waarna die "Hum set" (vogtigheid=stelknop) onmiddellik vir tussen 1 en 5 sekondes gedruk is om die nulpuntvogtigheid gelyk aan die heersende lugvogtigheid te stel. 'n Stabiele toestand (nulbalans) word bereik indien die vogtigheid in die kuvet gelyk aan die heersende vogtigheid gehandhaaf word, waardeur dan akkurate diffusieweerstandmetings verkry kan word.

Sodra die nulbalanswyser tussen die skaaleindpunte is en gestabiliseer het, het die kuvet ewewig binne 1 % van die nulbalansvogtigheid bereik en is die "Hold"-skakelaar gedruk om die data te berg.

5.3.2.3 Meetprosedure in die studiegebied

Gedurende die 1980/81 groeiseisoen is die transpirasietempo van die volgende spesies met twee tot ses weke intervalle om 11h00 op helder sonnige dae gemeet:

<i>Berchemia zeyheri</i>	<i>Maytenus heterophylla</i>
<i>Cassine burkeana</i>	<i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>
<i>Cussonia paniculata</i>	<i>Pappea capensis</i>
<i>Dombeya rotundifolia</i>	<i>Vangueria infausta</i>

Gedurende die 1981/82 groeiseisoen is die lesings maandeliks om 11h00 op helder sonnige dae geneem en behalwe vir bogenoemde spesies is lesings ook van *Euclea crispa* en *Ximenia caffra* geneem.

By *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* is die transpirasietempo gedurende die 1981/82 groeiseisoen

een maal per maand min of meer uurliks vanaf 06h00 tot 18h00 op 'n spesifieke helder sonskyndag bepaal. Die transpirasietempo's is terselfdertyd as die fotosintesetempo's bepaal (Kyk afdeling 5.2.2.3).

In al die gevalle is vyf blare (abaksiaal) en twee blare (adaksiaal) gebruik vir die bepaling van die transpirasietempo. Daar is gepoog om deurgaans 'n volwasse onbeskadigde blaar op die tweede tot derde knoop vanaf die apikale groeipunt van 'n takkie en wat in direkte sonlig op ongeveer 1,7 m hoogte is, vir die lesings te gebruik.

Die getal stomas per mm^2 is aan die ad- en abaksiale kant van vars volwasse blare van 'n aantal spesies (Tabel 5.10) bepaal. Afdrukke is van beide kante van drie blare van elke spesie gemaak deur 'n deurskynende tipe gom ("Bostik") op die oppervlak aan te wend. Die gom word vir ongeveer 'n uur gelaat waarna dit van die blaar verwyder word en mikroskopies ondersoek word. Vyf tellings is per blaaroppervlak gedoen.

5.3.3 RESULTATE EN BESPREKING

5.3.3.1 Transpirasietempo en diffusieweerstand

Dit is volgens Figure 5.2 tot 5.6 duidelik dat hoe hoër die diffusieweerstand is, hoe laer is die transpirasietempo (Kyk afdeling 5.4.3). Vervolgens word die transpirasietempo en diffusieweerstande van die ab- en adaksiale kante van die blare van die ondersoekte spesies kortliks bespreek.

a. Abaksiale kant van blaar

Die hoogste transpirasietempo wat vir die jaar Junie 1980 tot Augustus 1981 vir die onderskeie spesies om 11h00 aange-teken is (Tabel 5.5) het van $9,01 \mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ vir *Maytenus heterophylla* in Maart 1981 tot $26,98 \mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Tabel 5.5 Transpirasietempo vir die abaksiale kant van die blare van 'n aantal houtagtige spesies op die Rooideplaatdam-natuurreservaat. Die waardes is om 11h00 op 'n helder sonnige dag geneem. Waardes is vanaf Junie 1980 bepaal

Spesie	Transpirasietempo ($\mu\text{g H}_2\text{O.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$)									
	Hoogste waardes om 11h00				Gemiddelde waardes om 11h00 vir die periode:					
	Jun 80-Aug 81		Sep 81-Sep 82		Okt - Mrt		Apr - Sep		g ^a	
	1980/81	1981/82	1980/81	1981/82	1981	1982	1980/81	1981/82		
<i>Berchemia zeyheri</i>	15,63 ±5,92	Feb	31,88 ±5,81	Feb	8,93 ±4,76	18,89 ±9,03	2,48 ±0,83	8,03 ±4,33	27,8	42,5
⊖ <i>Cassine burkeana</i>	16,55 ±2,41	Feb	26,78 ±2,94	Feb	7,94 ±5,44	12,44 ±8,31	7,85 ±3,89	12,49 ±6,33	98,9	100,4
<i>Cussonia paniculata</i>	26,98 ±2,39	Feb	24,70 ±3,61	Feb	12,20 ±11,49	14,70 ±7,19	0,95 ±0,78	7,21 ±4,15	7,8	49,0
<i>Dombeya rotundifolia</i>	20,32 ±3,19	Feb	29,13 ±4,54	Feb	9,25 ± 5,99	21,53 ±7,29	4,02 ±0,00	7,08 ±2,29	43,5	32,9
⊖ <i>Euclea crispa</i>			26,62 ±0,40	Feb		14,88 ±8,49		11,68 ±1,53		78,5
<i>Maytenus heterophylla</i>	9,01 ±0,82	Mrt	12,30 ±2,44	Mrt	7,80 ± 1,24	10,44 ±1,79	7,91 ±1,01	7,83 ±3,49	101,4	75,0
⊖ <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	10,63 ±3,25	Des	24,75 ±4,38	Feb	6,54 ± 3,55	13,84 ±6,44	6,03 ±2,98	6,88 ±2,01	92,2	49,7
<i>Pappia capensis</i>	13,85 ±3,18	Feb	26,08 ±2,04	Feb	9,57 ± 4,73	17,13 ±7,45	5,60 ±0,55	11,65 ±3,86	58,5	68,0
<i>Vangueria infausta</i>	15,78 ±2,58	Feb	26,14 ±3,85	Feb	12,15 ± 4,34	22,65 ±4,10	6,83 ±1,75	12,27 ±6,56	56,2	54,2
<i>Ximenia caffra</i>			27,82 ±0,19	Feb		15,67 ±8,48		5,14 ±3,94		32,8
Gemiddeld									60,8	58,3

^a Die waardes vir April tot September word as 'n persentasie van die waardes vir Oktober tot Maart uitgedruk. ⊖ = Immergroen spesies; die res is bladwisselende spesies.

Tabel 5.6 Diffusieweerstand vir die abaksiale kant van die blare van 'n aantal houtagtige spesies op die Rooideplaatdam-natuurreservaat. Die waardes is om 11h00 op 'n helder sonnige dag geneem. Waardes is vanaf Junie 1980 bepaal

Spesie	Diffusieweerstand (s.cm^{-1})											
	Jun 1980 - Aug 1981				Sep 1981 - Sep 1982							
	Laagste waardes		Hoogste waardes		Laagste waardes		Hoogste waardes		Gemiddelde waardes			
	1980/81	1981/82	1980/81	1981/82	1980/81	1981/82	1981	1982				
<i>Berchemia zeyheri</i>	1,91 ±0,34	Des	13,85 ±3,26	Aug	0,59 ±0,19	Feb	6,12 ±3,35	Jun	3,0 ±1,7	1,5 ±0,7	10,4 ±2,4	2,8 ±2,3
⊖ <i>Cassine burkeana</i>	0,81 ±0,14	Feb	15,26 ±13,88	Nov	0,59 ±0,04	Apr	7,71 ±7,62	Jan	6,4 ±6,0	3,7 ±3,3	2,4 ±0,5	1,5 ±0,6
<i>Cussonia paniculata</i>	1,19 ±0,33	Des	103,76 ±105,67	Jul	0,51 ±0,11	Feb	5,34 ±1,16	Mei	5,8 ±8,1	2,2 ±1,9	56,5 ±38,5	3,4 ±3,1
<i>Dombeya rotundifolia</i>	0,77 ±0,14	Feb	12,13 ±5,80	Nov	0,55 ±0,13	Feb	5,70 ±2,90	Mei	3,9 ±3,7	1,4 ±1,1	4,5 ±0,0	3,3 ±1,6
⊖ <i>Euclea crispa</i>					0,55 ±0,02	Feb	4,53 ±1,97	Jan		2,6 ±1,8		1,4 ±0,6
<i>Maytenus heterophylla</i>	1,95 ±0,28	Jun	3,26 ±0,43	Apr	0,74 ±0,09	Okt	5,88 ±1,16	Jun	2,6 ±0,4	1,8 ±1,1	2,3 ±0,8	2,5 ±1,8
⊖ <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	1,85 ±0,73	Des	19,60 ±3,44	Aug	0,62 ±0,09	Okt	8,19 ±4,41	Sep	3,6 ±1,6	1,9 ±1,5	4,0 ±2,3	2,7 ±1,4
<i>Pappia capensis</i>	1,47 ±0,48	Feb	4,14 ±1,98	Apr	0,44 ±0,07	Feb	2,23 ±1,38	Mei	2,4 ±1,1	1,2 ±0,6	3,4 ±0,7	1,4 ±0,8
<i>Vangueria infausta</i>	1,20 ±0,24	Feb	4,23 ±0,57	Apr	0,55 ±0,09	Feb	2,98 ±0,61	Jun	1,9 ±1,1	0,8 ±0,2	3,2 ±1,5	1,6 ±1,1
<i>Ximenia caffra</i>					0,49 ±0,05	Feb	8,79 ±1,14	Mei		1,7 ±1,1		4,3 ±2,6

± = standaardafwyking; ⊖ = Immergroen spesies; die res is bladwisselende spesies.

vir *Cussonia paniculata* in Februarie 1981 gewissel. Vir die jaar September 1981 tot September 1982 het die hoogste waardes van $12,30 \mu\text{g H}_2\text{O.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ vir *Maytenus heterophylla* in Maart 1982 tot $31,88 \mu\text{g H}_2\text{O.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ vir *Berchemia zeyheri* in Februarie 1982 gewissel. In meer as 80 % van die gevalle was die hoogste transpirasietempo's in Februarimaand aangeteken (Tabel 5.5).

Die gemiddelde transpirasietempo om 11h00 vir die onderskeie spesies vir die somermaande Oktober tot Maart het van $6,54$ tot $12,20 \mu\text{g H}_2\text{O.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ in 1980/81 en van $10,44$ tot $22,65 \mu\text{g H}_2\text{O.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ in 1981/82 gewissel. Vir die maande April tot September het die waardes van $0,95$ tot $7,91 \mu\text{g H}_2\text{O.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ vir 1981 en van $5,14$ tot $12,49 \mu\text{g H}_2\text{O.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ in 1982 gewissel. Die transpirasietempo in die maande April tot September was gemiddeld 60 % van die tempo in die maande Oktober tot Maart.

Die wisseling in transpirasietempo vir bladwisselende en immergroen spesies gedurende 1980 - 1982 was naastenby soos volg:

bladwisselende spesies: 3 - $23 \mu\text{g H}_2\text{O.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$
 immergroen spesies : 1 - $15 \mu\text{g H}_2\text{O.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$

Indien die transpirasietempo's wat in die studiegebied verkry is, met die waardes vergelyk word wat in die literatuur aangehaal word (Tabel 5.7), is dit duidelik dat die bosveldspesies tot relatief hoë transpirasietempo's in staat is. Dit mag ook wees dat die waardes wat deur byvoorbeeld Kramer & Kozlowski (1979) en Larcher (1980) aangehaal word, gemiddelde waardes verteenwoordig.

Volgens Gouws & Aalbers (1969) is *Olea africana* hidrolabiel met 'n groot variasie in osmotiese potensiaal oor die seisoene. Volgens Larcher (1980) verwys hidrolabiel na 'n toestand waar groot fluktuasies in die waterpotensiaal voorkom en die protoplasma 'n hoë mate van verdraagsaamheid teenoor hierdie wisselinge toon.

Die laagste diffusieweerstand vir die onderskeie spesies

Tabel 5.7 Voorbeelde van transpirasietempo's soos deur verskillende outeurs aangehaal word (gegewens is na $\mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ omgeskakel)

Outeurs	Plantegroei en soort transpirasie	Transpirasietempo
Kramer & Kozlowski (1979)	Houtagtige plante:	
	Stomatale transpirasie	2,33 - 4,33
	Kutikulêre transpirasie	0,072 - 0,53
Larcher (1980)	Bladwisselende bome van die gematigde streke (sonplante):	
	Stomatale transpirasie	4,44 - 6,67
	Tropiese woudbome:	
	Stomatale transpirasie	0,56 - 3,34
	<i>Olea europaea</i> :	
	Totale daaglikse transpirasie	
	- in die reënseisoen	2,31
	- in die droëseisoen	0,65

(uitgesonderd *Cussonia paniculata*) het van 0,44 - 1,95 s.cm⁻¹ en die hoogste diffusieweerstande vanaf 2,23 - 19,60 s.cm⁻¹ gewissel (Tabel 5.6). *Cussonia paniculata* het die hoogste weerstand naamlik 103,76 s.cm⁻¹ in Juliemaand getoon. Die gemiddelde diffusieweerstand vir die twee jaar in die maande Oktober tot Maart het van 0,8 - 6,4 s.cm⁻¹ gewissel terwyl dit vir die maande April tot September van 1,4 - 10,4 s.cm⁻¹ gewissel het.

Stomaweerstand by bome wissel van 1 - 7 s.cm⁻¹ wanneer die stomas oop is en van 50 - 150 s.cm⁻¹ wanneer stomas toe is. Die mesofilweerstand kan van 6 - 10 s.cm⁻¹ vir koolstof=dioksieddiffusie wissel, maar is weglaatbaar klein vir water=diffusie. Lugweerstand teen koolstofdioksieddiffusie kan van 0,5 s.cm⁻¹ in bewegende lug tot 2 - 3 s.cm⁻¹ onder windstil=toestande varieer (Kramer & Kozlowski 1979).

Volgens Larcher (1980) het breëblaar bladwisselende en immer=groen spesies 'n minimum stomadiffusieweerstand (stomas oop) van 1,6 - 8,0 s.cm₂⁻¹ (beide kante van die blaar). Die maksimum stomadiffusieweerstand (stomas gesluit) by breë=blaarbome is 30 - 40 maal soveel as die minimum stomadiffusie=weerstand. Die kutikulêre diffusieweerstand wissel volgens Larcher (1980) van 40 - 100 s.cm₂⁻¹ maar tot 400 s.cm₂⁻¹ kan aangeteken word. Die minimum stomadiffusieweerstand wat deur Ferrar (1978) vir vier houtagtige spesies op Nylsvley, onder hoë irradiansie, aangeteken is, was 0,9 s.cm⁻¹. Stomasluiting het in reaksie op afnemende relatiewe lugvog=tigheid voorgekom (Ferrar 1980).

b. Adaksiale kant van die blaar

Die hoogste transpirasietempo wat vir die jaar Oktober 1981 tot September 1982 vir die onderskeie spesies om 11h00 aangeteken is (Tabel 5.8) het van 2,04 µg H₂O.cm⁻².s⁻¹ vir *Cussonia paniculata* in Februarie tot 20,01 µg H₂O.cm⁻².s⁻¹ vir *Ximenia caffra* in Februarie gewissel. Laasgenoemde spesie het stomas ook aan die adaksiale kant van die blaar (amfistomie, kyk afdeling 5.3.3.4).

Tabel 5.8 Transpirasietempo vir 1981/82 vir die adaksiale kant van die blare van 'n aantal houtagtige spesies op die Rooideplaatdam-natuurreservaat

Transpirasietempo ($\mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) om 11h00				
Spesies	Hoogste waardes om 11h00	Gemiddelde waardes		g ^a
		Oktober - Maart 1981/82	April - September 1982	
<i>Berchemia zeyheri</i>	2,14 ± 0,12 Feb	1,41 ± 0,42	1,02 ± 0,48	72,34
[⊖] <i>Cassine burkeana</i>	3,09 ± 0,31 Jan	2,13 ± 0,56	1,44 ± 0,63	67,61
<i>Cussonia paniculata</i>	2,04 ± 0,26 Feb	1,31 ± 0,59	1,05 ± 0,11	80,15
<i>Dombeya rotundifolia</i>	3,44 ± 0,83 Des	2,32 ± 1,00	1,91 ± 1,44	82,33
[⊖] <i>Euclea crispa</i>	2,80 ± 0,37 Feb	1,44 ± 0,79	1,89 ± 0,68	131,25
<i>Maytenus heterophylla</i>	11,48 ± 7,47 Feb	8,29 ± 3,25	5,36 ± 2,68	64,66
[⊖] <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	2,49 ± 0,41 Okt	1,81 ± 0,60	0,97 ± 0,20	53,60
<i>Pappea capensis</i>	3,29 ± 0,82 Jan	2,89 ± 0,46	2,17 ± 0,53	75,09
<i>Vangueria infausta</i>	3,89 ± 0,24 Mei	2,02 ± 0,72	2,80 ± 0,96	138,61
<i>Ximenia caffra</i>	20,01 ± 1,49 Feb	11,11 ± 5,73	5,03 ± 3,19	45,27
			Gemiddeld	81,09

^a Die waardes vir April tot September word as 'n persentasie van die waardes vir Oktober tot Maart uitgedruk. ± = standaardafwyking.

[⊖] Immergroen spesies; die res is bladwisselende spesies.

Tabel 5.9 Diffusieweerstand vir 1981/82 vir die adaksiale kant van die blare van 'n aantal houtagtige spesies op die Rooideplaatdam-natuurreservaat

Diffusieweerstand ($\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$) om 11h00				
Spesies	Laagste waardes	Hoogste waardes	Gemiddelde waardes	
			Oktober - Maart 1981/82	April - September 1982
<i>Berchemia zeyheri</i>	10,16 ± 0,91 Feb	28,03 ± 19,95 Apr	15,92 ± 3,73	19,78 ± 8,49
[⊖] <i>Cassine burkeana</i>	5,54 ± 1,89 Okt	17,35 ± 2,19 Aug	9,55 ± 2,97	13,70 ± 2,65
<i>Cussonia paniculata</i>	7,77 ± 0,93 Feb	20,73 ± 17,42 Okt	14,55 ± 5,73	16,04 ± 5,72
<i>Dombeya rotundifolia</i>	6,57 ± 1,05 Des	37,55 ± 19,87 Apr	9,91 ± 3,62	18,16 ± 16,84
[⊖] <i>Euclea crispa</i>	5,45 ± 2,76 Aug	30,20 ± 1,70 Jan	17,52 ± 8,63	11,01 ± 4,36
<i>Maytenus heterophylla</i>	1,34 ± 0,07 Apr	8,71 ± 0,90 Jun	2,28 ± 0,94	4,01 ± 2,94
[⊖] <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	7,88 ± 1,57 Okt	48,05 ± 50,56 Feb	16,34 ± 13,39	19,27 ± 6,57
<i>Pappea capensis</i>	4,95 ± 0,96 Okt	10,87 ± 1,75 Jun	5,93 ± 1,43	7,90 ± 2,43
<i>Vangueria infausta</i>	6,30 ± 3,18 Apr	13,45 ± 2,48 Jan	10,29 ± 3,14	6,84 ± 0,66
<i>Ximenia caffra</i>	0,78 ± 0,08 Feb	11,85 ± 0,92 Mei	2,34 ± 1,37	6,11 ± 4,23

± = standaardafwyking

[⊖] Immergroen spesies; die res is bladwisselende spesies.

Die gemiddelde transpirasietempo om 11h00 vir die onderskeie spesies vanaf Oktober tot Maart 1981/82 het van 1,31 - 11,11 $\mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ gewissel. Vir die maande April tot September 1982 het die transpirasietempo van 1,02 - 5,36 $\mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ gewissel wat gemiddeld ongeveer 81 % van die tempo vir die periode Oktober tot Maart verteenwoordig (Tabel 5.8).

Die laagste diffusieweerstande vir die onderskeie spesies het van 0,78 - 10,16 $\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ gewissel terwyl die hoogste diffusieweerstande vanaf 8,71 - 48,05 $\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ gewissel het (Tabel 5.9). Die gemiddelde diffusieweerstande vir die maande Oktober tot Maart 1981/82 het van 2,28 - 17,52 $\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ gewissel terwyl dit vir die maande April tot September 1982 van 4,01 - 19,78 $\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ gewissel het.

5.3.3.2 Daaglikse verloop van die transpirasietempo

Brueckner (1945) het die daaglikse transpirasietempo's van 'n aantal bome in Natal bepaal en onder andere die volgende genoteer:

- Vroeg in die oggend is die stomas feitlik toe met geringe transpirasie.
- Wanneer die ligintensiteit na sonop toeneem, gaan die stomas oop en neem die transpirasietempo toe.
- 'n Insinking in die transpirasietempo kom om ongeveer 14h00 voor.
- Die maksimum transpirasietempo's was ongeveer twee maal so hoog in die somer as in die winter.

Volgens Sutcliffe (1979) is die transpirasietempo vroeg in die oggend laag en styg dit vinnig om die hoogste waardes reeds voor 12h00 te bereik waarna 'n daling deur die middag voorkom. Henrici (1940) het die maksimum waardes reeds om 06h00 - 07h00, maar nie later as 10h00 nie, waargeneem. Naidoo & Naidoo (1981) vind egter dat die stomas by die mangliete wat hulle ondersoek het, maksimaal om 12h00 oop is. Volgens Willis & Jefferies (1963) is die stomas gedurende die oggend die grootste oop. Die transpirasietempo daal in die agtermiddag met die afname in ligintensiteit en temperatuur.

a. *Olea europaea* subsp. *africana*

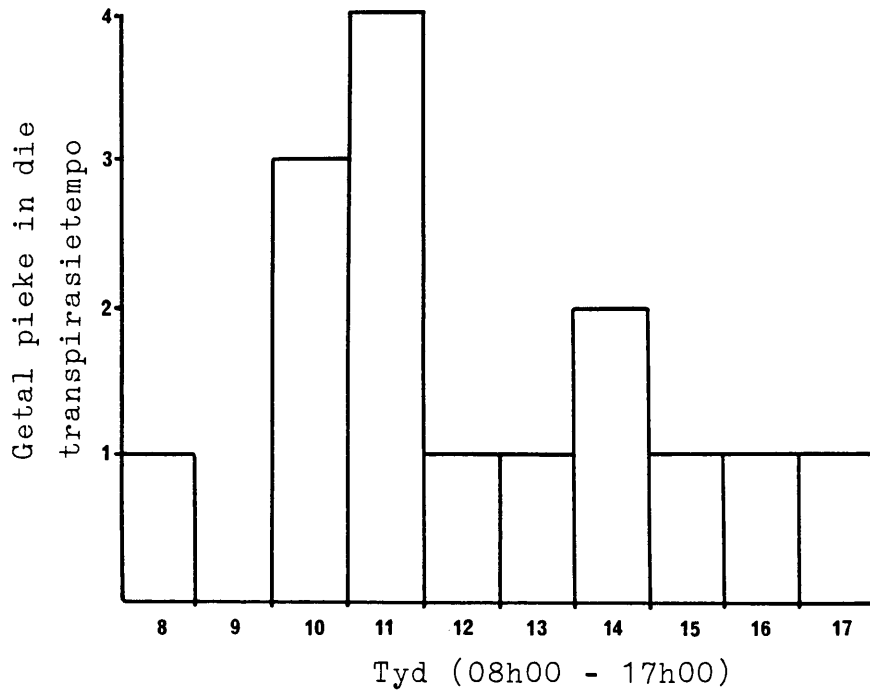
Die daaglikse verloop van die transpirasietempo in die lente (September) is relatief laag en vertoon min skommelings (Figuur 5.2). 'n Effense piek kom om 11h00 ($4,95 \mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en weer om 17h00 ($4,88 \mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) voor. Na die eerste reëns (September en vroeg Oktober) is daar in Oktober 'n geweldige toename in die transpirasietempo met 'n piek om 13h00 ($23,96 \mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) en afwesigheid van 'n middaginsinking gevind (Figuur 5.2). Na 'n droë en warm November (Figuur 5.3) is 'n duidelike middaginsinking in die daaglikse verloop van die transpirasietempo waargeneem. Dieselfde patroon het tot in Januarie voorgekom, maar in Februarie is daar weer 'n hoë transpirasietempo met 'n enkele piek wat om 12h00 ($29,68 \mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) voorgekom het, gevind (Figuur 5.4). Die afwesigheid van 'n middaginsinking was veral opvallend. Die transpirasietempo begin teen Maart afneem en geen duidelike middaginsinking kon tot in April waargeneem word nie (Figure 5.4 & 5.5). Gedurende Mei was daar weer 'n middaginsinking aanwesig (Figuur 5.5), maar in Junie was die transpirasietempo oor die hele dag baie laag met 'n effense piek tussen 11h00 en 12h00 ($4,62 \mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) (Figuur 5.6).

Oor die algemeen is gevind dat die hoogste transpirasietempo's van 10h00 tot 11h00 voorgekom het. Dit is deur 'n middaginsinking gevolg wat vanaf 12h00 tot 13h00 geduur het. In sommige gevalle het daar weer 'n effense verhoging in die transpirasietempo om 14h00 ingetree (Figuur 5.12).

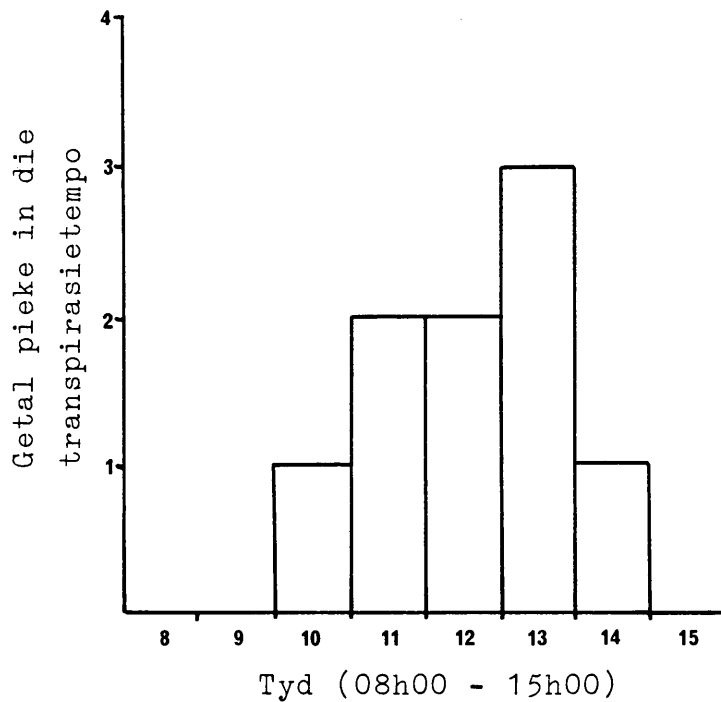
b. *Berchemia zeyheri*

Oor die algemeen is gevind dat die hoogste transpirasietempo's van 11h00 tot 13h00 voorgekom het, terwyl 'n duidelike middaginsinking, soos by *Olea europaea* subsp. *africana* gevind is, nie waargeneem is nie (Figuur 5.13). Die transpirasietempo bereik skynbaar vroeër in die dag 'n piek hoe droër die grond en hoe hoër die vogspanning is.

Die maksimum transpirasietempo vroeg in Desember was 13,24



Figuur 5.12 Frekwensie van die hoogste transpirasietempo by *Olea europaea* subsp. *africana* op verskillende tye van die dag.



Figuur 5.13 Frekwensie van die hoogste transpirasietempo by *Berchemia zeyheri* op verskillende tye van die dag.

$\mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ om 09h00 (Figuur 5.3) teenoor 34,57 $\mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ om 13h00 in Februarie (Figuur 5.4). Die transpirasietempo het 'n duidelike afname in Mei begin toon (Figuur 5.5) en was laag in Junie met 'n maksimum transpirasietempo om 11h00 van 3,66 $\mu\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (Figuur 5.6).

5.3.3.3 Seisoenale verloop van die transpirasietempo om 11h00

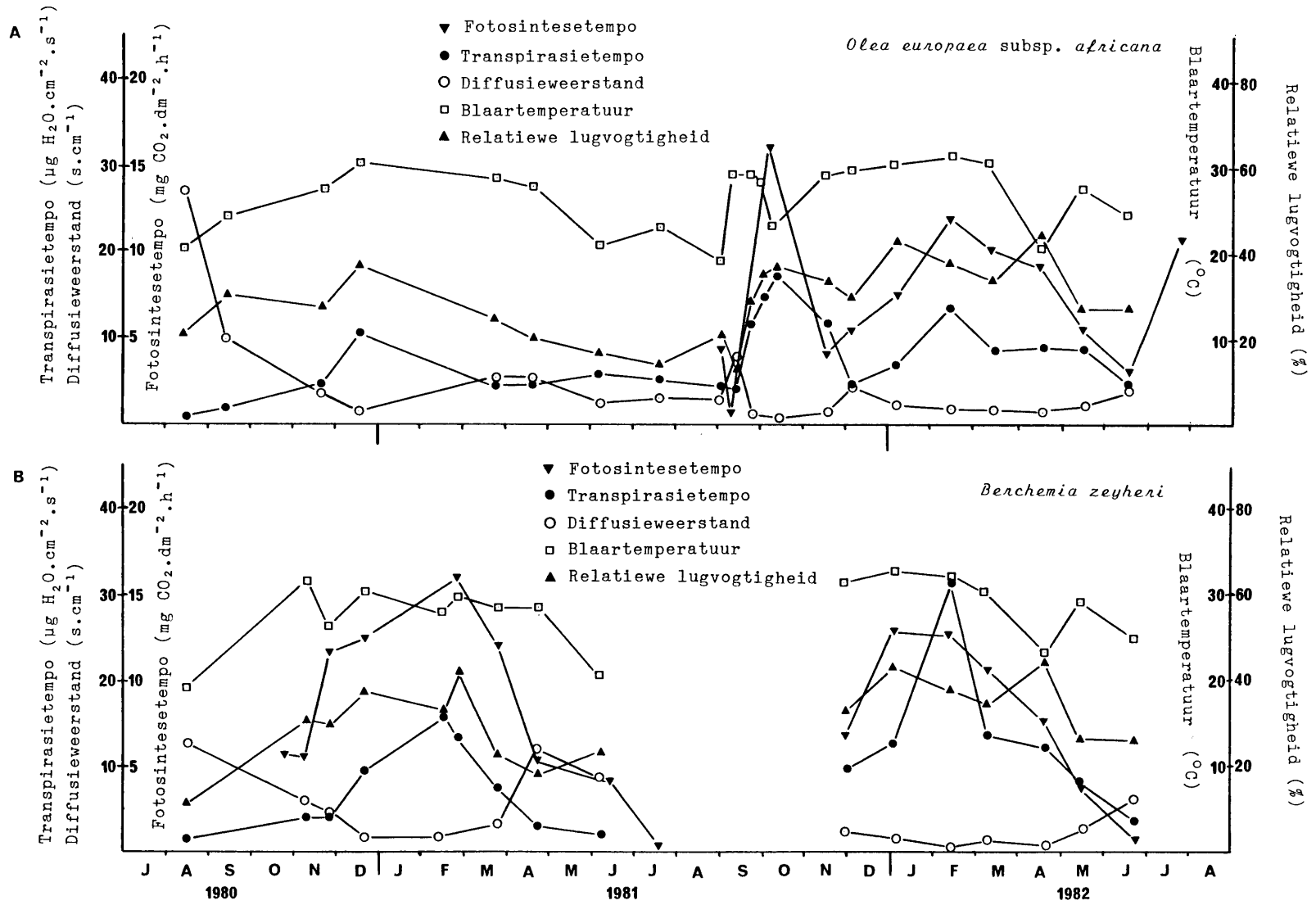
a. Bladwisselende spesies (Figure 5.14; 5.15; 5.16; 5.17 & 5.18)

Die seisoenale verloop van die transpirasietempo om 11h00 by bladwisselende spesies toon in die meeste gevalle 'n laagtepunt vanaf Junie tot Augustus dit wil sê die tye wanneer blaarval voorkom en blaarontplooiing begin. 'n Vroeë piek in die transpirasietempo word in sommige gevalle in Oktober waargeneem, terwyl die hoogste tempo meesal in Februarie aangeteken is (Figuur 5.18).

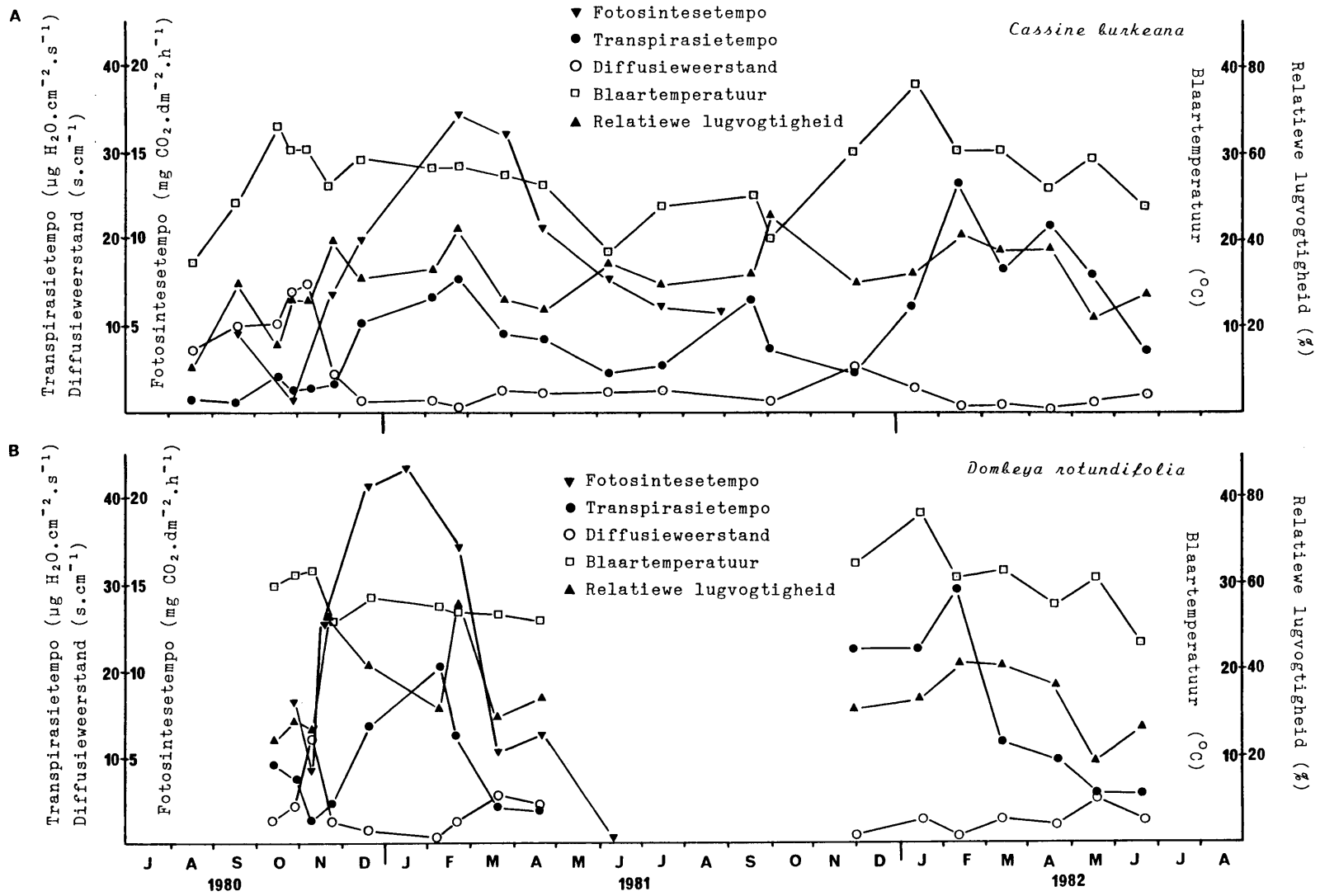
Die vroeë piek in die transpirasietempo in die lente kom waarskynlik voor as gevolg van goeie reën in daardie tyd van die jaar. Dit was veral opvallend gedurende die 1980/81 seisoen, terwyl gedurende 1981/82, slegs 'n enkele piek in die transpirasietempo by die meeste spesies aangeteken is. In laasgenoemde geval is daar min reënval in die lente aangeteken.

'n Enkele piek in die jaargang van die transpirasietempo het by *Berchemia zeyheri* en *Pappaea capensis* in Februarie van beide 1981 en 1982 voorgekom, terwyl *Dombeya rotundifolia* slegs in Februarie van 1982 'n piek opgelewer het. *Vangueria inflausta* daarenteen het ook vir beide die 1980/81 en 1981/82 groeiseisoene 'n piek in die transpirasietempo vertoon, maar wel in Februarie en Januarie respektiewelik.

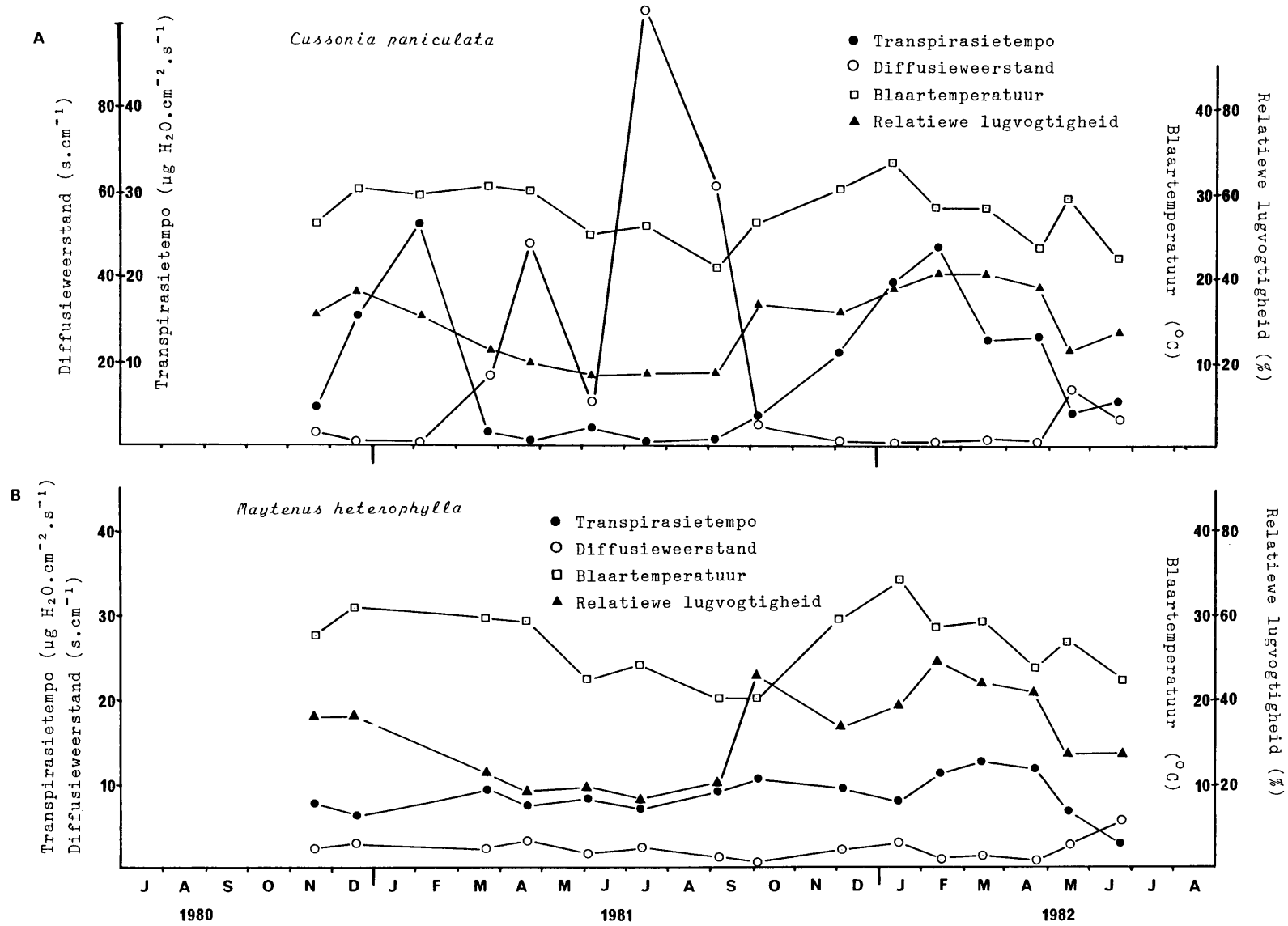
Twee pieke in die transpirasietempo is in 'n enkele groeiseisoen by 'n aantal spesies waargeneem. By *Dombeya rotundifolia* het pieke in Oktober en Februarie van die 1980/81 groeiseisoen; by *Maytenus heterophylla* in November en Maart



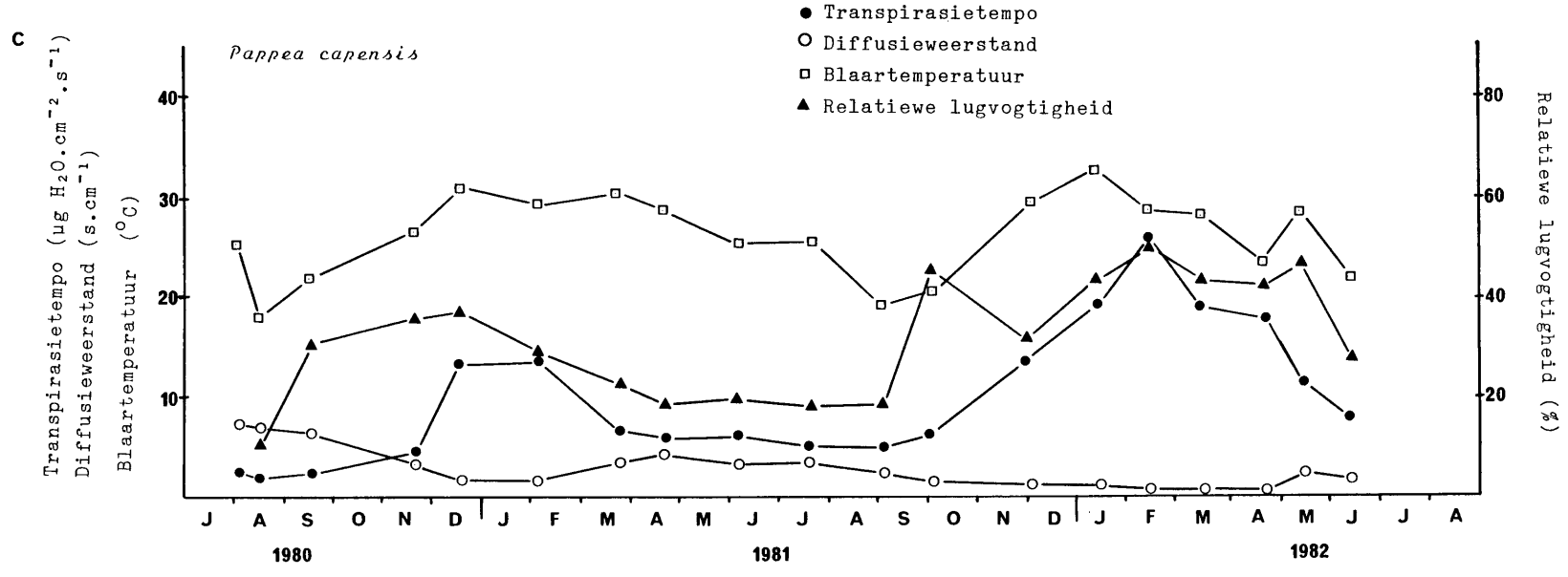
Figuur 5.14 Seisoenale verloop van 'n aantal plantfaktore en 'n omgewingsfaktor om 11h00.



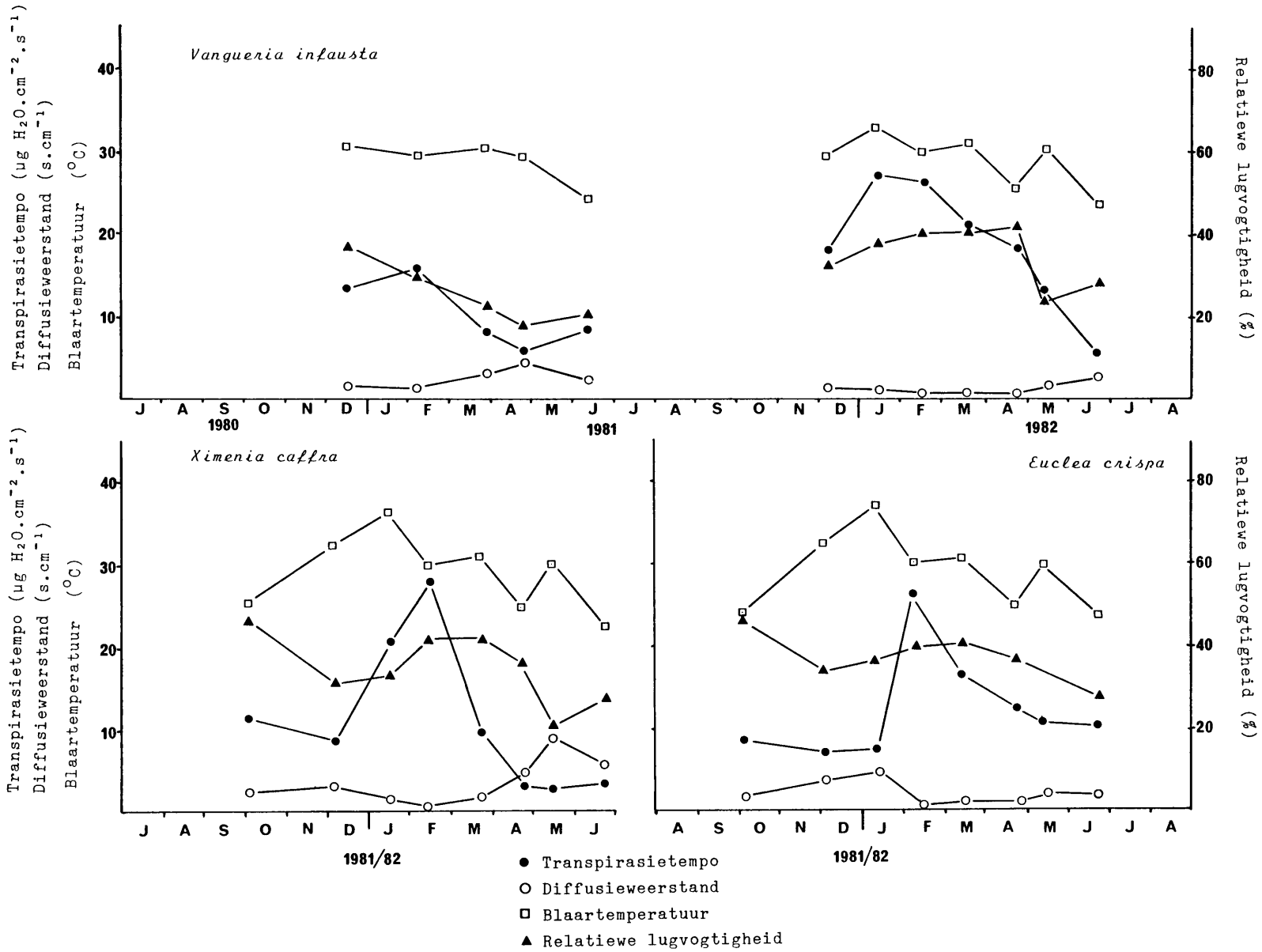
Figuur 5.15 Seisoenale verloop van 'n aantal plantfaktore en 'n omgewingsfaktor om 11h00



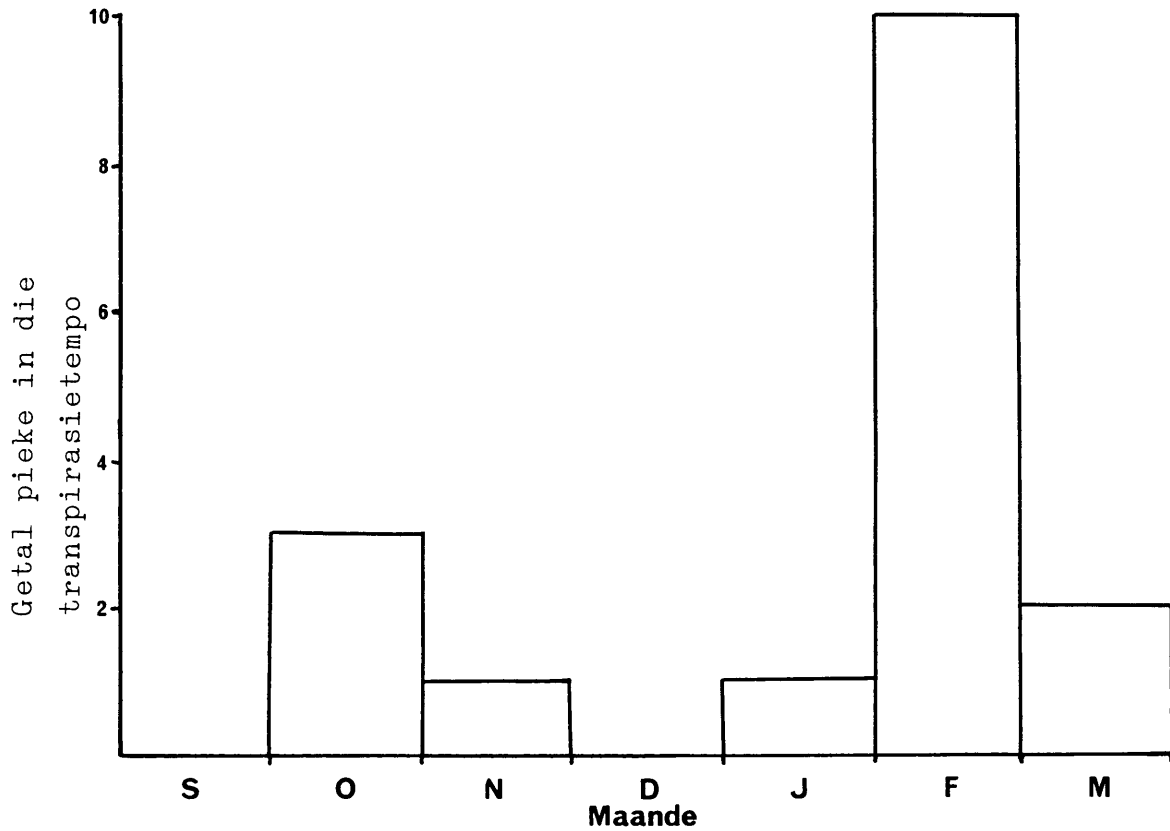
Figuur 5.16 Seisoenale verloop van 'n aantal plantfaktore en 'n omgewingsfaktor om 11h00.



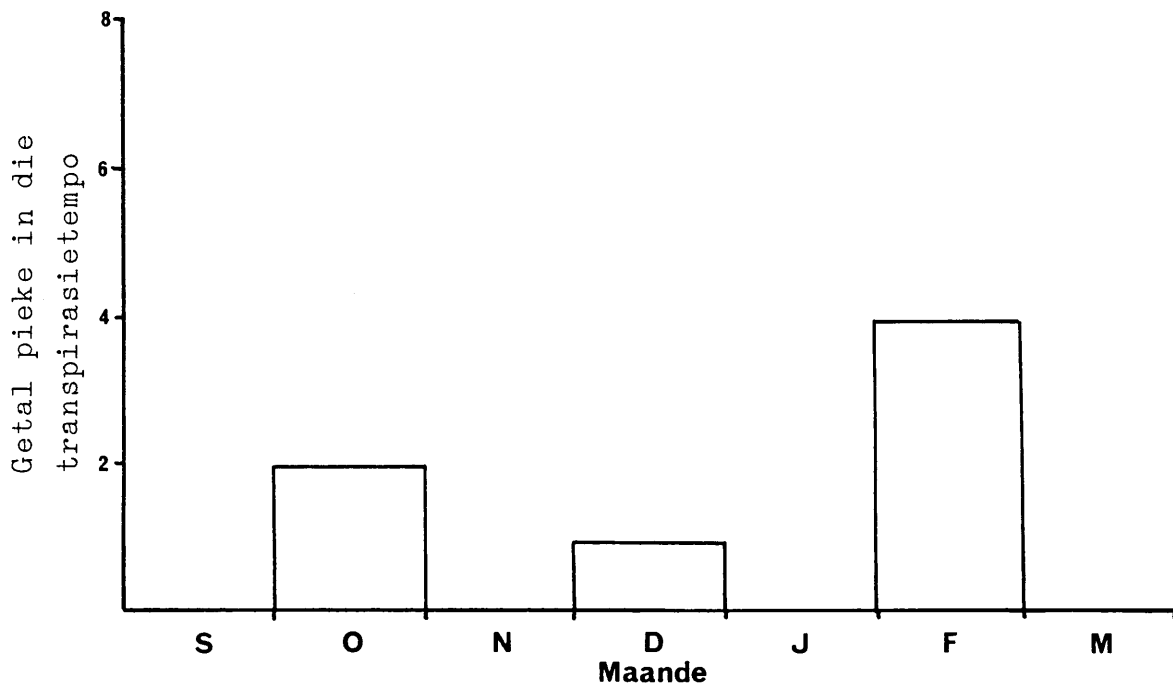
Figuur 5.16 (vervolg)



Figuur 5.17 Seisoenale verloop van 'n aantal plantfaktore en 'n omgewingsfaktor om 11h00.



Figuur 5.18 Frekwensie van pieke in die transpirasietempo soos dit by bladwisselende spesies in verskillende maande voorgekom het.



Figuur 5.19 Frekwensie van pieke in die transpirasietempo soos dit by immergroen spesies in verskillende maande voorgekom het.

van die 1980/81 groeiseisoen sowel as in Oktober en Maart van die 1981/82 groeiseisoen en by *Ximenia caffra* in Oktober en Februarie van die 1981/82 groeiseisoen voorgekom.

b. Immergroen spesies (Figure 5.14; 5.15; 5.16; 5.17 & 5.19)

By die immergroen spesies het die seisoenale verloop van die transpirasietempo met dié van die bladwisselende spesies ooreengestem, dit wil sê daar was 'n lae transpirasietempo vanaf Junie tot Augustus waarna óf twee pieke (Oktober en Februarie; Figuur 5.19), óf 'n enkele piek (meestal in Februarie) aangeteken is.

'n Enkele piek in die jaargang van die transpirasietempo het by *Olea europaea* subsp. *africana* in Desember 1980 voorgekom terwyl dit vir *Cussonia paniculata* in Februarie van beide 1981 en 1982 en vir *Euclea crispa* in Februarie 1982 voorgekom het.

Twee pieke in die transpirasietempo is in 'n enkele groei=seisoen by *Olea europaea* subsp. *africana*, naamlik in Oktober en Februarie van die 1981/82 groeiseisoen aangeteken. Twee pieke het ook by *Cassine burkeana* in Oktober en Februarie van die 1980/81 groeiseisoen en September en Februarie van die 1981/82 groeiseisoen voorgekom.

Indien slegs na die aktiewe groeiseisoen gekyk word, is die laagste transpirasietempo's of hoogste diffusieweerstande oor die algemeen in die middel van die seisoen (November tot Januarie, maar meestal vroeg in Desember) aangeteken. Die laagste tempo's vir die hele jaar is vanaf Junie tot September by die immergroen spesies aangeteken.

5.3.3.4 Stomas

Volgens Sutcliffe (1979) kom stomas by die Anthophyta meestal abaksiaal voor (die verskynsel staan bekend as hipostomie), terwyl by waterplante stomas meestal adaksiaal (epistomie) aangetref word. Indien stomas aan beide kante van die blaas

Tabel 5.10 Die gemiddelde getal stomas per mm² vir 'n aantal houtagtige spesies op die Roodeplaatdam-natuurreservaat

	Abaksiaal	Adaksiaal
<u>Bladwisselende spesies:</u>		
<i>Berchemia zeyheri</i>	249 ± 14	0
<i>Cussonia paniculata</i>	232 ± 25	0
<i>Dombeya rotundifolia</i>	61 ± 30	0
<i>Maytenus heterophylla</i>	194 ± 54	38 ± 16
<i>Pappea capensis</i>	290 ± 49	0
<i>Vangueria infausta</i>	212 ± 19	0
<i>Ximenia caffra</i>	232 ± 29	155 ± 22
Gemiddeld	210 ± 72	
<u>Immergroen spesies:</u>		
<i>Cassine burkeana</i>	268 ± 69	0
<i>Euclea crispa</i>	160 ± 25	0
<i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	463 ± 83	0
Gemiddeld	297 ± 154	

± = standaardafwyking

aangetref word, word die verskynsel amfistomie genoem.

Volgens Cresswell *et al.* (1982) is stomas by *Ochna pulchra*, *Burkea africana*, *Terminalia sericea* en *Grewia flavescens* beperk tot die abaksiale kant van die blaar.

Op die Roodeplaatdam-natuurreservaat is slegs by twee spesies naamlik *Maytenus heterophylla* en *Ximenia caffra* stomas aan die adaksiale kant van die blaar gevind (Tabel 5.10), terwyl almal stomas aan hul abaksiale kante bevat het. Die getal stomas per mm² aan die abaksiale kant van die blare het van 61 by *Domkaya rotundifolia* tot 463 by *Olea europaea* subsp. *africana* gewissel. Die gemiddelde getal stomas per mm² vir bladwisselende houtagtige spesies was 206 teenoor 281 vir immergroen houtagtige spesies.

Hierdie getalle vergelyk goed met die getalle abaksiale stomas per mm² wat deur Larcher (1980) aangehaal word, naamlik 200 tot 600 (maksimum 900) vir tropiese woudbome, 100 tot 500 vir winter bladwisselende bome asook vir sklerofilliese plante en 15 - 50 vir sukkulente. Naidoo & Naidoo (1981) het by die mangliet *Avicennia marina* 180 abaksiale stomas per mm² waargeneem.

5.4 DIE VERHOUDING TUSSEN FOTOSINTESE, TRANSPIRASIE EN OMGEWINGSFAKTORE

5.4.1 INLEIDING

Groei en onderhoud van lewende organismes is van biochemiese prosesse afhanklik. Omgewingsfaktore soos temperatuur, lig, vog, koolstofdoksied en suurstof beïnvloed direk of indirek die tempo van biochemiese reaksies sowel as die tipes en hoeveelheid verbindings in die plant. Deur statistiese analisering van kwantitatiewe metings van biochemiese komponente is dit moontlik om te bepaal tot watter mate hierdie omgewingsfaktore, individueel of gesamentlik, die belangrike groei- en ontwikkelingsproesse van die plant kan beïnvloed (Newman & Beard 1962). So byvoorbeeld is die gasuitruilingstempo

van 'n plant die gevolg van die interaksie van baie interne en eksterne omgewingsfaktore (Larcher 1980).

Groot variasies in die fotosintese tempo kan verwag word deur dat dit deur komplekse verhoudings tussen omgewings- en plantfaktore beïnvloed word, wat dikwels in wisselwerking met mekaar optree. Byvoorbeeld in die oggend is die fotosintese tempo met ligintensiteit gekorreleer, maar later in die dag word die koolstofdioxiedopname deur blaarwaterspanning en die stoma-opening gereguleer (Kramer & Kozlowski 1979). Aangesien gaswisseling tydens fotosintese en transpirasie deur die stomas geskied, het alle faktore wat stomabeweging beïnvloed ook 'n invloed op die fotosintese- en transpirasie tempo.

Volgens Sutcliffe (1979), Kramer & Kozlowski (1979) en Larcher (1980) is die koolstofdioxiedkonsentrasie van die atmosfeer, watervoorsiening, ligintensiteit en temperatuur, die belangrikste faktore wat turgessensie van die sluitselle en ook die beweging van die stomas beheer. Blaarouderdom veroorsaak ook dat stomas minder reaktief is en nie heeltemal oopgaan nie.

Die invloed van eksterne faktore op die stomaporiëwydte kan soos volg opgesom word (Larcher 1980):

- i. Waterpotensiaal van die plant:- Die stomas is wyd oop as die turgor van die sluitselle groot is.
- ii. Lae lugvogtigheid:- Dit veroorsaak stomasluiting, veral as die waterpotensiaal van die plant daal. Wind verhoog die dampdrukgradiënt en het ook 'n invloed op die porie-opening.
- iii. Lig:- Met voldoende water gaan die stomas groter oop hoe hoër die ligintensiteit is.
- iv. Temperatuur:- Dit beïnvloed die snelheid van stoma-opening wat afhang van die energie wat beskikbaar is vir die bewegingsmeganisme. Die graad van opening word indirek deur temperatuur beïnvloed deur die invloed daarvan op die fotosintese- en transpirasieprosesse.

Die interne faktore wat stoma-opening beïnvloed is onder andere plantgroeistowwe soos absisiensuur, fasioïensuur, sitokiniene en gibberelliene. By immergroen spesies byvoorbeeld is die stoma-opening in die winter klein as gevolg van 'n hoë absisiensuurkonsentrasie. Deur middel van hierdie stowwe kan stomareguleringsprosesse aangepas word by groei en ontwikkelingsprosesse en die seisoenale aktiwiteitsritme van die plant (Larcher 1980).

Ten einde 'n verband tussen omgewingsveranderlikes en die plantveranderlikes te bepaal is die daaglikse verloop (vanaf 06h00 tot 18h00) van die fotosintese tempo, transpirasie tempo, diffusieweerstand en blaartemperatuur op verskillende datums oor die 1981/82 groeiseisoen vir *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* vergelyk met nege klimaatsveranderlikes, te wete die lugtemperatuur, die grondtemperatuur op 300 mm gronddiepte in die grasveld en op 10 mm, 100 mm en 300 mm diepte in die bosgroep, die relatiewe lugvogtigheid, die fotosintetiese aktiewe straling, windspoed en reënval.

5.4.2 METODEDES

Die gegewens is aan (a) 'n stapsgewyse meervoudige regressie-analise (MRA) onderwerp (Graybill 1976) en (b) al bogenoemde veranderlikes is paarsgewys teenoor mekaar gestip en grafies voorgestel. Die waardes van twee veranderlikes vir al die verskillende monsternemingsdatums is op afsonderlike grafieke gestip. Passingskrommes is vir die onderskeie grafieke met behulp van regressie-analise bepaal en die betekenisvolheid van die passing is bereken.

5.4.3 RESULTATE EN BESPREKING

a. Meervoudige regressie-analise

Die resultate van die MRA word in Tabel 5.11 weergegee. Ten einde Tabel 5.11 te interpreteer word die invloed van die klimaatsveranderlikes op die fotosintese tempo van *Berchemia*

Tabel 5.11 Regressiemodelle vir vier plantveranderlikes van *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana*, soos bereken met behulp van 'n meervoudige regressie-analise (MRA)

	Getal ^a verander= likes	<i>Berchemia zeyheri</i>			<i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>		
		P ^c	Klimaats= veranderlikes	r ² (%) b	P ^c	Klimaats= veranderlikes	r ² (%)
Fotosintese= tempo	1	0,0003	FAS ^d	≈ 32	0,1478	Lugtemperatuur	≈ 15
	1	0,0506	Windspoed	≈ 13	0,016	Grondtemperatuur by 10 mm in bos= groep	≈ 7
	2	0,0005	FAS + grondtemperatuur by 300 mm in grasveld	≈ 36	0,0003	Grondtemperatuur by 300 mm in bosgroep + grasveld	≈ 42
	2	0,0006	FAS + lugtemperatuur	≈ 36	0,0041	FAS + lugtemperatuur	≈ 29
Transpirasie= tempo	1	0,0001	FAS	≈ 41	0,0016	RLV	≈ 12
	1	0,0002	Grondtemperatuur by 10 mm in bosgroep	≈ 32	0,0011	FAS	≈ 11
	2	0,0001	FAS + grondtemperatuur by 10 mm in bos= groep	≈ 57	0,0006	FAS + RLV	≈ 17
	2	0,0001	Grondtemperatuur by 100 mm + 300 mm in bos= groep	≈ 56	0,0001	RLV + reëval	≈ 17
Diffusie= weerstand	1	0,0014	FAS	≈ 32	0,008	Grondtemperatuur by 10 mm in bosgroep	≈ 11
	1	0,0055	Windspoed	≈ 22	0,97	Lugtemperatuur	≈ 3
	2	0,0002	FAS + Windspoed	≈ 37	0,0001	Grondtemperatuur by 10 + 300 mm in bosgroep	≈ 31
	2	0,0013	FAS + grondtemperatuur by 100 mm in bos= groep	≈ 36	0,0002	Grondtemperatuur by 100 + 300 mm in bosgroep	≈ 25
Blaar= temperatuur	1	0,0001	RLV ^e	≈ 49	0,0001	Lugtemperatuur	≈ 90
	1	0,0001	Lugtemperatuur	≈ 45	0,0001	Grondtemperatuur by 300 mm in grasveld	≈ 39
	2	0,0001	FAS + RLV	≈ 69	0,0001	Lugtemperatuur reëval	≈ 93
	2	0,0001	Lugtemperatuur + grondtemperatuur by 300 mm in gras= veld	≈ 67	0,0001	Lugtemperatuur + grondtemperatuur by 300 mm in grasveld	≈ 93

^a 1 — die klimaatsveranderlike is afsonderlik gebruik } Geld vir beide *Berchemia zeyheri*
2 — die klimaatsveranderlikes is gesamentlik gebruik } en *Olea europaea* subsp. *africana*

^b r² (%)—die persentasie variasie in die spesifieke plantveranderlike wat aan veranderings in die spesifieke klimaatsveranderlike/s toegeskryf kan word.

^c P dui die waarskynlikheid aan dat die verband toevallig is.

^d FAS = fotosintetiese aktiewe straling

^e RLV = relatiewe lugvogtigheid

zeyheri kortliks bespreek.

In die geval waar die klimaatsveranderlikes afsonderlik vir 'n regressiemodel vir fotosintese tempo gebruik is, het die verandering in die fotosintetiese aktiewe straling (FAS) en die windspoed onderskeidelik ongeveer 32 % ($P = 0,0003$) en 13 % ($P = 0,0506$) tot die variasie van fotosintese tempo bygedra. Die FAS het dus 'n betekenisvolle invloed op die fotosintese tempo gehad en alhoewel windspoed ook die fotosintese tempo beïnvloed het, was die invloed daarvan kleiner.

Toe twee klimaatsveranderlikes gelyktydig vir 'n regressiemodel van die fotosintese tempo gebruik is, het die verandering in die FAS plus die grondtemperatuur op 300 mm in die grasveld, en daarna die FAS plus lugtemperatuur, beide ongeveer 36 % ($P = 0,0005$ en $0,0006$ respektiewelik) tot die variasie van fotosintese tempo bygedra. Alhoewel die verband met die fotosintese tempo in beide gevalle betekenisvol is, kan dit nie met sekerheid gesê word dat die grondtemperatuur op 300 mm in die grasveld, 'n addisionele bydrae tot die variasie van fotosintese tempo lewer, bo en behalwe die bydrae van FAS nie, as gevolg van die hoë P -waarde van eersgenoemde korrelasie. Bogenoemde stelling geld ook vir die invloed van die kombinasie FAS plus lugtemperatuur, waar $P = 0,1618$ vir die addisionele bydrae van lugtemperatuur bo FAS.

Die relatief min invloed wat verandering in die klimaatsveranderlikes op die plantveranderlikes het, is as gevolg daarvan dat daar ander faktore, soos byvoorbeeld 'n endogene ritme of eksperimentele foute is, wat ook 'n rol speel.

Samevattend is dit by *Berchemia zeyheri* duidelik dat, in volgorde van belangrikheid, verandering in die FAS, windspoed en die grondtemperatuur by 300 mm in die grasveld, die fotosintese tempo, transpirasie tempo en diffusieweerstand die meeste beïnvloed het (Tabel 5.11). Volgens Hellmuth (1968), Shimshi (1969), Lange *et al.* (1970), DePuit & Caldwell (1973), Kramer & Kozlowski (1979) en Pearson (1979) is die meeste daaglikse verandering in die fotosintese tempo aan veranderinge in ligintensiteit gekoppel, veral onder toestande van genoegsame

vog.

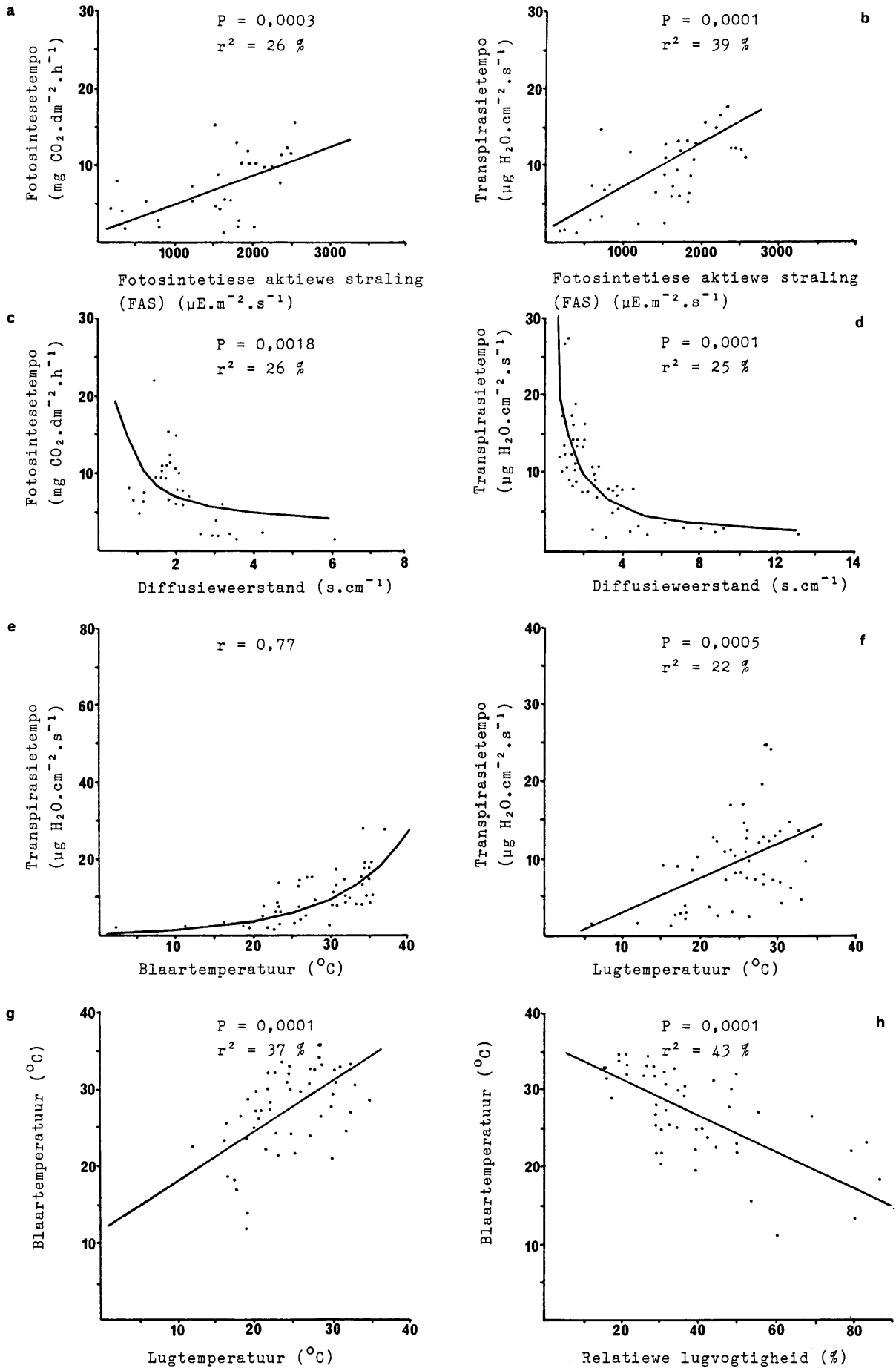
Volgens Figuur 5.20 a & b is daar by *Berchemia zeyheri* 'n positiewe reglynige verband tussen die fotosintese tempo en FAS, asook die transpirasie tempo en FAS gevind. Volgens Larcher (1980) neem die fotosintese tempo vanaf die ligkompensasie punt toe met toenemende ligintensiteit tot by die versadigingspunt waarna dit min of meer konstant bly. Wat die fotosintese tempo van *B. zeyheri* betref wil dit egter voorkom asof ligversadiging nie ingetree het nie. By *Olea europaea* subsp. *africana* is gevind dat die fotosintese- en transpirasie tempo by 1 800 tot 1 900 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 'n optimum toon.

By *Olea europaea* subsp. *africana* het veranderinge in lug- en grondtemperatuur die belangrikste invloed op die fotosintese tempo, diffusieweerstand en blaartemperatuur uitgeoefen. In die geval van die transpirasie tempo het veranderinge in die RLV en FAS die belangrikste invloed gehad (Tabel 5.11).

Volgens Sutcliffe (1979) blyk straling ook die nouste met die transpirasie tempo gekorreleer te wees weens die sensitiwiteit van die stomas vir lig. Watts (1977) meen egter lig het min invloed op die daaglikse verloop van die transpirasie tempo, behalwe vroeg in die oggend en in die laatmiddag en word die sluiting van die stomas in die middel van die dag aan ander omgewingsfaktore as lig toegeskryf (Bates & Hall 1981).

Wind kan die transpirasie tempo verhoog deurdat dit die grenslaagweerstand verminder deur die waterdamp van die grenslaag te verwyder en sodoende die waterpotensiaalgradiënt verhoog (Sutcliffe 1979).

Cresswell *et al.* (1982) het ook gevind dat die daaglikse verloop van die fotosintese tempo van vier houtagtige spesies op Nylsvley naamlik *Burkea africana*, *Ochna pulchra*, *Terminalia sericea* en *Grewia flavescens*, 'n sterk korrelasie met FAS, 'n swakke korrelasie met blaartemperatuur en 'n negatiewe korrelasie met blaarstomaweerstand toon. Die fotosintetiese reaksie van al vier houtagtige spesies op FAS word egter gewysig deur hoë dampdrukte, hoë blaartemperatuur, waterspanningstoestande



Figuur 5.20 Voorbeelde van 'n aantal grafieke waar plantveranderlikes van *Berchemia zeyheri* teenoor mekaar of teenoor klimaatsveranderlikes gestip is. Passingskrommes is bepaal en die betekenisvolheid van die passings (P) word aangedui. $r^2 = \%$ verklaring van die variasie in die veranderlikes. $r =$ korrelasiekoëffisiënt.

en blaarveroudering. Onder gekontroleerde toestande is gevind dat die fotosintese tempo en FAS positief gekorreleer is tot by ongeveer 50 % volle sonlig, en het die plante ligversadig voorgekom.

b. Daaglikse verloop

Met behulp van die grafieke (Kyk by afdeling 5.4.2, metode b) kon eerstens 'n aanduiding van die optimum waardes asook die drumpelwaardes en boonste grenswaardes van die klimaatsveranderlikes ten opsigte van die fotosintese- en transpirasie tempo gekry word (Tabel 5.12).

Die optimum fotosintese tempo vir *Berchemia zeyheri* kom by 'n lugtemperatuur van 19°C, 'n RLV van 50 %, 'n FAS van tussen 1 500 - 2 500 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 'n windspoed van 1,8 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ en 'n blaartemperatuur van tussen 23 - 29°C voor (Tabel 5.12).

Die klimaatstoestande waaronder die transpirasie tempo optimaal voorkom, verskil van dié vir die fotosintese tempo veral wat die lug- en blaartemperature en die RLV betref. Die lug- en blaartemperature is hoër, naamlik 29°C en 34 - 36°C respektiewelik, terwyl die RLV laer is, naamlik 28 % (Tabel 5.12).

Dieselfde tendense, naamlik dat die optimum transpirasie tempo by hoër temperature en laer RLV voorkom, as wat vir die fotosintese tempo geld, word min of meer ook by *Olea europaea* subsp. *africana* aangetref (Tabel 5.12).

Wanneer die gegewens wat in Tabel 5.12 saamgevat is, en die resultate van die MRA (Kyk afdeling 5.4.3 a) in gedagte gehou word wanneer na die krommes van die daaglikse verloop van hierdie veranderlikes gekyk word (Figure 5.2 tot 5.6), wil dit voorkom asof daar wel 'n insinking in die fotosintese tempo plaasvind sodra die FAS tussen 1 800 en 1 900 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ en die blaartemperatuur tussen 28 - 30°C styg (Figuur 5.3). Indien die FAS, blaartemperatuur en lugtemperatuur in die middag laer waardes as bogenoemde vertoon (lugtemperatuur laer as ongeveer 28°C) blyk dit dat daar wel weer 'n effense verhoging in die fotosintese tempo in die laatmiddag intree. Indien die lugtemperatuur egter bo 30°C styg kom daar nie 'n

Tabel 5.12 Die drumpelwaardes, optimum waardes en boonste grenswaardes van omgewingsfaktore vir fotosintese en transpirasie by *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* op die Rooideplaatdam-natuurreservaat

	Drumpel= waardes	Optimum waardes	Boonste grenswaardes
A. <i>Berchemia zeyheri</i>			
1. <u>Fotosintese tempo</u>			
Lugtemperatuur (°C)	9	19	35
Relatiewe lugvogtigheid (%)	20	50	87
FAS ^a ($\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	100	1 500 - 2 500	> 2 500
Windspoed ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	0	1,8	2,6
Blaartemperatuur (°C)	11	23 - 29	36
2. <u>Transpirasie tempo</u>			
Lugtemperatuur (°C)	6	29	35
Relatiewe lugvogtigheid (%)	18	28	87
FAS ($\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	< 100	1 700 - 2 400	2 500
Windspoed ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	0	2,0	2,6
Blaartemperatuur (°C)	8	34 - 36	36
B. <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>			
1. <u>Fotosintese tempo</u>			
Lugtemperatuur (°C)	5	22	34
Relatiewe lugvogtigheid (%)	16	32 - 50	87
FAS ($\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	< 100	1 500 - 1 800	2 500
Windspoed ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	0	1,75	3,5
Blaartemperatuur (°C)	5	23	37
2. <u>Transpirasie tempo</u>			
Lugtemperatuur (°C)	12	25	34
Relatiewe lugvogtigheid (%)	16	24	87
FAS ($\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	< 100	1 900	2 500
Windspoed ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	0	1,4	3,5
Blaartemperatuur (°C)	5	28	37

verhoging in die fotosintese tempo voor nie (Figuur 5.3).

Volgens Mederski *et al.* (1975) in Pearson (1979) kan die middaginsinking in die fotosintese tempo aan 'n watergebrek, toename in mesofiltemperatuur en afnames in gas- en vloeistofgeleiding toegeskryf word. Lange *et al.* (1970) meen by 'n sekere watergehalte van die plant, is blaartemperatuur direk en indirek vir stomareaksie en fotosinteseafname verantwoordelik. By 'n blaartemperatuurtoename bo 'n sekere temperatuur, neem die fotosintese- en transpirasietempo af terwyl die waterdampgradiënt tussen die lug en die blaar, asook die diffusieweerstand toeneem. Hellmuth (1968) vind dat die fotosintese tempo slegs met blaartemperatuur gekorreleer is as die ligintensiteit bo die ligversadigingspunt styg en die stomas oop is. Volgens Tabel 5.12 is dit duidelik dat daar by beide ondersoekte spesies, wat veral die fotosintese tempo betref, 'n optimum blaartemperatuur is waarbo die fotosintese tempo 'n afname vertoon.

Volgens Hinckley *et al.* (1979) neem die nettofotosintese tempo by bome onder droogtetoestande met 81 % af wanneer die lugtemperatuur 30°C oorskry.

Volgens Sutcliffe (1979) en Pearson (1979) veroorsaak temperatuur bo 25°C stomasluiting by baie spesies en is moontlik die oorsaak van middaginsinkings van die fotosintese tempo by plante. Blaaroorverhitting by hierdie hoë temperatuur beïnvloed direk die biochemiese meganisme van fotosintese; laat die respiratoriese CO₂-produksie toeneem en verhoog dus die substomatale CO₂-konsentrasie wat stomasluiting induseer, óf verhoog ook die blaarwatertekort wat tot stomasluiting kan bydra (Etherington 1975; Sutcliffe 1979).

By bome in gematigde streke is die drumpeltemperatuur vir nettofotosintese onder 0°C terwyl die optimum temperatuur tussen 15°C en 25°C lê. In die trope is die optimum meesal tussen 30 en 35°C. Die afname in die nettofotosintese tempo wat by hoër temperatuur verkry word, is die gevolg van 'n hoër respirasietempo, ensiem-inaktivering, ontstaan van 'n watergebrek en gevolglik stomasluiting en 'n afname in

CO₂-voorsiening (Larcher 1969b; Kramer & Kozlowski 1979). Geringe stomasluiting is al by 26°C gevind en 'n afname in die fotosintese tempo is by naasteby 30°C by 'n aantal spesies waargeneem (Tenhunen *et al.* 1981).

Middaginsinkings kan ook gedeeltelik toegeskryf word aan die direkte invloed van 'n afname in atmosferiese vogtigheid op die elasticiteit van die sluitselwande (Sutcliffe 1979). Kramer & Kozlowski (1979) beweer middaginsinkings word deur 'n hoë transpirasie tempo en hoë wortelweerstand teweeggebring.

Volgens Kramer & Kozlowski (1979) en Hellmuth (1968) word 'n middaginsinking op warm dae ondervind wanneer oormatige water=verlies voorkom en die stomas sluit. DePuit & Caldwell (1973) en Lange *et al.* (1969) beskou hierdie toenemende stomaweerstand onder toestande van waterspanning as die hoof faktor wat die fotosintese tempo beperk. Aubuchon *et al.* (1978) vind dat middagstomasluiting en afname in die fotosintese tempo voorkom veral as die xileemdrukpotensiaal -1 050 kPa nader, met 'n herstel in die laatmiddag. Indien die xileemdrukpotensiaal laer as -1 500 kPa daal, word geen tweede piek in die laatmiddag ondervind nie. 'n Matige afname in blaarvoggehalte mag die fotosintese tempo beïnvloed, maar nie noodwendig 'n afname in die watergehalte van die grond nie. Soms word die fotosintese tempo eers beïnvloed nadat tot 60 % van die grondvog uitgeput is (Kramer & Kozlowski 1979).

Shimshi (1969) het 'n middaginsinking in blaargeleiding by *Zea mays* van 11h00 tot 14h00 gevind maar nie 'n afname in fotosintese tempo nie. Daar is dus 'n gebrek aan korrelasie tussen die daaglikse verloop van die fotosintese tempo en stomasopening wat daarop dui dat die stomaweerstand nie as die belangrikste weerstand wat fotosintese beheer, beskou kan word nie. Biscoe *et al.* (1977) het ook gevind dat 'n afname in stomageleiding nie 'n afname in fotosintese tempo teweegbring het nie.

Al-Ani *et al.* (1972) skryf die laatmiddagherstel na 'n insinking in fotosintese tempo toe aan 'n herstel in die blaarwater=potensiaal wat volgens hulle daarop dui dat stomasluiting

gedeeltelik vir die insinking in fotosintese tempo verantwoordelik is.

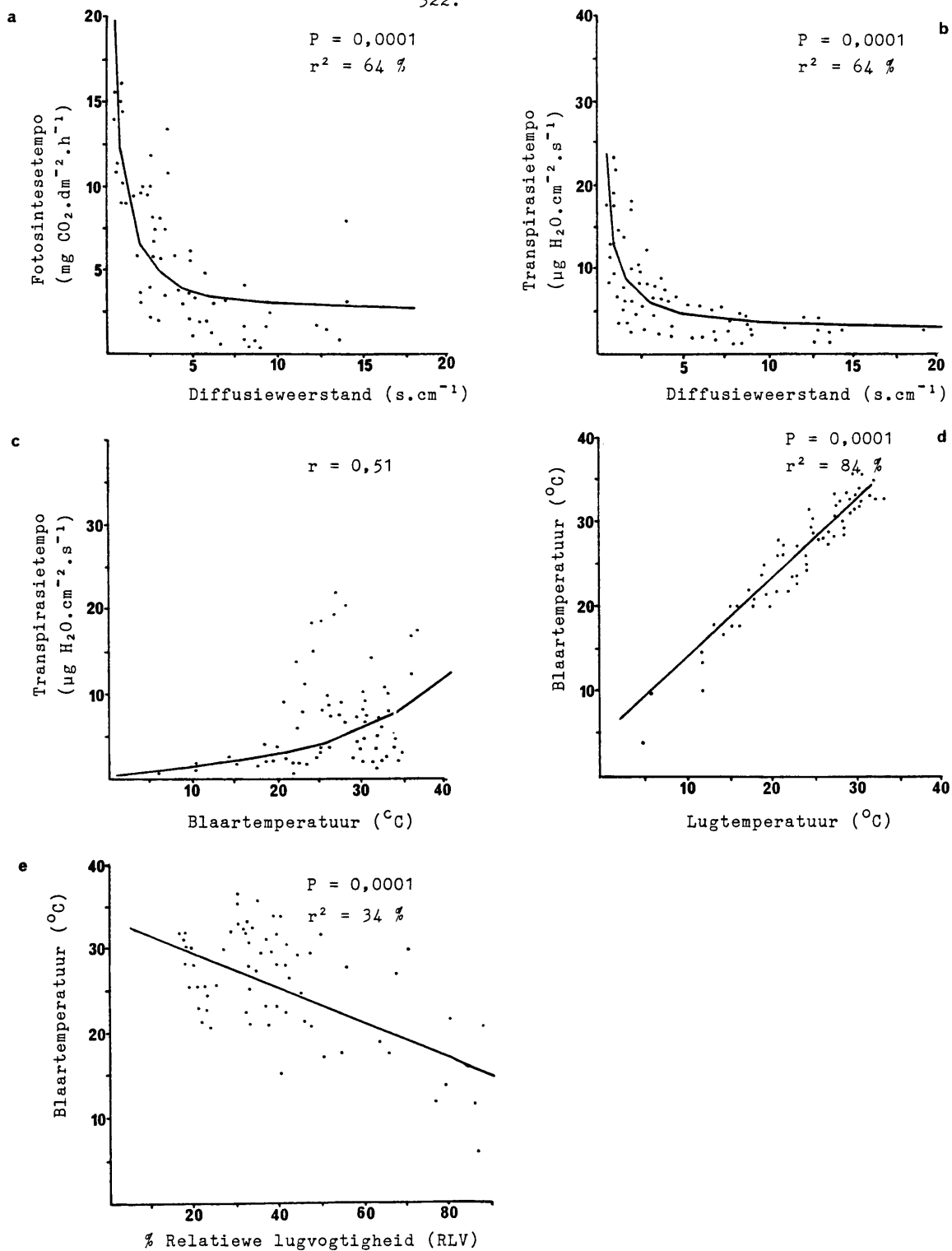
Die laatmiddag of vroeë aand afname in fotosintese tempo word deur Hellmuth (1968) en Kramer & Kozlowski (1979) aan 'n afname in ligintensiteit gekoppel.

Op die Roodeplaatdam-natuurreservaat is daar by *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* 'n kromlynige verband tussen die fotosintese tempo en diffusieweerstand gevind (Figure 5.20 c & 5.21 a). Hoe laer die diffusieweerstand is, hoe hoër is die fotosintese tempo. By *Berchemia zeyheri* is daar relatief groot variasie in die fotosintese tempo (van 5 tot 15 mg CO₂.dm⁻².h⁻¹) by toestande waar die diffusieweerstand relatief laag is (van 1 - 2 s.cm⁻¹) gevind.

Die verband tussen die transpirasietempo en diffusieweerstand by beide spesies toon ook soos hierbo 'n kromlynige verband, maar dit is by *Berchemia zeyheri* opvallend dat wanneer 'n relatief lae transpirasietempo van ongeveer 2,5 µg H₂O.cm⁻².s⁻¹ voorkom, dit met relatief groot verskille in die diffusieweerstand (van ongeveer 2 - 13 s.cm⁻¹) gepaard gaan (Figure 5.20 d & 5.21 b).

Dit wil ook voorkom asof die transpirasietempo veral in die middelsomer (Figuur 5.3) by beide spesies 'n afname toon indien die FAS hoër as ongeveer 2 000 µE.m⁻².s⁻¹ styg. Gedurende April (Figuur 5.5) is die blaar- en lugtemperatuur waarskynlik laag genoeg sodat middaginsinkings in die fotosintese- en transpirasietempo's nie voorkom nie. Vanaf Mei (Figuur 5.5) word die spesies waarskynlik aan vogspanning onderwerp, wat tot die insinkings in die middag aanleiding gee. Lae nagtemperatuur mag ook 'n onderdrukkende invloed op die fotosintese- en transpirasietempo deur die dag hê.

Die transpirasietempo en/of sluiting van die stomas word beïnvloed deur temperatuur laer as 5°C in die winter (Watts 1977), hoër lug- en blaartemperatuur (30 - 35°C) wat CO₂-ophoping in die intersellulêre lugruimtes as gevolg van 'n hoër respirasie- en laer fotosintese tempo veroorsaak



Figuur 5.21 Voorbeelde van 'n aantal grafieke waar plantveranderlikes van *Olea europaea* subsp. *africana* teenoor mekaar of teenoor klimaatsveranderlikes gestip is. Passingskrommes is bepaal en die betekenisvolheid van die passings (P) word aangedui. $r^2 = \%$ verklaring van die variاسie in die veranderlikes. $r =$ korrelasiekoëffisiënt.

(Etherington 1975; Sutcliffe 1979; Tenhunen *et al.* 1980; 1981), lae atmosferiese vogtigheid met gevolglike groter waterpotensiaalgradiënt (Rawson *et al.* 1977; Sutcliffe 1979; Tenhunen *et al.* 1980; 1981) en grondvogtekorte (Cline & Campbell 1976; Sutcliffe 1979).

Volgens Sutcliffe (1979) beïnvloed temperature tussen 5°C en 25°C hoofsaaklik die tempo van stoma-opening en -sluiting. Wanneer 'n watergebrek in die grond voorkom, sluit die stomas ongeag die CO₂-konsentrasie en lig- en temperatuurstoestande. Tenhunen *et al.* (1980; 1981) het by *Arbutus unedo* gevind dat liggeïnduseerde stoma-opening in die vroeë oggend plaasvind by 'n waterpotensiaal van < -3 000 kPa terwyl die middag= insinking by blaartemperature van 30 - 35°C en 'n waterdamp= konsentrasieverskil tussen die blare en die atmosfeer van ongeveer 30 mg H₂O.dm⁻³ voorkom.

Die transpirasietempo en blaartemperature toon by *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* 'n min of meer positiewe verband, naamlik hoe hoër die blaartemperature is, hoe hoër is die transpirasietempo (Figure 5.20 e & 5.21 c). Die verband tussen die transpirasietempo en lugtemperatuur by beide spesies is swakker as bogenoemde verband, ten spyte van 'n duidelike reglynige positiewe verband tussen blaartemperature en lugtemperatuur, veral by *Olea europaea* subsp. *africana* (Figure 5.20 f & g & 5.21 d).

Volgens Figure 5.20 h & 5.21 e is daar by beide ondersoekte spesies 'n reglynige negatiewe verband tussen die blaartemperature en die RLV, met ander woorde 'n hoër blaartemperature kom by 'n lae RLV voor.

Tenhunen *et al.* (1981) se gevolgtrekking is dat blaartemperature en lugvogtigheid die belangrikste eksterne faktore is wat stomasluiting in die middag teweegbring, maar dat dit moontlik is dat endogene faktore soos die waterpotensiaal, blaarwatergehalte of hormoonkonsentrasies die reaksie op temperatuur en vogtigheid mag wysig.

Volgens die grafieke (Kyk afdeling 5.4.2, metode b) gee hoër

blaartemperature ($> 30^{\circ}\text{C}$) by *Berchemia zeyheri* nie aanleiding tot hoë diffusieweerstande nie (nie hoër as 4 s.cm^{-1} nie), alhoewel daar 'n neiging is tot hoë diffusieweerstande (tot ongeveer 12 s.cm^{-1}) by 'n lae relatiewe lugvogtigheid (ongeveer 20 - 40 %).

By *Olea europaea* subsp. *africana* het blaartemperature van $> 30^{\circ}\text{C}$ wel diffusieweerstande van tot ongeveer 19 s.cm^{-1} tot gevolg. Daar is nie 'n duidelike tendens by hierdie spesie waarneembaar wat die diffusieweerstand en RLV betref nie.

c. Seisoenale verloop

Die verband tussen die fotosintese tempo en transpirasie tempo is nie altyd so duidelik in die daaglikse krommes nie, maar is relatief duidelik as na die seisoenale verloop van hierdie twee veranderlikes gekyk word (Figure 5.14 & 5.15).

By *Berchemia zeyheri*, *Cassine burkeana* en by *Dombeya rotundifolia* in die 1980/81 groeiseisoen, en by *Olea europaea* subsp. *africana* in die 1981/82 groeiseisoen, is daar 'n relatief duidelike ooreenkoms in die verloop van die fotosintese- en transpirasie tempo.

Die skynbare negatiewe invloed wat hoë blaartemperature (bo ongeveer 28°C) en/of lae reënval op die seisoenale verloop van die fotosintese- en transpirasie tempo het, kan by *Cassine burkeana*, *Dombeya rotundifolia* en *Olea europaea* subsp. *africana* gesien word (Figure 2.12; 5.14 & 5.15).

In die periode vanaf om en by September tot November 1980 gaan 'n styging in die blaartemperatuur bo ongeveer 28°C , en 'n relatiewe lae reënval (Figuur 2.12), met 'n afname in die fotosintese- en transpirasie tempo gepaard. Die styging in die fotosintese- en transpirasie tempo vanaf November 1981 tot Februarie 1982 by *Olea europaea* subsp. *africana*, onder toestande waar die blaartemperatuur bo 30°C is, kan waarskynlik daaraan toegeskryf word dat vog nie 'n beperkende faktor was nie (Figure 2.12 & 5.14).

DePuit & Caldwell (1975) het vir *Artemisia tridentata* in 'n winterreënvalgebied gevind dat die seisoenale patroon van die fotosintese tempo beïnvloed word deur die plantwaterpotensiaal, blaartemperatuur, irradiansie en fenologiese ontwikkeling. In die lente is die plantwaterspanning minimaal, en is die fotosintese tempo met blaartemperatuur en irradiansie gekorreleer. In die middel en laatsomer was dit veral die plantwaterpotensiaal wat deur sy invloed op die stoma-opening en diffusieweerstand die enkele belangrikste faktor was wat die assimilasiestempo beïnvloed het. Aubuchon *et al.* (1978) het gevind dat seisoenale veranderinge in die fotosintese tempo betekenisvol met veranderinge in blaargeleiding, in kombinasie met temperatuur en droogtes, gekorreleer is. Hellmuth (1968) vind dat seisoenale wisselinge in fotosintese- en transpirasiestempo's met temperatuur gekorreleer is, behalwe in die droë middel-somer wanneer 'n watergebrek die stomas laat sluit.

Volgens Cresswell *et al.* (1982) toon die vier houtagtige spesies wat op Nylsvley ondersoek is, naamlik *Burkea africana*, *Ochna pulchra*, *Terminalia sericea* en *Grewia flavescens*, toenemende fotosintese tempo's met blaarontplooiing, en na ontplooiing voltooi is, 'n afname in die fotosintese tempo tot in Desember. 'n Toename in die tempo kom weer in Januarie en Februarie voor met waardes wat hoër of gelyk is aan die waardes vroeër in die seisoen. 'n Afname in die fotosintese tempo kom dan weer teen die einde van die groeiseisoen voor.

Die afname in die fotosintese tempo nadat blaarontplooiing voltooi is, is verwant aan die toenemende blaarstomaweerstand en laer blaarwaterpotensiaal. Die fotosintese tempo het veral afgeneem wanneer die blaarwaterpotensiaal laer as -1 500 kPa gedaal het (Cresswell *et al.* 1982). Die Januarie/Februarie toename in die fotosintetiese aktiwiteit kom in 'n periode van swaar reën voor met gevolglik laer stomaweerstand en hoër blaarwaterpotensiaal.

Die seisoenale verloop van die fotosintese- en transpirasiestempo van *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* (Figuur 5.14) blyk nie 'n verband te toon met die verloop van FAS (Figuur 2.7) nie, aangesien groot fluktuasies in die fotosintese-

en transpirasietempo voorkom.

Gedurende November en Desember 1981 het lae reënval en hoë temperature voorgekom (Figure 2.12 & 2.8), wat tot 'n afname in die fotosintese- en transpirasietempo gelei het. Na 'n piek in reënval in Januarie 1981 en 1982 is dit gewoonlik gevolg deur 'n piek in die fotosintese- en transpirasietempo by beide spesies.

Indien die seisoenale verloop van die fenofases van *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* (Figuur 4.1), met die verloop van die fotosintese- en transpirasietempo vergelyk word (Figuur 5.14), is dit duidelik dat veral met 'n piek in reënval in Januarie 1981 en 1982 dit deur 'n piek in die fotosintese tempo, transpirasietempo, stingelgroei tempo en blaarontplooing tempo gevolg word.

By *Olea europaea* subsp. *africana* is ook gevind dat by 'n relatief lae reënval soos wat in Oktober en November 1981 voorgekom het, daar pieke in die fotosintese- en transpirasie tempo voorgekom het, sonder enige gepaardgaande stingelgroei of blaarontplooing (Figure 2.12, 4.1 & 5.14).

Die afname in fotosintese tempo aan die einde van die groeiseisoen is met 'n afname in ligintensiteit, fotoperiode en temperatuur gekorreleer (Kramer & Kozlowski 1979) of waarskynlik ook die direkte gevolg van blaarveroudering (Cresswell *et al.* 1982) veral in die geval van bladwisselende spesies.

5.5 CHLOROFILKONSENTRASIE

5.5.1 INLEIDING

Chlorofil a en b is die belangrikste chlorofilpigmente wat in houtagtige plante aangetref word. Chlorofil a is gewoonlik twee tot drie maal soveel as chlorofil b en die verhouding van chlorofil a tot b verander heelwat, byvoorbeeld in die herfs en by blare wat aan waterspanning onderworpe is, word chlorofil a vinniger vernietig as chlorofil b (Kramer & Kozlowski 1979).

Die hoof omgewingsfaktore wat chlorofilvorming en -onderhoud beïnvloed is lig, temperatuur, mineraalvoedingstowwe, water en suurstof, maar dit is oor die algemeen sensitief vir enige faktor wat metaboliese prosesse versteur (Kramer & Kozlowski 1979). Volgens Larcher (1980) word lae chlorofilkonsentrasies onder die volgende toestande aangetref:

- i. jong blare wat ontplooi in die lente;
- ii. volwasse blare wat vergeel in die herfs;
- iii. versteuring van die mineraalbalans byvoorbeeld tekorte aan N, Fe en Mg;
- iv. gedurende droogtes en hoë waterspanning;
- v. na infeksie;
- vi. na blootstelling aan toksiese gasse; en
- vii. geneties vasgelê byvoorbeeld in mutante.

Hoë ligintensiteite veroorsaak 'n netto-afbreking van chlorofil en skadublaare het gewoonlik 'n hoër chlorofilkonsentrasie as sonblare. Temperatuurveranderinge het min invloed op chlorofil-sintese en chlorofil word oor 'n wye temperatuurgebied gesintetiseer (Kramer & Kozlowski 1979).

Volgens Kramer & Kozlowski (1979) word 'n hoë korrelasie tussen chlorofilkonsentrasie van die blaar en die fotosintese tempo veral onder gekontroleerde toestande by lae ligintensiteite (Saeki & Nomoto 1958) gevind, maar onder veldtoestande wil dit voorkom asof ander faktore 'n groter beheer oor fotosintese tempo uitoefen.

Chlorofilkonsentrasie neem toe tot die blare volwassenheid bereik en neem daarna met veroudering af (Lurie *et al.* 1979, Rauzi & Dobrenz 1970). Moore & Lovell (1970) het vasgestel dat die chlorofilkonsentrasie baie tussen spesies kan verskil voordat vergeling sigbaar raak. Chlorofilkonsentrasie gee dus slegs 'n gedeeltelike aanduiding van veroudering van die blaar, veral aangesien vergeling nie altyd egalig plaasvind nie.

5.5.2 METODEDES

Die chlorofilkonsentrasiebepalings is min of meer maandeliks

gedurende die 1980/81 en 1981/82 groeiseisoene in samehang met die bepaling van die blaarvoggehalte en blaaroppervlaktes uitgevoer — altyd so na as moontlik aan die tye waarop fotosintese-tempobepalings gedoen is (Kyk afdeling 5.2.2.3).

Die spesies wat gebruik is was *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* oor 'n tydperk van twee jaar; en *Pappia capensis* en *Domkaya rotundifolia* oor 'n tydperk van slegs een jaar. Die blare is maandeliks om ongeveer 11h00 op 'n helder sonnige dag, telkens van dieselfde individue geoes deur 'n aantal takkies volledig te stroop, die blare in lugdigte glasbottels te verseël en direk na die laboratorium te neem.

Gedeeltes van die blaarlaminas van verskillende blare, met 'n oppervlakte van ongeveer 10 cm² in totaal (slegs een kant van die blaar), is geneem, deur van 'n Li-Cor Model 3100 oppervlaktemeter^a gebruik te maak. Die massa van die monster is daarna met behulp van 'n Mettler PC 440 balans bepaal. Die materiaal is in fyn stukkie gesny en saam met ongeveer 1 cm³ 80 % (v/v) aseton en 'n spatelpunt MgCO₃, binne ongeveer drie minute met 'n stamper en vysel fyn gemaal tot geen weefselstukkies meer waargeneem kon word nie. Byvoeging van kwartssand of karborundumpoeier maak die maalproses doeltreffender (Sesták *et al.* 1971).

Die glasware en chlorofilekstrak is aanvanklik in 'n ysbak koud gehou en alle prosedures is in die laboratorium by 'n ligintensiteit van ongeveer 10,5 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ uitgevoer.

Die ekstrak is hierna deur 'n Whatman nr. 1 filtreerpapier gefiltreer. Die neerslag in die tregter is met 80 % (v/v) aseton gewas totdat geen chlorofilpigment meer op die filter sigbaar was nie. Die helder filtraat is hierna met 80 % (v/v) aseton tot 100 cm³ in 'n standaardfles opgemaak.

Volgens Sesták *et al.* (1971) is aseton beter as etanol in die ekstraheringsprosedure. Slegs een oplossing per spesie

^a Li-Cor Beperk, Posbus 4425, Lincoln, Nebraska 68504, V.S.A.

is per datum voorberei.

Die absorpsie van die chlorofiloplossing van die ondersoekte spesies is met behulp van 'n CARY 219 spektrofotometer by 645 nm en 663 nm bepaal. Die formules wat vir die berekening van die chlorofilkonsentrasies gebruik is, is soos volg (Witham *et al.* 1971).

$$\text{mg chlorofil a / gram vars blaarweefsel} \\ = \{12,7(D_{663}) - 2,69(D_{645})\} \times \frac{V}{1\,000 \times W}$$

$$\text{mg chlorofil b / gram vars blaarweefsel} \\ = \{22,9(D_{645}) - 4,68(D_{663})\} \times \frac{V}{1\,000 \times W}$$

$$\text{mg totale chlorofil / gram vars blaarweefsel} \\ = \{20,2(D_{645}) + 8,02(D_{663})\} \times \frac{V}{1\,000 \times W}$$

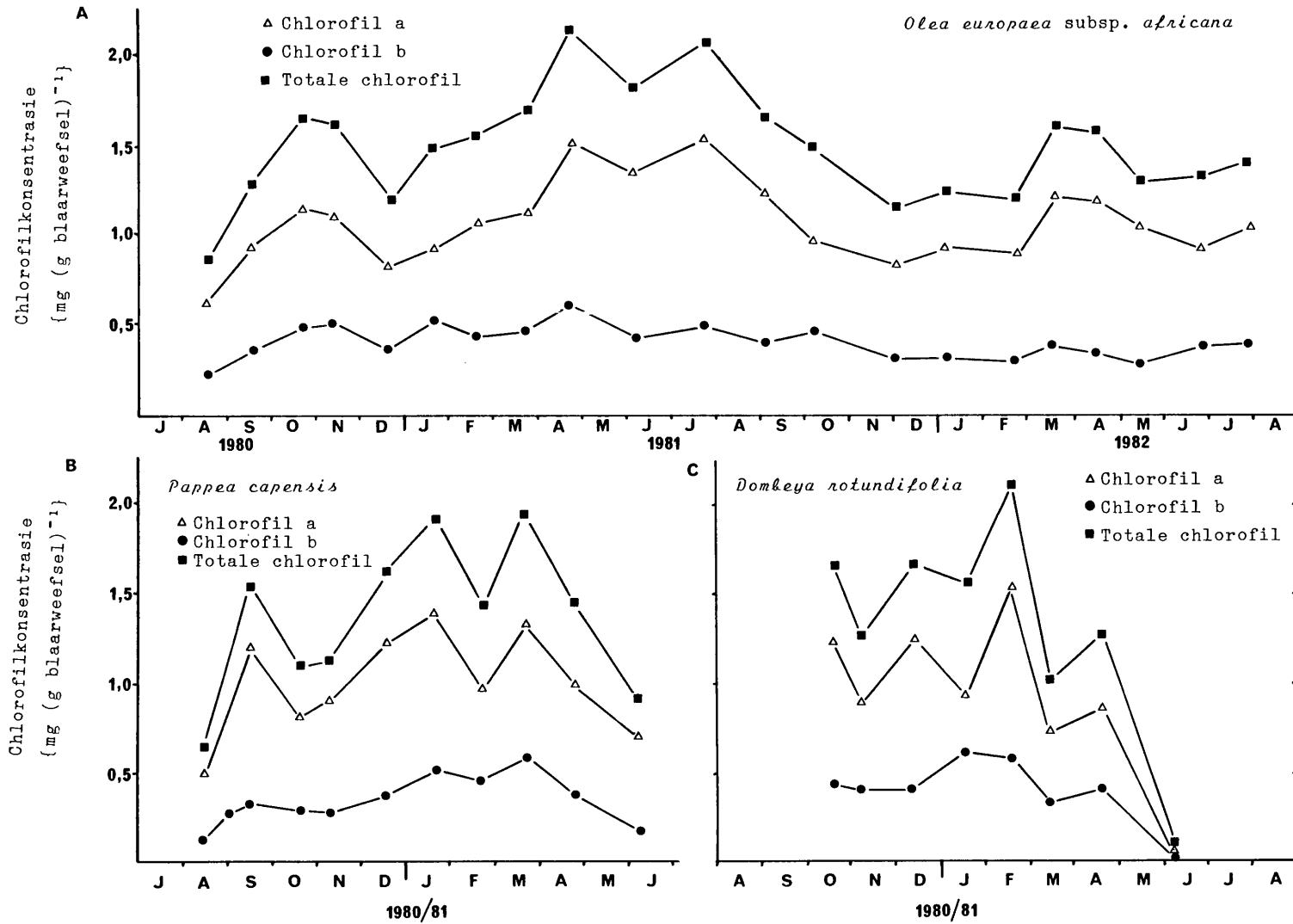
waar: D = optiese digtheidslesing van die chlorofilekstrak by die spesifieke golflengte
 V = finale volume van die chlorofilekstrak
 W = vars massa (g) van die blaarweefsel wat vir die ekstrahering gebruik is.

5.5.3 RESULTATE EN BESPREKING

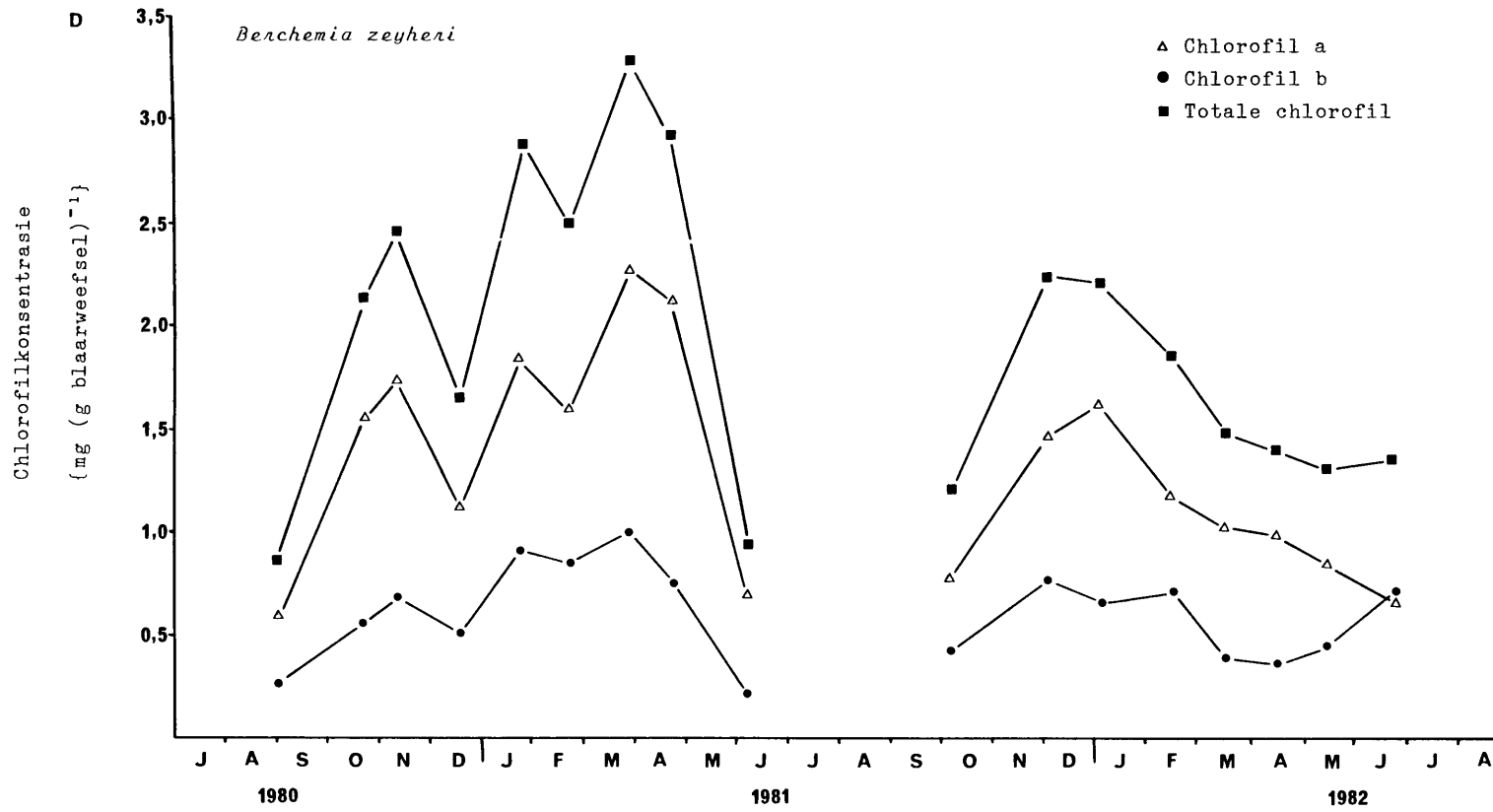
a. *Olea europaea* subsp. *africana* (Figuur 5.22)

Die konsentrasie van die totale chlorofil by 'n immergroen spesie soos *Olea europaea* subsp. *africana* toon pieke op verskillende tye van die jaar. Twee pieke is in die 1980/81 groeiseisoen aangeteken, naamlik in Oktober/November en weer in April. Die laagste chlorofilkonsentrasie in die tydperk tussen die twee pieke is in Desember aangeteken. Vanaf Desember 1980 het blaarontplooiing weer plaasgevind (Figuur 4.1) en dit het met 'n styging in die chlorofilkonsentrasie gepaard gegaan.

In die 1981/82 groeiseisoen is 'n besonder hoë chlorofilkonsentrasie in Julie bepaal waarna 'n geleidelike afname voorgekom het tot in Februarie, waarna blaarontplooiing weer voorgekom



Figuur 5.22 Seisoenale verloop van die chlorofilkonsentrasie van die blare van 'n aantal plantspesies.



Figuur 5.22 (vervolg)

het (Figuur 4.1). Gedurende Maart/April het weer 'n toename in die chlorofilkonsentrasie voorgekom.

Wanneer 'n verhoging in die chlorofilkonsentrasie voorkom is dit veral aan 'n verhoging in die chlorofil a-konsentrasie toe te skryf.

Wanneer die verloop van die chlorofilkonsentrasie en fotosintese tempo vir die 1981/82 groeiseisoen vergelyk word (Figure 5.14 & 5.22) blyk dit dat daar feitlik geen verband ($r = 0,062$) tussen bogenoemde twee faktore bestaan nie en dat pieke in die fotosintese tempo nie met pieke in die chlorofilkonsentrasie geassosieer is nie.

b. *Berchemia zeyheri* (Figuur 5.22)

Die konsentrasie van die totale chlorofil het in die geval van 'n bladwisselende spesie soos *B. zeyheri* basies twee pieke in die 1980/81 groeiseisoen getoon, naamlik in November en in Maart waarna die chlorofilkonsentrasie drasties afgeneem het met 'n gepaardgaande blaarverkleuring en blaarval tot in Junie.

Gedurende die 1981/82 groeiseisoen het die chlorofilkonsentrasie tot 'n piek in Desember en Januarie toegeneem, waarna dit geleidelik afgeneem het tot en met blaarval, dit wil sê slegs 'n enkele piek in die chlorofilkonsentrasie is vir die seisoen aangeteken.

Wanneer die verloop van die chlorofilkonsentrasie en fotosintese tempo gedurende die 1980/81 en 1981/82 groeiseisoene vergelyk word (Figure 5.14 & 5.22) blyk dit dat daar 'n swak positiewe verband tussen die twee faktore bestaan ($r = 0,297$ en $r = 0,572$ vir 1980/81 en 1981/82 respektiewelik). In die 1981/82 groeiseisoen gaan 'n piek in die chlorofilkonsentrasie (Desember 1981) 'n piek in die fotosintese tempo direk vooraf (begin van Januarie 1983).

c. *Pappia capensis* (Figuur 5.22)

Soos in die geval van *Olea europaea* subsp. *africana* en

Berchemia zeyheri is daar ook by *P. capensis* hoofsaaklik twee pieke in die konsentrasie van die totale chlorofil gedurende die 1980/81 groeiseisoen aangeteken, naamlik in September en weer in die periode Januarie tot Maart. Daar is egter 'n verlaging in die chlorofilkonsentrasie in Februarie wat nie verklaar kan word nie.

d. *Dombeya rotundifolia* (Figuur 5.22)

By *D. rotundifolia* is ook hoofsaaklik twee pieke in die konsentrasie van die totale chlorofil gedurende die 1980/81 groeiseisoen aangetref, naamlik in Oktober en weer in Februarie. Die piek in Februarie stem egter nie ooreen met die hoogste fotosintesetempo's wat reeds in Desember en Januarie bereik is nie (Figuur 5.15).

5.6 BLAARWATERGEHALTE

5.6.1 INLEIDING

Volgens Kramer & Brix (1965) is die belangrikste aspek van plantwaterverhoudings die interne waterbalans of graad van waterspanning, aangesien dit die fisiologiese en biochemiese prosesse en toestande kontroleer wat die hoeveelheid en kwaliteit groei by plante bepaal. Uiterste waterspanning veroorsaak onder andere die vroeë sluiting van stomas, afname in fotosintese- en die transpirasietempo. Watertekorte kan voorkom as gevolg van uiterste waterverliese of deur verminderde absorpsie as gevolg van wortelweerstand of 'n kombinasie van die twee.

Ernst & Walker (1973) het in die miombo-boomveld gevind dat bome uitloop na die winter maar 'n paar weke voor die eerste reënval. Die laaste reën was ses maande vroeër aangeteken en die bome moet dus oor sekere meganismes beskik om 'n gunstige waterbalans te handhaaf. Hierdie waterbalans is aangedui deur die baie klein variasie in blaarwatergehalte en osmotiese druk van die blaarselsap. Die bome is dus hidrostabiel en dit kan

moontlik aan 'n aanhoudende watervoorsiening vanaf die wortels en/of waterreservoir in die boomstamme toegeskryf word.

Volgens Medina (1982) handhaaf immergroen spesies feitlik dieselfde watergehalte per eenheidsblaaroppervlakte deur die hele lewensduur van die blaar, ten spyte van daaglikse en jaarlikse fluktuasies in watervoorsiening aan die plantspesies.

Daar is volgens Hellmuth (1970) hoofsaaklik twee metodes om blaarwatergehalte of -tekorte te bepaal, naamlik

- a. die volledige blaarmetode, volgens Stocker (1929); en
- b. die drywende blaarskyfmetode, volgens Weatherley (1950).

a. Die volledige-blaarmetode (Kyk Hellmuth 1970)

In hierdie geval word heel blare afgesny en met hul petiole vir ten minste 24 uur in gedistilleerde water in 'n kabinet met 'n versadigde atmosfeer gelaat. Die varsmassa van die blare word voor en nadat hul van water voorsien word, bepaal, waarna die droëmassa bepaal word.

Die volledige-blaarmetode kan vir plante met alle blaargroottes en -vorme gebruik word, dit neem min tyd om die varsmassa (VM) te bepaal en dieselfde monster kan ook vir transpirasie=tempobepalings gebruik word.

Hellmuth (1970) het die volgende wysigings aan die volledige-blaarmetode aangebring:

- i. Die tyd wat dit neem tot versadiging varieer tussen spesies, seisoene en ouderdom van die plantmateriaal. Die gemiddelde tyd tot versadiging neem vier uur, maar wissel van 1,5 uur tot 12 uur. In die somer neem dit langer as in die winter moontlik as gevolg van hoër watertekorte in die somer. Hy standardiseer die metode deur die plantmateriaal by 20°C en by ligkompensasiëpunt van die spesie vir tot 12 uur te laat.
- ii. Die proses van droging van die blare voordat die versadigde varsmassa (VVM) bepaal word, is gestandardiseer aangesien die massa beïnvloed mag word deur die droogprosedure. Hy standardiseer die prosedure deur die blare tussen agt velle

kladpapier vir vyf sekondes onder 'n massa van 500 g te droog. Die tipes blare en oppervlakte wat gedroog word, word egter nie gespesifiseer nie.

iii. Droging in 'n oond. Die blare is by 80°C tot konstante massa gedroog.

b. Die drywende blaarskyfmetode (Hellmuth 1970)

Weatherley het in 1950 die metode die relatiewe turgessensie=metode genoem, maar Barrs & Weatherley het dit in 1962 die relatiewe watergehaltemetode genoem (Hellmuth 1970).

Die metode behels die uitpons van blaarskywe waarna dit vir 24 uur in 'n lagie gedistilleerde water gelaat word. Die blaarskywe word hierna tot 'n konstante massa gedroog waarna die relatiewe watergehalte (RW) soos volg bereken word:

$$\begin{aligned} &\text{Relatiewe blaarwatergehalte (RW)} \\ &= \frac{\text{Blaarwatergehalte (W}_w\text{)}}{\text{Blaarwatergehalte by versadiging (W}_v\text{)}} \times 100 \end{aligned}$$

Larcher (1980) meen die watergehalte moet soos in bogenoemde formule in verhouding tot 'n standaardmaatstaf byvoorbeeld die versadigingspunt uitgedruk word.

Heel blare gee hoër RW-waardes as die blaarskywe en die blare moet ook nie langer as 24 uur in die water gelaat word nie as gevolg van respirasieverliese wat mag voorkom (Kramer & Brix 1965). Die tydsverloop tot versadiging is deur Barrs & Weatherley in 1962 verminder tot 4 uur om die fout as gevolg van respirasie of groei te vermy (Hellmuth 1970).

By die blaarskywe word water hoofsaaklik deur die snyvlakke opgeneem en volgens Slavík (1974) kan die volgende probleme voorkom:

- i. waterinfiltrering in die skywe (ook Hellmuth 1970); en
- ii. stadiger versadiging as gevolg van onvoldoende benatting van die snyvlak en transpirasie wat nie gestaak word nie.

Die plasing van blare by hul ligkompensasiepunt help om respirasieverlies te verminder. 'n Metode word deur Slavík (1974) beskryf waarin blaarskywe in gate in 'n deurweekte skuimrubbermat vir 3 uur geberg word. Infiltrering en 'n fout as gevolg van respirasie en/of groei is dan minimaal.

5.6.2 METODEDES

Blare is van gemerkte individue geoes wat ewekansig uit die tien individue van die spesie wat vir fenologiese waarnemings gebruik is, geselekteer is (Kyk afdeling 4.1.2).

Die blare is maandeliks om ongeveer 11h00 op 'n helder sonnige dag telkens van dieselfde individue geoes deur 'n aantal takkies volledig te stroop, die blare in lugdigte glasbottels te verseël en direk na die laboratorium te neem. In die geval van *Setaria perennis* is die hele graspol direk bo die grondvlak afgesny en alle bogrondse dele dus vir die watergehaltebepalings gebruik.

Twee stappe is uitgevoer naamlik:

a. In die laboratorium is eerstens 'n submonster van die blare geneem, hulle is in stukkies van ongeveer 1 cm² opgesny, hul varsmassa (VM) bepaal en daarna in petribakkies geplaas waarin ongeveer 10 cm³ gedistilleerde water gegooi is. Dekslens is op die petribakkies geplaas en die bakkies is vir 24 uur in die donker by ongeveer 1°C gelaat.

Hierna is die blaarknipsels goed gedroog deur hulle tussen 'n dubbele laag "Kleenex" handdoekpapier liggies te druk en die versadigde varsmassa (VVM) bepaal. Die blaarknipsels is daarna in 'n oond by 65°C tot 'n konstante massa gedroog, waarna die droëmassa (DM) bepaal is. Vanaf hierdie gegewens is die watergehalte by versadiging bepaal.

b. Die res van die blaarmonster per spesie se varsmassa is bepaal, daarna in 'n oond by 65°C tot 'n konstante massa gedroog en die droëmassa bepaal. Vanaf hierdie gegewens is die watergehalte van die blare bepaal.

Die formules wat vir die berekeninge gebruik is, is soos volg (Barrs 1968, in Larcher 1980):

$$\text{Blaarwatergehalte (W}_w) = \frac{VM - DM}{VM} \times 100$$

$$\text{Blaarwatergehalte by versadiging (W}_v) = \frac{VVM - DM}{VVM} \times 100$$

$$\text{Relatiewe blaarwatergehalte (RW)} = \frac{W_w}{W_v} \times 100$$

Die watergehalte van die blare van die volgende spesies is bereken:

<i>Acacia caffra</i>	<i>Maytenus heterophylla</i>
<i>A. karroo</i>	<i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>
<i>A. nilotica</i>	<i>Ozoroa paniculosa</i>
<i>A. robusta</i>	<i>Pappaea capensis</i>
<i>Berchemia zeyheri</i>	<i>Rhus lancea</i>
<i>Cassine burkeana</i>	<i>R. leptodictya</i>
<i>Clerodendrum triphyllum</i>	<i>Setaria perennis</i>
<i>Cussonia paniculata</i>	<i>Triumfetta sonderi</i>
<i>Dombeya rotundifolia</i>	<i>Vangueria infausta</i>
<i>Dovyalis zeyheri</i>	<i>Ximenia caffra</i>
<i>Ehretia rigida</i>	<i>Zanthoxylum capense</i>
<i>Euclea crispa</i>	<i>Ziziphus mucronata</i>
<i>E. undulata</i>	

5.6.3 RESULTATE EN BESPREKING

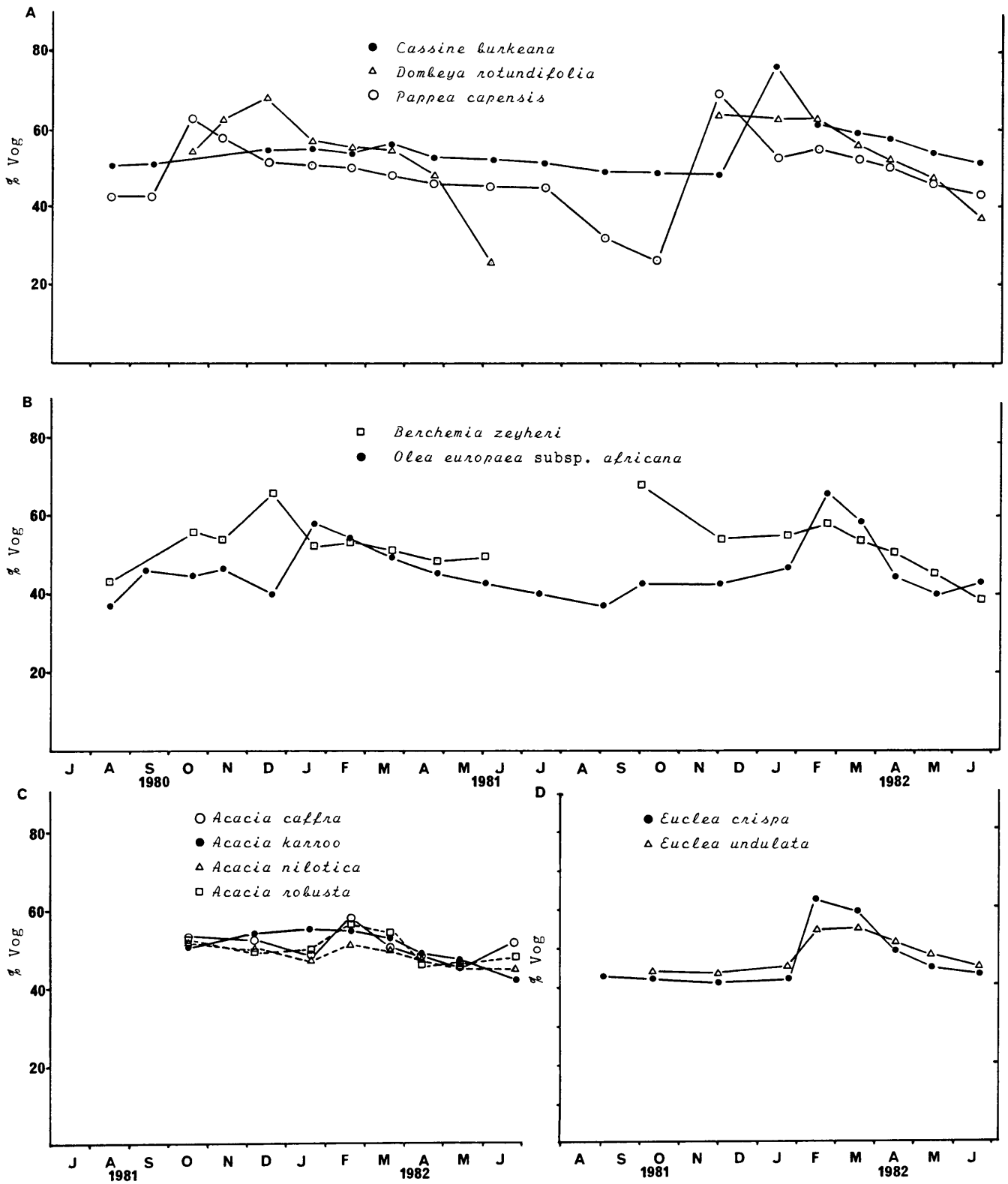
Die hoogste blaarwatergehalte kom gewoonlik voor wanneer nuwe blare ontplooi (Tabel 5.13 en Figure 5.23 & 5.24). Hierna neem die blaarwatergehalte af soos die blare volwasse word, behalwe in enkele gevalle byvoorbeeld by *Acacia caffra*, *A. robusta* en *Berchemia zeyheri*, waar daar in die laatsomer (Februarie 1982) weer 'n effense toename in die blaarwatergehalte voorgekom het (Figuur 5.23). Hierdie toename kan egter aan 'n tweede groeifase en gevolglike nuwe blare toegeskryf word (Vergelyk Figuur 4.1).

In die geval van die kruide naamlik *Setaria perennis* en *Triumfetta sonderi* het die blaarwatergehalte toegeneem soos

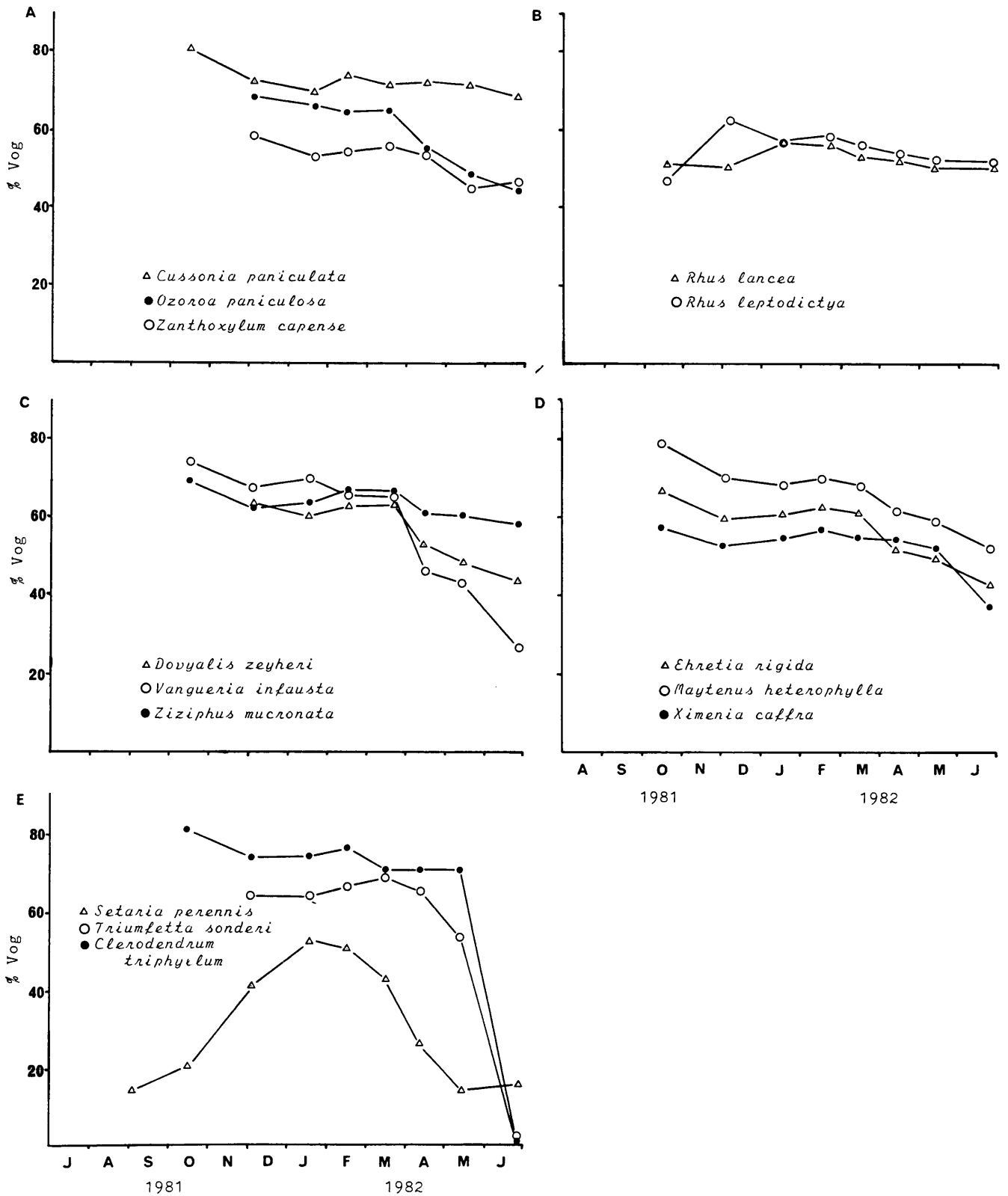
Tabel 5.13 Die hoogste blaarwatergehalte van jong blare tydens blaarontplooiing en die laagste persentasie blaarwatergehalte by volwasse ou blare net voor blaarval plaasvind

Spesies	Blaarwatergehalte tydens blaarontplooiing Hoogste % (X)	Maand	Blaarwatergehalte by die oudste blare Laagste % (Y)	Maand	Verskil tussen X en Y
Houtagtige spesies:					
<i>Acacia caffra</i>	61,49	Sep	45,70	Mei	15,79
<i>A. karroo</i>	59,54	Okt	42,30	Jul	17,24
<i>A. nilotica</i>	51,65	Feb	39,03	Sep	12,62
<i>A. robusta</i>	66,37	Sep	46,30	Mei	20,07
<i>Berchemia zeyheri</i>	68,13	Okt	39,70	Jul	28,43
^o <i>Cassine kunkeana</i>	76,41	Jan	48,19	Sep	28,22
<i>Cussonia paniculata</i>	80,47	Okt	45,18	Sep	35,29
<i>Dombeya rotundifolia</i>	68,40	Des	27,16	Jun	41,24
<i>Dovyalis zeyheri</i>	63,23	Des	43,80	Jul	19,43
<i>Ehretia rigida</i>	67,59	Okt	22,64	Sep	44,95
^o <i>Euclea crispa</i>	62,07	Feb	38,21	Sep	23,86
^o <i>E. undulata</i>	54,59	Feb	41,09	Sep	13,50
<i>Maytenus heterophylla</i>	78,66	Okt	48,86	Sep	29,80
^o <i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	66,56	Feb	36,76	Sep	29,80
<i>Ozoroa paniculosa</i>	58,31	Sep	37,90	Aug	20,41
<i>Pappaea capensis</i>	69,16	Des	27,05	Okt	42,11
^o <i>Rhus lancea</i>	57,39	Jan	48,38	Sep	9,01
<i>R. leptodictya</i>	63,83	Des	47,12	Sep	16,71
<i>Vangueria infausta</i>	75,74	Okt	26,00	Jul	49,74
<i>Ximenia caffra</i>	58,28	Okt	49,77	Sep	8,51
<i>Zanthoxylum capense</i>	68,21	Des	37,43	Sep	30,78
<i>Ziziphus mucronata</i>	70,37	Okt	58,70	Jul	11,67
Gemiddeld	65,75		40,79		
Kruidagtige spesies:					
<i>Clenodendrum triphyllum</i>	81,90	Okt	71,30	Apr	10,60
<i>Setaria perennis</i>	53,61	Jan	14,20	Mei	39,41
<i>Triumfetta sonderi</i>	69,15	Mrt	53,20	Mei	15,95
Gemiddeld	68,22		46,23		

^o Immergroen spesies, die res is bladwisselende spesies



Figuur 5.23 Seisoenale verloop van die blaarwatergehalte van 'n aantal plantspesies.



Figuur 5.24 Seisoenale verloop van die blaarwatergehalte van 'n aantal plantspesies.

die blare volwasse geword het (Figuur 5.24, Januarie tot Maart) of is ook goed met reënval (Figuur 2.12) gekorreleer. By *Clerodendrum triphyllum* egter was die blaarwatergehalte die hoogste by die pas ontplooiende onvolwasse blare (Figuur 5.24).

Die gemiddelde blaarwatergehalte vir al die houtagtige spesies wissel van 40,79 % tot 65,75 % en vir die kruidagtige spesies van 46,23 % tot 68,22 % (Tabel 5.13).

Die volgende spesies se X en Y-waardes (Tabel 5.13) het met minder as 15 verskil: *Acacia nilotica*, *Euclea undulata*, *Rhus lancea*, *Ximenia caffra*, *Ziziphus mucronata* en *Clerodendrum triphyllum*. Spesies waarvan die X en Y-waardes (Tabel 5.13) met meer as 40 verskil het, is *Dombeya rotundifolia*, *Pappea capensis*, *Ehretia rigida* en *Vangueria inflata*.

In teenstelling met die blaarwatergehalte was die relatiewe blaarwatergehalte van die blare in die meeste gevalle die hoogste in die laatsomer en die laagste in die winter en lente (Tabel 5.14). By 'n aantal spesies is ook gevind dat die RW die hoogste is by relatief nuutontplooiende blare byvoorbeeld *Acacia caffra*, *A. karroo*, *A. robusta*, *Euclea crispa*, *E. undulata* en *Olea europaea* subsp. *africana* (Tabel 5.14).

Die nuwe blare wat in die laatsomer ontplooi is gewoonlik ook groter (Kyk afdeling 5.7.3) en het 'n hoër watergehalte as die nuwe blare wat in die lente ontplooi. Dit mag ook wees dat die RW met die hoër reënval van die laatsomer gekorreleer is.

Die relatiewe hoër RW-waardes wat vir die meeste spesies tydens Augustus 1982 aangeteken is, kan waarskynlik aan die relatief hoër reënval (25,5 mm) van Julie toegeskryf word.

Die hoogste en laagste relatiewe blaarwatergehalte wissel

Tabel 5.14 Die relatiewe blaarwatergehalte (%) van die volwasse blare van 'n aantal houtagtige en kruidagtige spesies vanaf 1980 tot 1982 op die Rooideplaatdam-natuurreservaat

	1980-08-15	1980-09-13	1980-10-18	1980-11-07	1980-12-17	1981-01-19	1981-02-22	1981-03-20	1981-04-25	1981-06-04	1981-07-17			
<u>Houtagtige spesies</u>														
<i>Berchemia zeyheri</i>	71,2		73,0	71,2	91,9	86,7	80,9	84,3	81,2	83,1				
^o <i>Cassine burkeana</i>	85,1	85,3				78,1	82,3	90,4	84,3	87,1	85,1			
<i>Domkaya rotundifolia</i>			73,4	84,1		83,1	82,9	93,3	73,1	41,8				
^o <i>Olea europaea</i> subsp. <i>afriicana</i>	69,4	94,1	92,0	94,8		81,7	84,2	77,3	76,2	72,9	69,9			
<i>Pappaea capensis</i>	80,1	85,7	84,1	77,8		88,9	84,5	84,5	82,3	81,9	83,4			
	1981-09-01	1981-10-15	1981-12-02	1982-01-17	1982-02-21	1982-03-17	1982-04-12	1982-05-14	1982-07-01	1982-08-06	1982-09-17	Hoogste % 1980 / 81 en/of 1981 / 82	Laagste % 1980 / 81 en/of 1981 / 82	Verskil tussen hoogste en laagste % vir 1980 / 81 en/of 1981 / 82
<u>Houtagtige spesies</u>														
<i>Acacia caffra</i>	89,9	87,1	90,6	98,8 ^a	91,8	93,1	87,2	90,0	88,2	92,5	98,8	87,1	11,7	
<i>A. karroo</i>	99,4 ^a	94,3	91,9	92,4 ^a	87,1	89,9	85,2	73,4	87,0	86,5	99,4	73,4	26,0	
<i>A. nilotica</i>		89,0 ^a	93,2	92,8	94,6 ^a	99,1	87,4	80,5	91,1	74,9	99,1	74,9	24,2	
<i>A. robusta</i>	82,9 ^a		74,2	93,2 ^a	94,9	88,9	85,7	79,3	88,9	92,3	94,9	74,2	20,7	
<i>Berchemia zeyheri</i>	88,7 ^a	92,2	88,6	87,7 ^a	90,1	84,7	84,2	64,5			92,2	64,5	27,7	
^o <i>Cassine burkeana</i>	81,8	82,5	77,9	91,9 ^a	94,5	91,0	87,5	83,0	86,5	80,1	94,5	77,9	16,6	
<i>Cussonia paniculata</i>	95,3 ^a		97,9	100	100	100	100	100	100	96,3	100,0	95,3	4,7	
<i>Domkaya rotundifolia</i>		95,9 ^a	90,9	94,1	95,7 ^a	80,1	70,8	56,8	65,5		95,9	41,8	54,1	
<i>Douyalis zeyheri</i>		95,1 ^a	92,1	92,0	92,8 ^a	81,3	74,9	64,7	63,8		95,1	63,8	31,3	
<i>Ehretia rigida</i>	87,7	88,7	92,6 ^a	93,9 ^a	94,9 ^a	82,1	79,7	64,1	82,3	37,3	94,9	37,3	57,6	
^o <i>Euclea crispa</i>	90,5	89,6	88,7	88,9	64,8	89,5	84,5	81,1	79,1	81,7	82,0	96,9	64,8	32,1
^o <i>E. undulata</i>	84,8	84,1	86,9	86,2	88,7 ^a	87,2	82,3	75,0	81,1	79,2	88,7	75,0	13,7	
<i>Maytenus heterophylla</i>	96,8 ^a		95,8	96,9	98,4 ^a	89,8	85,4	77,8	76,9	79,9	98,4	76,9	21,5	
^o <i>Olea europaea</i> subsp. <i>afriicana</i>	77,8	88,3		93,4	93,6	91,5 ^a	74,5	76,3	74,4	77,8	74,9	94,8	69,4	19,2
<i>Ozoroa paniculosa</i>			95,6 ^a	83,9	92,9	97,8 ^a	96,4	84,7	82,2	73,9	91,1	97,8	73,9	23,9
<i>Pappaea capensis</i>	66,0	53,4	92,7	87,8	92,7	92,9 ^a	87,7	85,1	74,4	76,5	71,0	92,9	53,4	21,9
^o <i>Rhus lancea</i>	87,8	90,1	89,2	87,2	92,1 ^a	88,6	83,6	84,2	86,5	83,7	92,1	83,6	8,5	
<i>R. leptodictya</i>	83,8	84,4	94,6	97,8 ^a	95,4	93,1	89,8	86,6	88,7	80,9	97,8	80,9	16,9	
<i>Vangueria infausta</i>	90,8	94,9 ^a	91,2	92,7 ^a	96,6	66,1	60,1	35,5			96,6	35,5	61,1	
<i>Ximania caffra</i>	82,8	83,8	89,9 ^a	89,9	92,2	91,1 ^a	87,6	86,8	87,4	86,1	92,2	82,8	9,4	
<i>Zanthoxylum capense</i>		83,7	94,4 ^a	88,8	92,9 ^a	80,7	71,9	70,9		59,0	94,4	59,0	35,4	
<i>Ziziphus mucronata</i>	89,2	96,6	82,0	95,4 ^a	98,6 ^a	85,8	81,5	86,1			98,6	81,5	17,1	
									Gemiddeld :			95,73	69,40	
<u>Kruidagtige spesies</u>														
<i>Clenodendrum triphyllum</i>		99,8	99,8	99,8	97,9	98,4	97,8	89,2			99,8	89,2	10,6	
<i>Setaria perennis</i>	21,2	30,3	58,8	78,2	74,1	71,1	38,0	22,5	21,6		78,2	21,2	57,0	
<i>Triumfetta sonderi</i>			83,1	82,6	90,2	94,6	90,1	74,2			94,6	74,2	20,4	
									Gemiddeld :			90,87	61,53	

^a Relatief jong blare ^o Immergroen spesies, die res is bladwisselende spesies
 Waar waardes ontbreek is geen data ingesamel nie

van 95,73 % tot 69,40 % vir bome en struik en van 90,87 % tot 61,53 % vir kruide (Tabel 5.14).

Indien die RW van die bladwisselende en immergroen spesies met mekaar vergelyk word (Tabel 5.14) blyk dit dat daar nie enige patroon is wat byvoorbeeld die hoogste of laagste persentasie RW betref nie.

Wanneer die seisoenale verloop van die blaarwatergehalte (Figuur 5.23) met die verloop van die totale chlorofil se konsentrasie (Figuur 5.22) van *Olea europaea* subsp. *africana* vergelyk word, blyk dit dat daar 'n swak positiewe tot 'n swak negatiewe verband tussen die faktore bestaan ($r = 0,336$ vir die 1980/81 groeiseisoen en $r = -0,268$ vir die 1981/82 groeiseisoen). Nadat blaarontplooiing in Desember 1980 en later in Januarie 1982 voorgekom het, was daar 'n toename in die blaarwatergehalte aangeteken wat gevolg is deur 'n toename in die chlorofilkonsentrasie. By *Berchemia zeyheri* is daar feitlik geen verband tussen bogenoemde twee faktore aangeteken ($r = 0,126$ vir die 1980/81 groeiseisoen en $r = 0,052$ vir die 1981/82 groeiseisoen).

Wat die seisoenale verloop van die transpirasietempo en die blaarwatergehalte betref, is by *Olea europaea* subsp. *africana* in die 1980/81 groeiseisoen byna geen verband aangeteken ($r = -0,099$). Vir die 1981/82 groeiseisoen is wel 'n swak positiewe verband verkry ($r = 0,59$). By *Berchemia zeyheri* is 'n swak tot sterk positiewe verband tussen bogenoemde twee faktore aangeteken naamlik $r = 0,556$ en $r = 0,905$ vir die 1980/81 en 1981/82 groeiseisoene respektiewelik.

Soos in die geval van die transpirasietempo is daar ook 'n positiewe verband tussen die seisoenale verloop van die fotosinteesetempo en die blaarwatergehalte van *Olea europaea* subsp. *africana* en *Berchemia zeyheri* gevind naamlik vir eersgenoemde spesie is $r = 0,41$ vir die 1981/82 groeiseisoen en vir *B. zeyheri* is $r = 0,39$ vir die 1980/81 en $r = 0,88$ vir die 1981/82 groeiseisoen.

5.7 BLAAROPPERVLAKTE

5.7.1 INLEIDING

Blaaroppervlakte kan volgens Sesták *et al.* (1971), Evans (1972), Larcher (1980) en Medina (1982) vir die berekening van 'n aantal aspekte gebruik word, byvoorbeeld:

a. Blaaroppervlakte-indeks (BOI)

Die digtheid van die blare van 'n hele plant of plantgemeenskap kan kwantitatief uitgedruk word as:

$$\text{BOI} = \frac{\text{Totale blaaroppervlakte}}{\text{Bedekte grondoppervlakte}} \quad (\text{Larcher 1980})$$

Optimale absorbering van sonstraling en optimale fitomassa=produksie kom voor by 'n BOI van 4 - 8.

b. Die verhouding tussen die transpirerende blaaroppervlakte en die vars- of droëmassa van die blare word as die spesifieke blaaroppervlakte (SBO) van die plante uitgedruk.

$$\text{SBO}_{(1)} = \frac{\text{Blaaroppervlakte (dm}^2\text{) of (dm}_2^2\text{)}}{\text{Varsmassa van die blaar (VM) (g)}} \quad (\text{Larcher 1980})$$

$$\text{SBO}_{(2)} = \frac{\text{Blaaroppervlakte (dm}^2\text{)}}{\text{Droëmassa van die blaar (DM) (g)}} \quad (\text{Sesták et al. 1971})$$

SBO₍₂₎ weerspieël blaardikte en die relatiewe verhoudings tussen assimilasië en geleidings- of meganiese weefsel in blare (Sesták *et al.* 1971). Hoe ouer die blare is, hoe laer is die SBO.

c. Die graad van sukkulensie (GVS) gee 'n aanduiding van die bergkapasiteit van blare.

$$\text{GVS} = \frac{\text{Blaarwatergehalte by versadiging (g)}}{\text{Oppervlakte (dm}^2\text{) van 'n blaar}} \quad (\text{Larcher 1980})$$

d. Die spesifieke blaarmassa (SBM) word deur Medina (1982) as die massa per eenheidsoppervlakte ($\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}$) beskou. Westman (1981) gebruik die term blaardigtheid-dikte.

5.7.2 METODEDES

Die blaaroppervlaktes van 'n aantal fanerofiete is vir die 1981/82 groeiseisoen bepaal. Dit is gedoen tesame met die bepalinge van die blaarwatergehalte en chlorofilkonsentrasies (Kyk afdelings 5.6.2 en 5.5.2 respektiewelik). Dieselfde spesies as vir die blaarwatergehaltebepalinge is gebruik (Kyk afdeling 5.6.2).

Die blare is van gemerkte individue wat ewekansig uit die tien individue van 'n spesie wat vir fenologiese waarnemings gemerk is, geoes. Die blare is met tussenposes van ongeveer 'n maand telkens van dieselfde individu geoes deur 'n takkie volledig te stroop en in glashouers lugdig te verseël. Die totale oppervlakte van een kant van 30 tot 50 blare is direk daarna in die laboratorium met behulp van 'n Li-Cor Opper=vlaktemeter Model 3100 bepaal, waarna die gemiddelde opper=vlakte per blaar in cm^2 bereken is.

5.7.3 RESULTATE EN BESPREKING

Die grootste gemete blaaroppervlakte van die bladwisselende spesies het gewissel van $2,17 \text{ cm}^2$ tot $27,86 \text{ cm}^2$ met 'n gemiddeld vir 11 spesies van $10,45 \text{ cm}^2$ (Tabel 5.15). Die grootste blaaroppervlakte van die vyf immergroen spesies het gewissel van $1,30 \text{ cm}^2$ tot $20,00 \text{ cm}^2$ met 'n gemiddeld van $6,46 \text{ cm}^2$ (Tabel 5.15). Die blaargrootte kan volgens Müller-Dombois & Ellenberg (1974) as van mikrofillies ($> 1 \text{ cm}$ tot $< 5 \text{ cm}$) tot mesofillies ($> 5 \text{ cm}$ tot $< 100 \text{ cm}$) beskou word (Tabel 5.15).

Die blaaroppervlakte van immergroen savanne bome in Suid-Amerika wissel volgens Medina (1982) van 13 tot 200 cm^2 (gemiddeld 83 cm^2) terwyl die blaaroppervlakte van bladwisselende bome van 53 tot 264 cm^2 wissel (gemiddeld 140 cm^2).

Die blaaroppervlaktes wat deur Medina (1982) aangegee word,

Tabel 5.15 Die grootste gemiddelde gemete blaaroppervlakte (cm²) van die onderskeie spesies soos bepaal gedurende die 1981/82 groeiseisoen op die Rooideplaatdam-natuurreservaat

	Blaaroppervlakte (cm ²)	Maand
<u>Bladwisselende spesies:</u>		
<i>Berchemia zeyheri</i>	5,78	Februarie
<i>Dombeya rotundifolia</i>	24,09	Februarie
<i>Dovyalis zeyheri</i>	4,39	Februarie
<i>Ehretia rigida</i>	2,17	April
<i>Maytenus heterophylla</i>	3,85	Maart
<i>Ozoroa paniculosa</i>	3,62	Februarie
<i>Pappea capensis</i>	13,38	April
<i>Rhus leptodictya</i>	9,87	Februarie
<i>Vangueria infausta</i>	27,86	Februarie
<i>Ximenia caffra</i>	4,23	Maart
<i>Ziziphus mucronata</i>	15,69	April
Gemiddelde blaaroppervlakte	10,45	
<u>Immergroen spesies:</u>		
<i>Cassine burkeana</i>	1,95	Maart
<i>Euclea crispa</i>	3,85	Februarie
<i>E. undulata</i>	1,30	April/Mei
<i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	5,21	Julie
<i>Rhus lancea</i>	20,00	Julie
Gemiddelde blaaroppervlakte	6,46	

is heelwat groter as wat vir die bome en struike van die studiegebied bepaal is, maar kan waarskynlik daaraan toegeskryf word dat die plantegroei wat in Suid-Amerika as savanne beskou word, onder baie vogtiger klimaatstoestande aangetref word en dus tot breëblarige boomveld aanleiding gee.

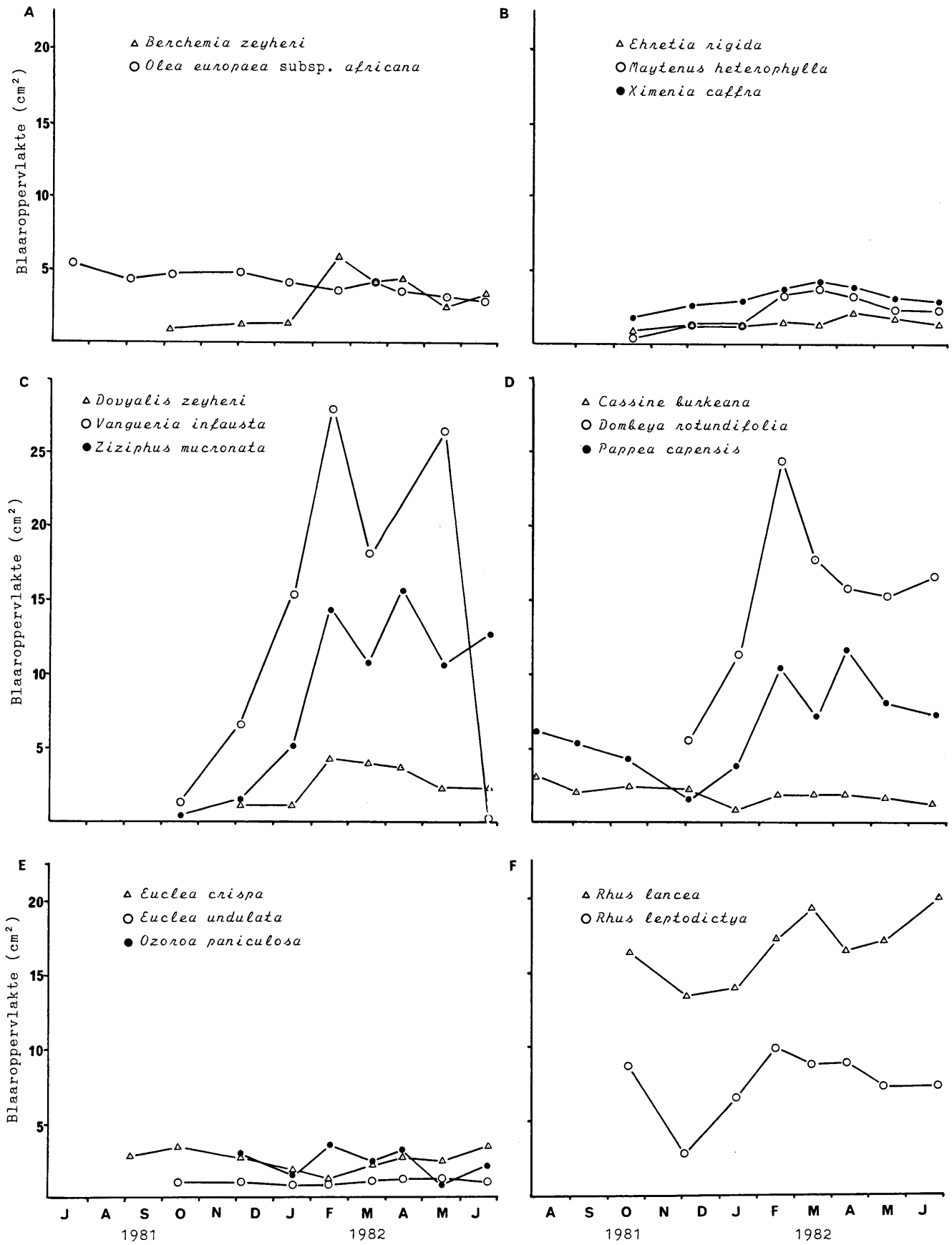
Die blaaroppervlaktes per blaar vir die 1981/82 seisoen word in Figuur 5.25 geïllustreer.

Die tydsverloop vanaf die begin van blaarontplooiing tot die grootste gemete blaaroppervlakte bereik is, kan duidelik by veral die bladwisselende spesies gesien word. Die periode wissel van ongeveer een maand by *Dovyalis zeyheri* (Januarie tot Februarie 1982); twee maande by *Maytenus heterophylla* en *Rhus lancea* (Januarie tot Maart 1982); drie maande by *Pappea capensis*, *Rhus leptodictya* en *Domkaya rotundifolia* (ongeveer van November 1981 tot Februarie 1982); en vier maande by *Vangueria infausta* en *Ziziphus mucronata* (beide vanaf Oktober 1981 tot Februarie 1982). Die maksimum gemete blaaroppervlakte is meesal in Februarie of Maart bereik.

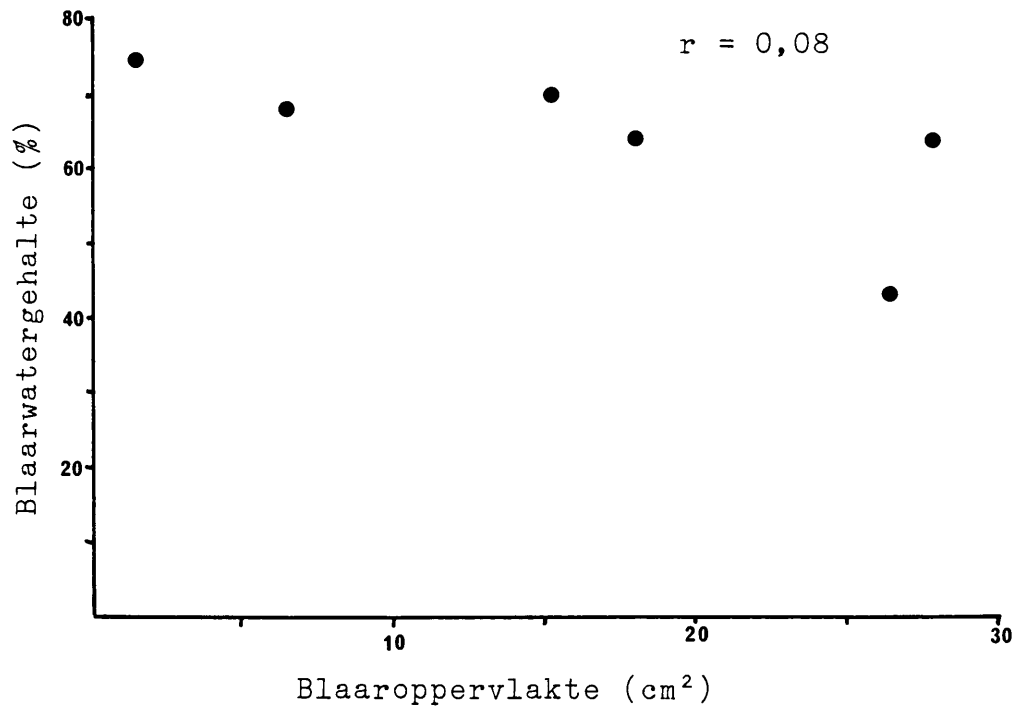
Die blaaroppervlaktes van immergroen spesies soos *Olea europaea* subsp. *africana*, *Cassine burkeana*, *Euclea crispa* en *E. undulata* bly relatief konstant deur die jaar.

Opvallend is die verskil in blaargrootte wat by bladwisselende spesies voorkom tussen die eerste blare wat in die lente gevorm word en dié wat met 'n tweede groeifase in die somer gevorm word. Die verskynsel is veral waarneembaar by *Berchemia zeyheri* in Januarie en Februarie, by *Maytenus heterophylla* van Januarie tot Maart en by *Dovyalis zeyheri* in Januarie en Februarie (Figuur 5.25). Die eerste blare wat in die lente gevorm is, is relatief klein in vergelyking met dié wat tydens die somergroeifase gevorm word. Die tweede groei=fase gaan met die hoof reënperiode gepaard.

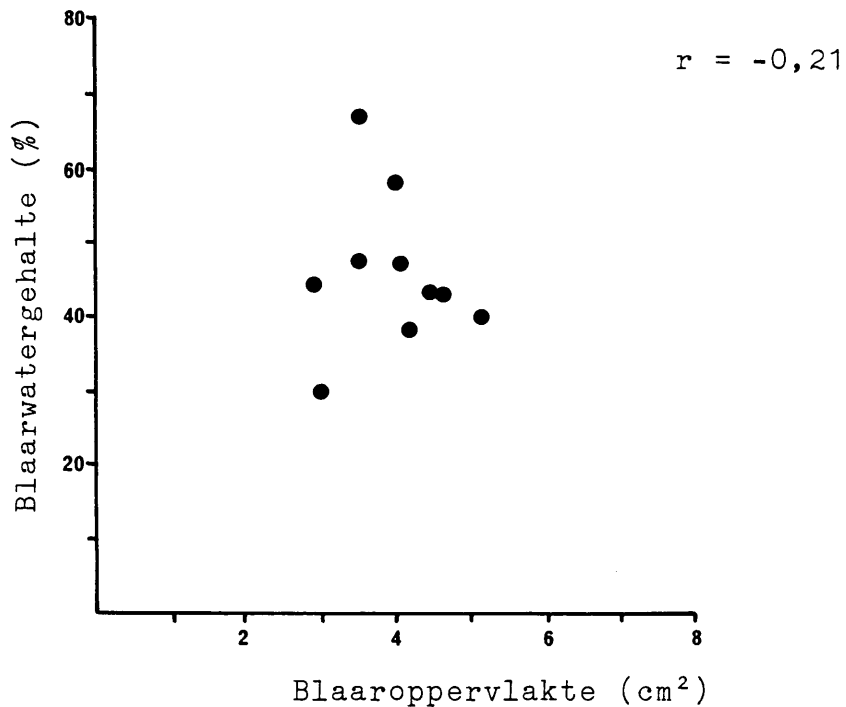
Soortgelyke resultate is ook deur Hinckley *et al.* (1979) gevind terwyl Borchert (1980) ook gevind het dat *Erythrina roeppigiana* klein blare met die eerste blaarontplooiing ontwikkel en dit met 'n fase van groot blare opvolg na die



Figuur 5.25 Seisoenale verskille in die blaaroppervlakte (slegs een kant van die blaar) per blaar van 'n aantal plantspesies.



Figuur 5.26 Die verband tussen die blaarwatergehalte en die blaaroppervlakte by *Vangueria infausta*



Figuur 5.27 Die verband tussen die blaarwatergehalte en die blaaroppervlakte by *Olea europaea* subsp. *africana*

begin van die hoof reënperiode.

Blaardimorfisme is ook by baie mediterreense plante waargeneem (Orshan 1963, DePuit & Caldwell 1973; 1975) waar verskillende blaargroottes by dieselfde plant gedurende verskillende seisoene gevorm word naamlik groot blare in die lente en kleiner blare in die middelsomer. Die kleiner blare in die somer kan waarskynlik aan die warm en droë somerperiode van die winter=reënvalgebied toegeskryf word.

Volgens Sesták *et al.* (1971) is daar 'n lineêre verhouding tussen die blaaroppervlakte en die blaarwatergehalte. Volgens die resultate van die studie op die RNR is hierdie verhouding nie so duidelik lineêr nie, alhoewel dit wel in die geval van sommige bladwisselende spesies soos *Vangueria infausta* opvallend is (Figuur 5.26). Feitlik geen verband ($r = 0,075$) bestaan egter tussen die blaarwatergehalte en die blaaroppervlakte by *Vangueria infausta* nie. In die geval van immergroen spesies soos byvoorbeeld *Olea europaea* subsp. *africana* (Figuur 5.27) verander die blaaroppervlakte en die blaarwatergehalte nie sodanig dat 'n lineêre verhouding waarneembaar is nie, en 'n negatiewe verband ($r = -0,21$) is tussen bogenoemde twee faktore verkry.

Die spesifieke blaaroppervlakte (SBO), gebaseer op varsmassa (VM), vir die immergroen spesies in die studiegebied het van $30 - 44 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ gewissel (Tabel 5.16) en vergelyk dus oor die algemeen goed met die SBO_{VM} van $20 - 35 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ vir immergroen houtagtige plante (Larcher 1980). Die SBO_{VM} van bladwisselende spesies in die studiegebied het van $42 - 80 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ gewissel en dit vergelyk goed met $35 - 150 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ wat oor die algemeen vir breëblaar houtagtige plante geld (Larcher 1980).

Rutherford & Panagos (1982) het 'n SBO_{DM} (gebaseer op droëmassa DM) van $60 - 150 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ vir bladwisselende spesies op Nylsvley gevind en die SBO_{DM} van $92 - 215 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ van die studiegebied vergelyk goed daarmee (Tabel 5.16).

Wat die spesifieke blaarmassa (SBM) betref is daar ooreenstemming tussen die waardes wat vir die plantspesies in die

Tabel 5.16 Die spesifieke blaaroppervlakte (SBO), spesifieke blaarmassa (SBM) en graad van sukkulensie (GVS) (Kyk afdeling 5.7.1 vir volledige definisies) van vier houtagtige spesies. Vir *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* is die SBO- en SBM-waardes oor 'n hele groeiseisoen bepaal, terwyl die GVS vir die maande Januarie tot Maart bepaal is. Al die waardes vir *Pappaea capensis* en *Cassine burkeana* geld vir die maande Julie tot September. Die waardes tussen hakies is die minimum en maksimum berekende waardes

	SBO ₁ (VM) (cm ² .g ⁻¹)	SBO ₂ (DM) (cm ² .g ⁻¹)	SBM (mg DM.cm ⁻²)	GVS (g H ₂ O.dm ⁻²)
<u>Bladwisselend:</u>				
<i>Berchemia zeyheri</i>	57 (45 - 80)	128 (92 - 215)	8,3 (4,7 - 10,8)	1,3 (1,2 - 1,4)
<i>Pappaea capensis</i>	49 (42 - 56)	127 (98 - 165)	8,2 (6,1 - 10,2)	1,0 (0,9 - 1,1)
<u>Immergroen:</u>				
<i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	37 (31 - 44)	83 (62 - 107)	11,6 (9,3 - 16,1)	1,7 (1,6 - 1,8)
<i>Cassine burkeana</i>	32 (30 - 34)	64 (61 - 67)	15,6 (14,9 - 16,4)	1,9 (1,8 - 2,0)

VM = varsmassa; DM = droëmassa

studiegebied gevind is (Tabel 5.16) en dié wat deur Medina (1982) vir Suid-Amerika aangegee word. Die SBM van immergroen bome op die RNR het van 9,3 - 16,4 mg.cm⁻² (gemiddeld 12,2 mg.cm⁻²) gewissel en dit vergelyk goed met 9,1 - 18,9 mg.cm⁻² (gemiddeld 14,8 mg.cm⁻²) vir Suid-Amerika. Vir bladwisselende bome het die SBM van 4,7 - 10,8 mg.cm⁻² (gemiddeld 8,2 mg.cm⁻²) in die studiegebied gewissel wat goed vergelyk met 4,3 - 12,3 mg.cm⁻² (gemiddeld 8,5 mg.cm⁻²) vir Suid-Amerika.

Volgens Jackson (1963) is die blaaroppervlakte tot blaarmassa-verhouding nie vir 'n spesie oor tyd konstant nie, en aangesien die blaaroppervlakte moontlik 'n meer bruikbare maatstaf van die hoeveelheid fotosintetiese weefsel as massa is, is die plantegroei oor sy hele groeiperiode afhanklik van onder andere:

- i. die aanvanklike blaaroppervlakte;
- ii. die netto-assimilasietempo, bereken op basis van die blaaroppervlakte;
- iii. die blaaroppervlakte tot blaarmassaverhouding; en
- iv. die lengte van die groeiperiode.

Wat die graad van sukkulensie (GVS) betref, blyk dit uit Tabel 5.16 dat dit hoër is by die immergroen spesies as wat dit by die bladwisselende spesies is.

5.8 SPEKTRALE EIENSKAPPE VAN 'N AANTAL PLANTSPESIES

5.8.1 INLEIDING

Met die klassifisering van die plantegroei van die Roodeplaatdam-natuurreservaat (Kyk Hoofstuk 3; Van Rooyen 1983b) is die *Berchemia zeyheri*-bosgroepe een van die plantgemeenskappe wat onderskei is. Hierdie bosgroepe is in vier variasies, op grond van verskille in hul floristiese samestelling, onderverdeel. Hierdie verskille in floristiese samestelling kan aan verskille in die grootte (oppervlakte) en dus ook waarskynlik die serale stadium van die bosgroepe, toegeskryf word. Die beperkte hoeveelheid sonligenergie wat in die

bosgroepe indring, mag die voorkoms van sommige spesies bevoor=deel.

Alhoewel die irradiansie waaronder die bome en struik op die RNR groei, relatief hoog is, word 'n verskeidenheid blaarvorme, -groottes, -kleure en oppervlakstrukture hier aangetref, wat daarop dui dat die plantspesies op verskeie maniere by die heersende toestande aangepas is.

'n Groot aantal studies wat oor die spektrale eienskappe van blare handel, is al uitgevoer met doelstellings wat wissel van basiese ondersoeke (Gates *et al.* 1965; Woolley 1971), bepalinge van die invloed van anatomiese en fisiologiese faktore op die spektrale eienskappe (Gausman *et al.* 1970; Carlson *et al.* 1971; Eller 1979), tot teoretiese benaderings (Allen *et al.* 1969).

Meer onlangs is gepoog om die verwantskap tussen spektrale eienskappe en ekofisiologiese en ekologiese faktore aan te toon (Ehleringer *et al.* 1976; Schulze *et al.* 1980; Eller & Grobbelaar 1982), maar min ondersoeke handel oor 'n groot aantal spesies in dieselfde habitat (Ehleringer 1981; Eller *et al.* 1983).

'n Studie van die spektrale eienskappe van die blare van 'n aantal bome en struik wat binne en buite die bosgroepe op die RNR voorkom, is uitgevoer met die doel om te bepaal of die absorpsievermoë van die ondersoekte spesies

- a. gebruik kan word om te differensieer tussen die verskillende lewensvorme of
- b. 'n rol speel in die voorkoms van 'n spesie binne of buite die bosgroepe

Hierdie studie is in samewerking met dr. B.M. Eller van die Universiteit van Zürich, Switserland uitgevoer, terwyl hy met studieverlof aan die Universiteit van Pretoria werksaam was en die eksperimentele bepalinge en dataverwerking is grootliks aan die kundigheid van dr. Eller te danke (Eller *et al.* 1984).

5.8.2 METODEDES

'n Lys van die plantspesies wat ondersoek is, word in Tabel 5.17 voorsien. Twee *Aloe* spp. en die parasiet *Tapinanthus natalitius* subsp. *zeyheri* is ook in die ondersoek ingesluit. Die apparaat wat vir die bepalings gebruik is, het vereis dat die blare 'n sirkeloppervlakte van ten minste 9 mm² moes hê. Hierdie beperking het die *Acacia* spp., wat 'n belangrike komponent van die plantegroei uitmaak, ongelukkig van die ondersoek uitgesluit.

Takkies met blare is versamel, die stingels in water geplaas en na die laboratorium vervoer, waar die bepalings van die spektrale eienskappe van die blare gedoen is. 'n Volwasse blaar van elke spesie is vir die bepalings gebruik. Metings wat met 'n aantal blare van 'n spesie gedoen is, het getoon dat die variasie tussen waardes van ooreenstemmende blare van een spesie, nie groter is as variasie wat aan die apparaat toegeskryf kan word nie (Eller *et al.* 1984). Daar kan aanvaar word dat die waardes binne 3 % akkuraat is.

Die spektrale eienskappe is deur middel van 'n geïntegreerde sfeer en 'n ISCO SR spektrometer bepaal (Eller 1972). Metings van die weerkaatsingsvermoë (*r*) en deurlatingsvermoë (*t*) is by golflengtes vanaf 400 nm tot 1 350 nm geneem. Die absorpsievermoë is met behulp van die formule $a = 1 - (r + t)$ bereken. Benaderings van die spektrale eienskappe volgens die metode van Eller (1979) is vir die ultravioletstraling korter as 400 nm en die infrarooi straling by die golflengtes van 1 350 nm tot 3 000 nm gemaak. Hiervolgens is die waarde by 400 nm vir die ultravioletstreek geneem en 'n absorpsievermoë van 0,96 en weerkaatsingsvermoë van 0,04 is vir golflengtes langer as 2 300 nm geneem. Tussen die waardes vir 1 350 nm en 2 300 nm is 'n lineêre verhouding van die spektrale eienskappe geneem, sodat 'n kleiner fout verkry word as wanneer die globale energie in hierdie golflengtereëks uitgelaat is (Eller 1979).

Om die werklike spektrale koëffisiënte vir sonstraling te verkry (reflektansie, transmittansie en absorptansie) is

Tabel 5.17 'n Lys van die spesies op die Roodeplaatdam-natuurreservaat wat vir die bepaling van spektrale eienskappe gebruik is. Die plantfamilies is alfabeties gerangskik

Lewensvorm	Families en spesies
	Anacardiaceae
B b	<i>Ozoroa paniculosa</i> (Sond.) R. & A. Fernandes
B i	<i>Rhus lancea</i> L.f.
B i	<i>R. leptodictya</i> Diels
	Apocynaceae
S i	<i>Carissa hispinosa</i> (L.) Desf. ex Brenan var. <i>hispinosa</i>
	Araliaceae
B sb	<i>Cussonia paniculata</i> Eckl. & Zeyh.
	Boraginaceae
S b	<i>Ehretia rigida</i> (Thunb.) Druce
	Celastraceae
B i	<i>Cassine burkeana</i> (Sond.) Kuntze
S b	<i>Maytenus heterophylla</i> (Eckl. & Zeyh.) N.K.B. Robson
	Rosaceae
S id	<i>Parinari capensis</i> Harv. subsp. <i>capensis</i>
	Ebenaceae
S i	<i>Euclea crispa</i> (Thunb.) Guerke var. <i>crispa</i>
S i	<i>E. undulata</i> (Thunb.) var. <i>myrtina</i> (Burch.) Hiern
	Flacourtiaceae
B b	<i>Dovyalis zeyheri</i> (Sond.) Warb.
	Liliaceae
S is	<i>Aloe davyana</i> Schönl.
B is	<i>A. marlothii</i> Berger
	Loganiaceae
B i	<i>Strychnos pungens</i> Soler.
	Loranthaceae
P b	<i>Tapinanthus natalitius</i> (Meisn.) Danser subsp. <i>zeyheri</i> (Harv.) Wiens
	Ochnaceae
B b	<i>Ochna pulchra</i> Hook.
	Olacaceae
S b	<i>Ximenia caffra</i> Sond. var. <i>caffra</i>
	Oleaceae
B i	<i>Olea europaea</i> L. subsp. <i>africana</i> (Mill.) P.S. Green
	Proteaceae
B i	<i>Protea caffra</i> Meisn.
	Rhamnaceae
B b	<i>Ziziphus mucronata</i> Willd. subsp. <i>mucronata</i>
	Rubiaceae
S b	<i>Vangueria infausta</i> Burch.
	Rutaceae
S b	<i>Zanthoxylum capense</i> (Thunb.) Harv.
	Santalaceae
S i	<i>Osyris lanceolata</i> Hochst. & Steud.
	Sapindaceae
B sb	<i>Pappia capensis</i> Eckl. & Zeyh.
	Sapotaceae
S i	<i>Bequaertiodendron magalimontanum</i> (Sond.) Heine & J.H. Hemsley
	Sterculiaceae
B b	<i>Domkaya rotundifolia</i> (Hochst.) Planch. var. <i>rotundifolia</i>
	Tiliaceae
S b	<i>Grewia flava</i> DC.
	Vitaceae
R b	<i>Rhoicissus tridentata</i> (L.f.) Wild & Drummond

B = boom; S = struik; R = ranker; P = parasiet; i = immergroen; b = bladwisselend; sb = semi-bladwisselend; is = immergroen sukkulent; id = immergroen dwergstruik.

die aangepaste gemiddelde spektrale eienskappe (X^b) vir die verskillende golflengtegebiede vanaf die spektrale energie=verspreiding wat op 'n helder dag op 1979-08-12 om 12h00 naby Pretoria geheers het (Eller & Grobbelaar 1982), soos volg bepaal:

Vir golflengtes van λ_1 tot λ_2

$$X^b = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} X(\lambda) \cdot E(\lambda) d\lambda / \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E(\lambda) d\lambda$$

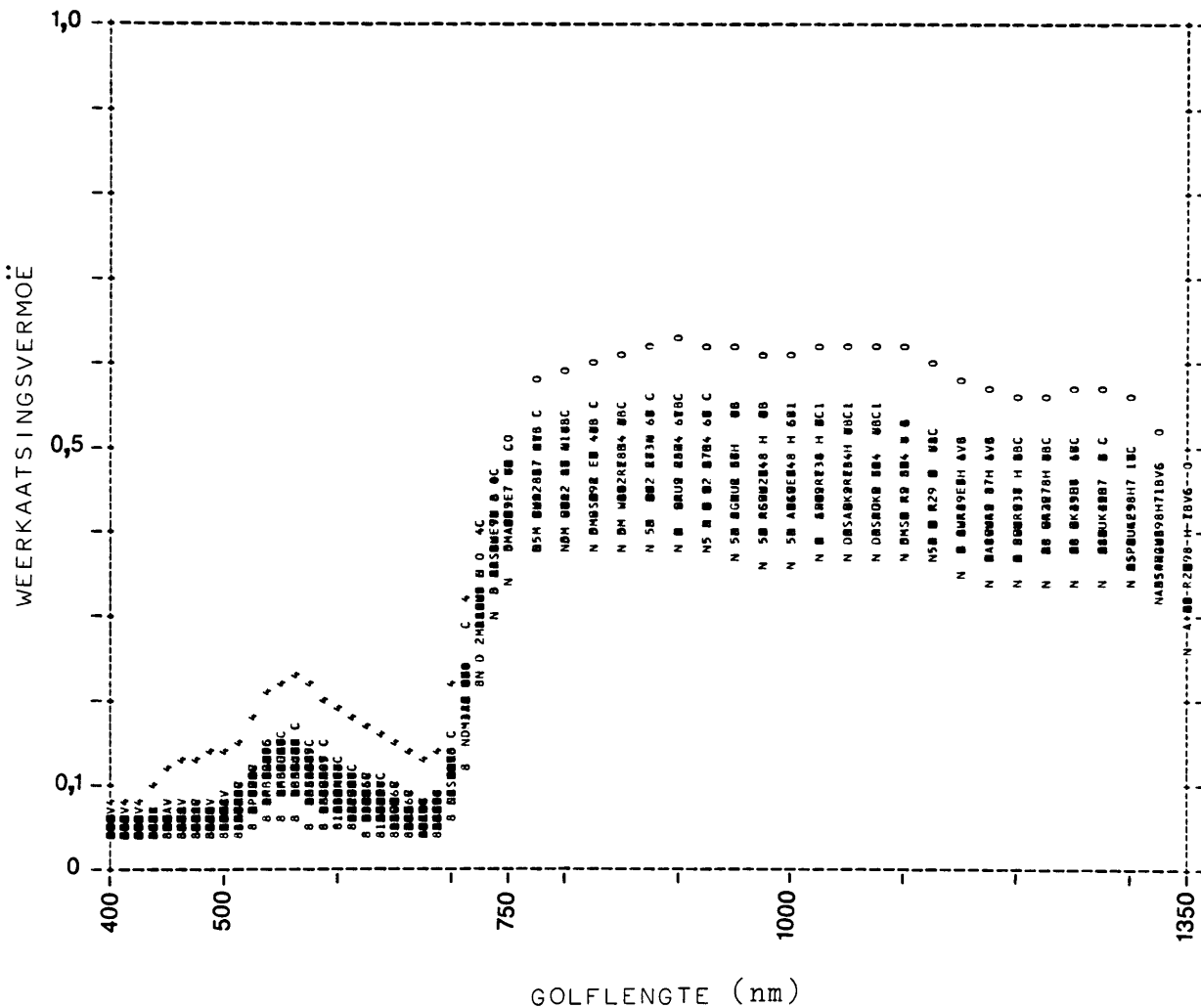
waar $X(\lambda)$ die spektrale eienskap (weerkaatsingsvermoë, deur=latingsvermoë of absorpsievermoë) by golflengte λ is, en $E(\lambda)$ die spektrale irradiansie van globale straling is.

5.8.3 RESULTATE EN BESPREKING

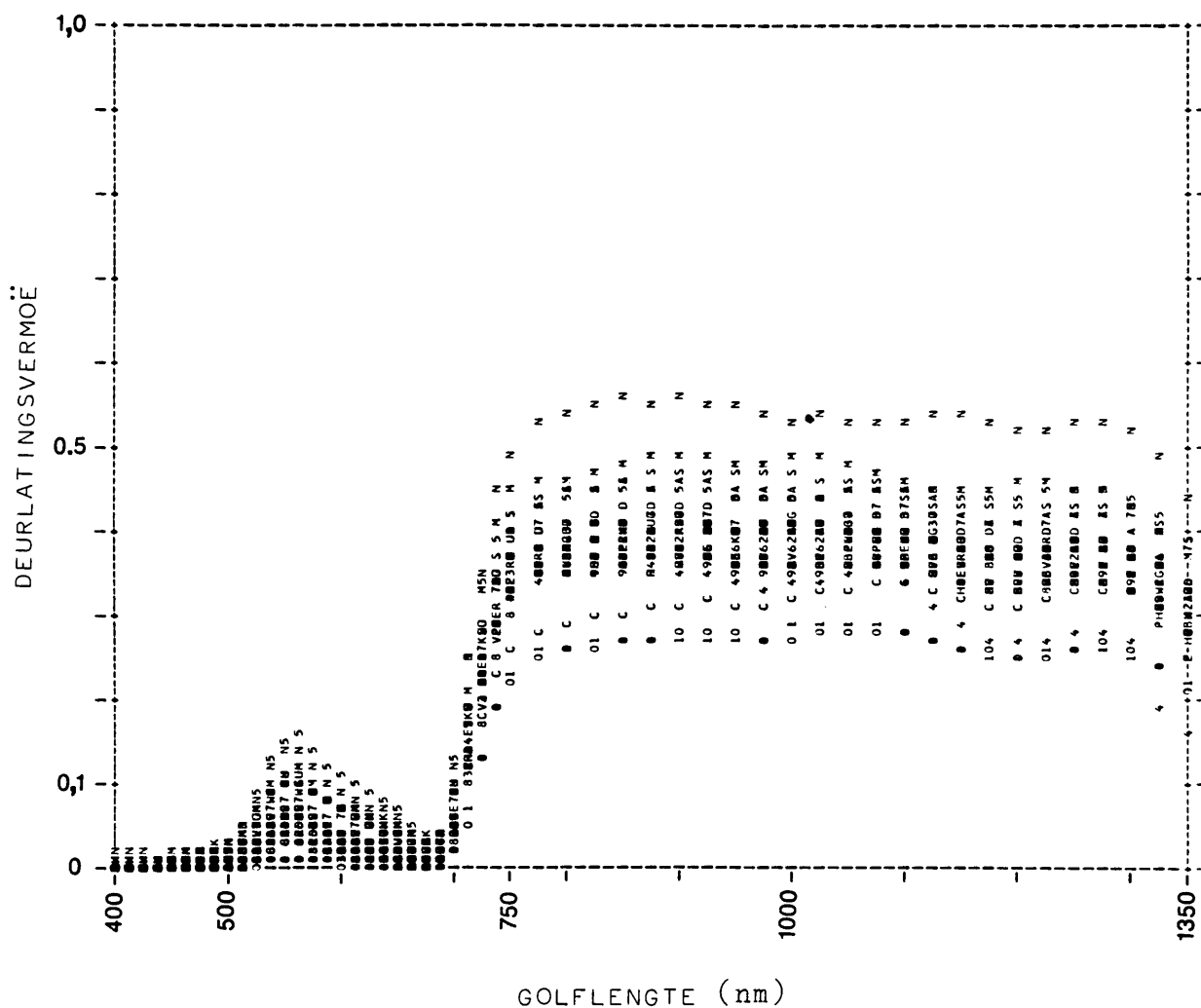
Die weerkaatsingsvermoë en deurlatingsvermoë van 26 bome en struik word in Figure 5.28 & 5.29 respektiewelik weergegee. Die *Aloe* spp. en *Tapinanthus natalitius* subsp. *zeyheri* is nie in hierdie figure ingesluit nie.

In die sigbare golflengtegebied (400 nm tot 750 nm) stem die weerkaatsingsvermoë van byna al die spesies baie ooreen. Uitsonderings is die xeromorfiëse gryserige blaar van *Protea caffra* (Figuur 5.28, simbool 4) en die xeromorfiëse donker=groen volwasse blaar van *Bequaertiodendron magalimontanum* (Figuur 5.28, simbool 8). In die infrarooigebied van 750 nm tot 1 350 nm daarenteen is die verskille heelwat groter naamlik 0,25 in vergelyking met 0,05 tot 0,10 vir die meeste spesies in die sigbare golflengtegebied. Hierdie groter variasie stem met die variasie in sklerofillie, watergehalte en blaar=dikte by die verskillende spesies ooreen. *Ochna pulchra* het die laagste weerkaatsingsvermoë in die infrarooigebied (Figuur 5.28, simbool N), terwyl *Carissa hispida* (Figuur 5.28, simbool O) hoër waardes as die meeste ander spesies het (Eller *et al.* 1984).

Die deurlatingsvermoë (Figuur 5.29) in die sigbare golflengte=spektrum is vir al die spesies laag en varieer min. Die hoogste



Figuur 5.28 Weerkaatsingsvermoë van die adaksiale oppervlakke van die blare van 26 houtagtige spesies op die Roodeplaatdam-natuurreservaat



Figuur 5.29 Deurlatingsvermoë van die adaksiale oppervlakke van die blare van 26 houtagtige spesies op die Roodeplaatdam-natuurreservaat

waardes is vir dun blare soos by *Rhus leptodictya* (Figuur 5.29, simbool 5) en *Ochna pulchra* (Figuur 5.29, simbool N) gevind. 'n Groter variasie tussen die waardes naamlik 0.25, is in die infrarooigebied gevind. 'n Vergelyking van Figure 5.28 en 5.29 toon aan dat dieselfde spesies in beide figure, naamlik *Carissa hispida* (simbool O) en *Ochna pulchra* (simbool N), die grense van die variasie in die infrarooigebied verteenwoordig. *Carissa hispida* het die hoogste weerkaatsingsvermoë, en as gevolg van sy relatiewe dik blare, ook die laagste deurlatingsvermoë. Die relatief dun blaar van *Ochna pulchra* het daarenteen 'n lae weerkaatsingsvermoë en die hoogste deurlatingsvermoë.

'n Studie van die spektrale eienskappe van die ander spesies in die infrarooigebied, dui daarop dat 'n lae deurlatingsvermoë 'n neiging toon om gekoppel te wees aan 'n hoë weerkaatsingsvermoë en omgekeerd. Gevolglik is gevind dat die absorpsievermoë in die infrarooigebied meer eenvormig is as die waardes vir weerkaatsingsvermoë en deurlatingsvermoë.

Die aangepaste gemiddelde spektrale eienskappe vir globale straling (sigbaar en infrarooi) van die ondersoekte spesies, gegroepeer volgens groeivorm (boom of struik) en blaarvalsiklus (immergroen of bladwisselend) word in Tabel 5.18 weergegee. Opvallend is die klein variasie in die absorptansie van die 26 boom- en struikspesies (gemiddelde waarde is $58,7 \pm 2,3$ %). Dieselfde klein variasies kom ook by die groepe voor wat volgens groeivorm en blaarvalsiklus ingedeel is. Die groepering van die spesies volgens hul teenwoordigheid binne of buite bosgroepe bevestig ook die lae variasie in die absorptansie van die 26 spesies. Slegs die sukkulente en die plantparasiet het spektrale eienskappe wat in een of meer opsigte noemenswaardig van dié van die ander spesies verskil. As gevolg van hul dik sukkulente blare het die *Aloe* spp. hoë absorptansies. Die blaarstruktuur en ook blaarwatergehalte van parasiete neig om deur hul gasheerspesie beïnvloed te word (Grobelaar *et al.* 1981). Die spektrale eienskappe van *Tapinanthus natalitius* subsp. *zeyheri* wat dus hier weergegee word, geld vir wanneer dit op *Acacia caffra* groei.

Tabel 5.18 Spektrale eienskappe van die blare van 'n aantal plantspesies op die Rooideplaatdam-natuurreservaat. Die aangepaste gemiddelde spektrale eienskappe is bereken vir 'n globale irradiansie van 996 W.m^{-2} (helder lug) met 'n spektrale irradiansie volgens Eller & Grobbelaar (1982).
 r' = reflektansie, t' = transmittansie, a' = absorptansie, S = identifisering=
 simbool wat in Figure 5.28 & 5.29 gebruik is, 0 = opmerkings naamlik - beteken
 'n plantspesie groei hoofsaaklik buite bosgroepe en b beteken 'n plantspesie
 groei hoofsaaklik binne bosgroepe. Gemiddelde waardes sluit standaardafwykings in

S	O	Spesies	r' (%)	t' (%)	a' (%)
<u>Immergroen bome</u>					
1	b	<i>Olea europaea</i> subsp. <i>africana</i>	25,2	11,5	63,8
2	-	<i>Strychnos pungens</i>	23,2	16,8	60,0
3	b	<i>Cassine burkeana</i>	23,8	17,2	59,0
4	-	<i>Protea caffra</i>	28,4	14,4	57,2
5		<i>Rhus leptodictya</i>	21,4	22,5	56,1
6		<i>Rhus lancea</i>	26,9	17,1	56,0
7		<i>Pappea capensis</i>	25,2	19,7	55,1
		Gemiddelde waardes	24,9 ± 2,2	17,0 ± 3,3	58,2 ± 2,8
<u>Immergroen struike</u>					
8	-	<i>Bequaertiodendron magalismsontanum</i>	22,4	15,3	63,3
9		<i>Euclea undulata</i>	24,0	16,2	59,8
0	b	<i>Carissa hispida</i>	29,7	11,2	59,1
A	b	<i>Osynis lanceolata</i>	22,2	19,3	58,5
B	-	<i>Parinari capensis</i>	25,6	16,6	57,8
C		<i>Euclea crispa</i>	28,3	13,9	57,8
		Gemiddelde waardes	25,4 ± 2,8	15,4 ± 2,5	59,4 ± 1,9
		Gemiddelde waardes vir alle immergroen soorte	25,1 ± 2,5	16,3 ± 3,0	58,7 ± 2,5
<u>Bladwisselende bome</u>					
D	b	<i>Dovyalis zeyheri</i>	19,7	18,4	61,9
E		<i>Cussonia paniculata</i>	23,9	16,6	59,5
G	-	<i>Ozoroa paniculosa</i>	22,3	19,1	58,6
H	-	<i>Vangueria infausta</i>	25,7	15,9	58,4
K		<i>Domkaya rotundifolia</i>	23,1	19,0	57,9
M		<i>Ziziphus mucronata</i>	20,2	22,6	57,2
N	-	<i>Ochna pulchra</i>	18,6	26,0	55,4
		Gemiddelde waardes	21,9 ± 2,3	19,7 ± 3,3	58,4 ± 1,9
<u>Bladwisselende struike</u>					
P		<i>Ximenia caffra</i>	21,3	15,7	63,0
R		<i>Maytenus heterophylla</i>	23,3	17,2	59,5
S		<i>Ehretia rigida</i>	21,6	20,3	58,1
U	b	<i>Zanthoxylum capense</i>	22,7	19,2	58,1
V	-	<i>Grewia flava</i>	27,5	16,5	56,0
W		<i>Rhoicissus tridentata</i>	22,4	18,9	58,7
		Gemiddelde waardes	23,1 ± 2,1	18,0 ± 1,6	58,9 ± 2,1
		Gemiddelde waardes vir alle bladwisselende soorte	22,5 ± 2,3	18,9 ± 2,8	58,6 ± 2,0
		Gemiddelde waardes vir alle bome	23,4 ± 2,7	18,3 ± 3,5	58,3 ± 2,4
		Gemiddelde waardes vir alle struike	24,3 ± 2,7	16,7 ± 2,5	59,1 ± 2,0
		Gemiddelde waardes vir alle spesies	23,8 ± 2,7	17,6 ± 3,2	58,7 ± 2,3
		Verskil tussen laagste en hoogste waardes	11,1	14,8	8,7
<u>Ekologiese groepering (gemiddelde waardes)</u>					
-	8	spesies wat slegs buite bosgroepe voorkom	24,2 ± 3,0	17,6 ± 3,4	58,3 ± 2,3
b	6	spesies wat slegs binne bosgroepe voorkom	23,4 ± 3,2	17,4 ± 2,8	59,2 ± 1,2
	12	spesies wat binne en buite bosgroepe voorkom	23,7 ± 2,3	17,7 ± 3,2	59,7 ± 2,6
	18	spesies wat binne bosgroepe voorkom	23,6 ± 2,6	17,6 ± 3,1	58,8 ± 2,2
<u>Sukkulente</u>					
		<i>Aloe marlothii</i>	17,0	0,2	82,8
		<i>Aloe davyana</i>	17,4	1,7	80,9
<u>Parasiet</u>					
		<i>Tapinanthus natalitius</i> subsp. <i>zeyheri</i>	30,5	15,3	54,2

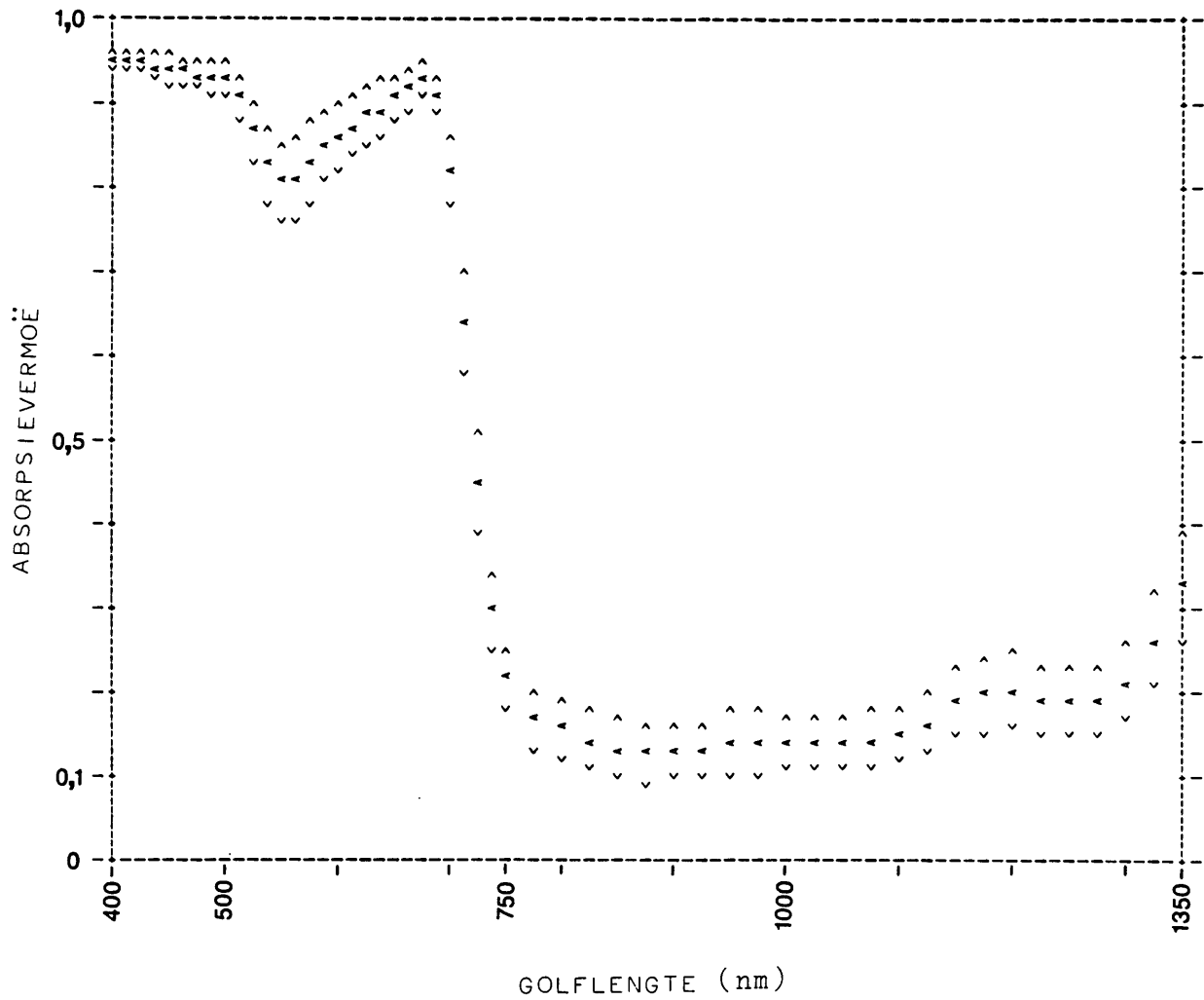
Wanneer die waardes van al 26 spesies gebruik word om die gemiddelde spektrale eienskappe te bereken, word 'n gemiddelde absorpsievermoënkromme verkry wat baie klein standaardafwykings tussen golflengtes van 400 nm en 1 350 nm toon (Figuur 5.30). Soortgelyke resultate is vir die verskillende groeperings verkry. Die gemiddelde waardes van die groepe verskil nie betekenisvol nie (Eller *et al.* 1984).

Die spesie met spektrale eienskappe wat die meeste met die gemiddelde waarde van die 26 spesies ooreenstem, is *Maytenus heterophylla* met 'n reflektansie van 23,3 % (gemiddeld vir die 26 spesies = 23,8 %); 'n transmittansie van 17,2 % (gemiddeld = 17,6 %) en 'n absorptansie van 59,5 % (gemiddeld = 58,7 %) (Figuur 5.31).

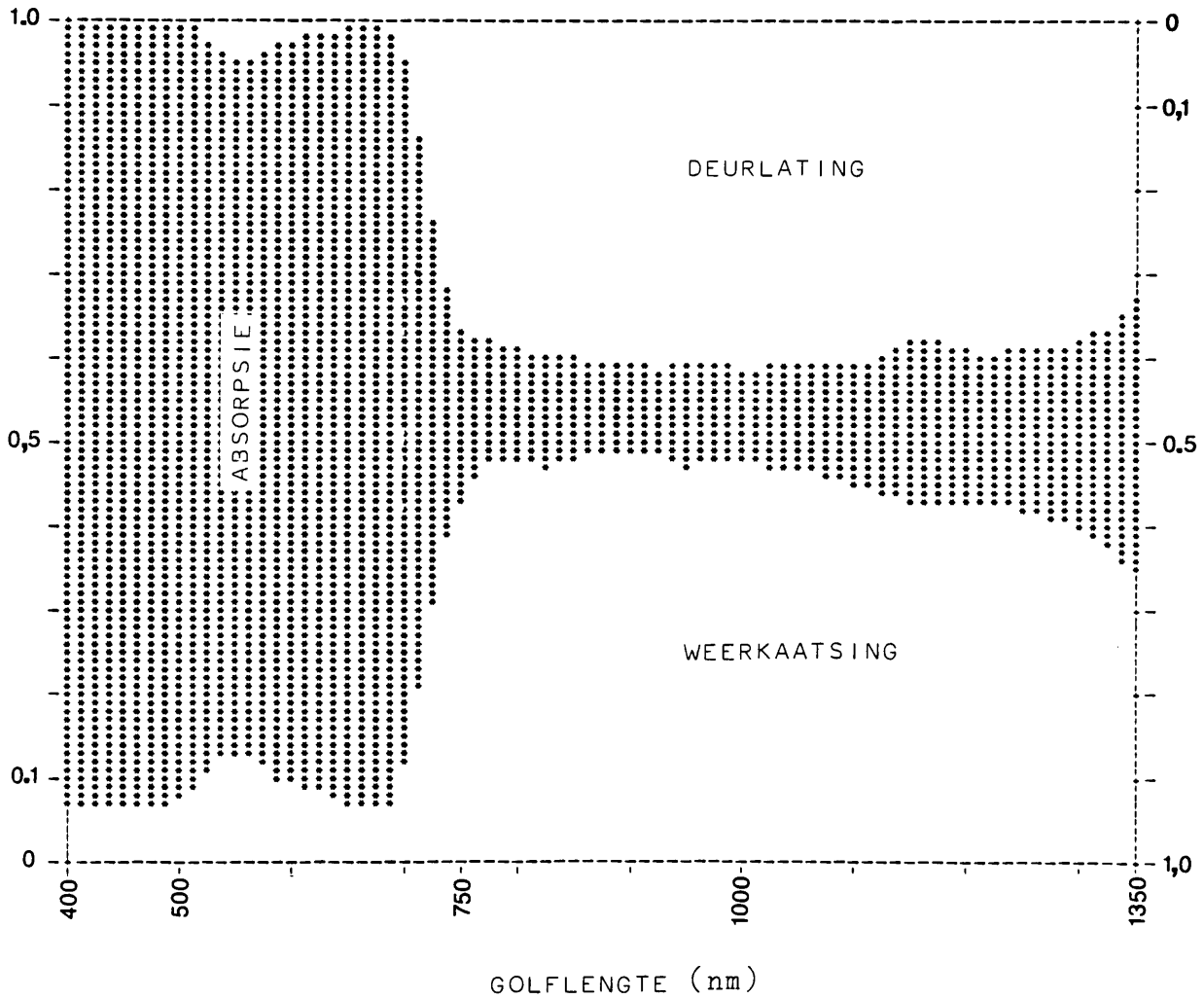
Die waardes wat tot dusver bespreek is, geld vir invallende globale straling op die adaksiale blaaroppervlakke. By *Parinari capensis* en *Bequaertiodendron magalismsontanum* word blare met 'n wit gekleurde abaksiale oppervlak aangetref. Die abaksiale oppervlak van die blaar van *Parinari capensis* het 'n absorptansie wat ongeveer 17 % laer is as dié van die adaksiale oppervlak (Tabel 5.19). Indien die straling op die abaksiale in plaas van op die adaksiale blaaroppervlak sou val, sal die swakker ligabsorbering moontlik 'n belangrike invloed op sekere fisiologiese prosesse uitoefen. Die blare van *P. capensis* is dan ook relatief vertikaal georiënteer, sodat sonstraling wel op die abaksiale kante van die blare kan skyn.

By *B. magalismsontanum* is die absorptansie van die adaksiale kant van die onvolwasse blare ongeveer 13 % laer as dié van die adaksiale oppervlak van volwasse blare (Tabel 5.19). Hierdie afname in absorptansie kan hoofsaaklik aan 'n toename in reflektansie as gevolg van die teenwoordigheid van trigome, toegeskryf word.

Alhoewel daar moontlik 'n groot variasie in absorpsievermoë van die blare van die 26 ondersoekte spesies verwag kon word, is dit tog nie die geval nie. Die eenvormigheid van die



Figuur 5.30 Gemiddelde absorpsievermoë (A) van die blare van 26 houtagtige spesies op die Rooideplaatdam-natuurreservaat, met 'n aanduiding van die standaardafwyking (< A >).



Figuur 5.31 Spektrale eienskappe van die blare van *Maytenus heterophylla*.

Tabel 5.19 Gemiddelde spektrale eienskappe van spesies op die Roodeplaatdam-natuurreservaat, met trigome op die blare of met blare waar die adaksiale en abaksiale kante van die blaar verskillend gekleur is. Die aangepaste gemiddelde spektrale eienskappe is bereken vir 'n globale irradiansie van 996 W.m^{-2} met 'n spektrale irradiansie volgens Eller & Grobbelaar (1982).
 r^* = reflektansie; t^* = transmittansie;
 a^* = absorptansie

Spesies	$r^*(\%)$	$t^*(\%)$	$a^*(\%)$
<i>Parinari capensis</i>			
adaksiale oppervlak	25,6	16,6	57,8
abaksiale oppervlak	35,6	16,4	48,0
<i>Bequaentiodendron magalismontanum</i>			
volwasse blaar			
- adaksiale oppervlak	22,4	15,3	63,3
- abaksiale oppervlak	32,5	15,3	52,2
onvolwasse blaar			
- met hare op die adaksiale oppervlak	29,1	15,7	55,2
- hare van die adaksiale oppervlak verwyder	25,0	17,8	57,2
- abaksiale oppervlak	30,3	17,3	52,4

absorpsievermoë beteken egter nie dat, ten minste vir die infrarooi-straling, die weerkaatsingsvermoë en deurlatingsvermoë van die blare nie heelwat tussen spesies verskil nie.

Eensyds kan mens verwag dat natuurlike seleksie in 'n spesifieke habitat sal neig na eenvormigheid in absorpsievermoë en dat dit op verskillende maniere bewerkstellig kan word, naamlik deur 'n hoë weerkaatsingsvermoë tesame met 'n lae deurlatingsvermoë of omgekeerd. Om egter te aanvaar dat ooreenstemmende groeivorme in dieselfde habitat, dieselfde blaarabsorpsievermoë moet hê, sou egter waarskynlik 'n oorskatting van die ekologiese belang van die spektrale eienskappe van blare verteenwoordig. Blaaroriëntering en graad van blootstelling is belangriker as spektrale eienskappe van blare by die bepaling van die hoeveelheid stralingsenergie wat geabsorbeer word. Dit moet verder in gedagte gehou word dat fisiologiese kenmerke soos afkoeling deur transpirasie of konveksie ook 'n belangrike rol in die energiebegroting speel en onder andere blaartemperatuur bepaal (Smith 1978; Eller & Grobbelaar 1982).

Die afwesigheid van enige betekenisvolle verskille in spektrale eienskappe van die blare van die spesies wat in die bosgroepe en in die ooptes voorkom, dui daarop dat hierdie kenmerke nie belangrik in die bepaling van die verspreiding van hierdie plantspesies is nie.

HOOFSTUK 6

SAMEVATTENDE BESPREKING EN GEVOLGTREKKINGS

Hierdie studie op die Roodeplaatdam-natuurreservaat (RNR) het die klassifisering van die plantegroei, beskrywing van die klimaat, beskrywing en analisering van die fenologiese, morfologiese en fisiologiese veranderlikes, en die korrelering van hierdie veranderlikes met klimaat- en ander omgewingsfaktore, ten doel gehad.

Die RNR lê nie in 'n fisiografies variërende gebied nie, maar geologies is die gebied baie heterogeen. Dit is veral die heterogene geologie wat in die verskeidenheid plantegroei-eenhede wat onderskei is, weerspieël word, naamlik ses plantgemeenskappe, waarvan een in vier en 'n ander in drie variasies onderverdeel is. 'n Totaal van 556 plantspesies is op die landgedeelte van die RNR, 'n oppervlakte van 1 300 ha, geïdentifiseer.

Die plantegroei is deur middel van die Braun-Blanquetmetode op basis van verskille in floristiese samestelling, geklassifiseer. Vir die onderverdeling is van die aan- of afwesigheid van differensiërende spesies gebruik gemaak. Nieteenstaande die feit dat vyf van die ses plantgemeenskappe deur hul eie differensiërende spesies onderskei kan word, en een deur die teenwoordigheid van sekere gemeenskaplike spesies gekenmerk word, is daar wel onderlinge verwantskappe, op grond van die teenwoordigheid van gemeenskaplike spesies, tussen al die gemeenskappe. Die floristiese samestelling van die gemeenskappe wat met hierdie studie onderskei is, stem grootliks ooreen met gemeenskappe wat deur onder andere Theron (1973) en Coetzee (1974) in die Suuragtige Gemengde Bosveld en verwante veldtipes beskryf is. Dit bevestig weer eens dat verwantskappe tussen gemeenskappe wat onder soortgelyke toestande voorkom, bestaan.

Die klimaat van die RNR is sterk seisoenaal en om die studie van die dinamiese interaksie tussen die plant- en omgewings-

veranderlikes moontlik te kon maak, is die verloop van reënval, lugtemperatuur, grondtemperatuur, irradiansie en relatiewe lugvogtigheid oor drie jaar bepaal. Onder natuurlike toestande word plante deur alle omgewingsveranderlikes gesamentlik en aaneenlopend beïnvloed. Wat ook in gedagte gehou moet word, is dat die reaksie van 'n plant op 'n veranderende omgewingsfaktor gewoonlik nie lineêr is nie; dat die sigbare reaksie van 'n plant op veranderinge in 'n omgewingsfaktor meesal met 'n sloerfase gepaard gaan; en dat verskillende plantorgane en fases in die lewensiklus van 'n plant verskillend op die invloed van 'n sekere omgewingsfaktor reageer.

Volgens Borchert (1980) was studies van die korrelasie tussen die fenologie van boomspesies en omgewingsfaktore in immergroen woude tot dusver relatief onsuksesvol. Daar is verder ook min ekofisiologiese studies van die oorsaaklike verhoudings tussen klimaat en boomontwikkeling op tropiese bladwisselende spesies uitgevoer. Die gebrek aan korrelasies tussen veranderinge in klimaatsfaktore en sekere fenofases by boomspesies, kan moontlik verklaar word deurdat die gedrag van bome as groot komplekse en langlewende sisteme bepaal word deur die interaksie tussen endogene beheer en omgewingsinvloede. Volgens Borchert (1980) kan groeiperiodisiteit by tropiese boomspesies primêr aan endogene periodiese prosesse en sekondêr aan aanpassings by veranderinge in omgewingsfaktore toegeskryf word.

Soos uit die huidige studie op die RNR ook na vore gekom het, is dit moeilik om die verband tussen die fenologie van die ondersoekte boomspesies en klimaatsveranderlikes te vind. Om moontlik 'n beter idee van hierdie interaksies te kry, moet waarnemings meer dikwels gedoen word, byvoorbeeld met intervalle van 'n week of selfs korter, gedurende periodes van betekenisvolle verandering in die omgewingsfaktore en/of boomontwikkeling. Dit is meesal moontlik om aaneenlopende rekords van die verandering in omgewingsfaktore te verkry. Daar moet ook eerder op enkele spesies in plaas van 'n groot aantal gekonsentreer word. Tydperke wat byvoorbeeld van belang kan wees, is die maand of drie wat die eerste sigbare

tekens van groei en/of blom in die lente by die boomspesies voorafgaan; die tydperk van die aanvang van blaarontploffing in die lente tot die blare volwasse is; die tydperk vanaf groei 'n aanvang neem tot die blomfase bereik word; en die tydperk waar blaarverkleuring en/of blaarval geïnisieer word. Indien die klem meer op die invloed van seisoenale veranderings in klimaatsfaktore op die fenologie van plantspesies lê, is dit noodsaaklik dat gegewens op 'n langtermynbasis van selfs tien jaar en langer ingesamel word.

Die seisoenale wisseling in die klimaat van die RNR blyk 'n sterk invloed op die periodisiteit van die meeste boomspesies van die gebied uit te oefen. Alhoewel die moontlikheid van endogene ritmes by die ondersoekte spesies ook bestaan, was die benadering op die interaksie tussen fenologiese en klimaatsveranderlikes gerig. Uit die resultate en bespreking (Hoofstuk 4), is dit duidelik dat, in volgorde van belangrikheid, lugtemperatuur, daglengte en reënval die grootste variasie in die klimaat teweegbring. Groei by plante blyk dan ook voor te kom wanneer daar 'n styging in onder andere temperatuur, gepaard met 'n toename in daglengte, bo sekere drumpelwaardes, voorkom. Hierdie bevindinge ondersteun die bevindinge van onder andere Caldwell (1969) en Flint (1974) dat veranderinge in temperatuur, eerder as fotoperiode, een van die omgewingsfaktore is wat groei en voortplanting inisieer.

'n Toename in reënval lewer wel 'n positiewe bydrae tot groei en voortplanting, maar blyk nie 'n oorsaaklike faktor te wees nie. Die aanvang van groei word met ander woorde nie deur reën geïnisieer alvorens die temperatuur en daglengte sekere drumpelwaardes oorskry het nie — reën het wel na groei-inisiering 'n bevorderende invloed op groei. Dit is veral in Oktober en November dat die invloed van reënval klaarblyklik deur uiterste hoë temperature en lae lugvogtigheid onderdruk word. Hierdie toestande het by *Berchemia zeyheri* 'n nadelige invloed op blom- en vrugvorming gehad. Bogenoemde gevolgtrekkings is hoofsaaklik op 'n bladwisselende spesie soos *B. zeyheri* van toepassing. In die geval van 'n immergroen spesie soos *Olea europaea* subsp. *africana*, wat nie noodwendig vroeg in die lente aktief begin groei nie, blyk daar 'n relatief duidelike verband tussen groei en reënval te wees. Alhoewel

veranderinge in temperatuur en daglengte van die belangrikste omgewingsfaktore is wat 'n rol by blom- en vrugvorming speel, is reënval dus net so noodsaaklik. Volgens Opler *et al.* (1976) speel reënval veral 'n rol by spesies waar meer as een blomfases in 'n enkele reënseisoen voorkom. Op die RNR het onder andere *Acacia karroo* hierdie blompatroon gevolg.

Aan die einde van die groeiseisoen (herfs) gaan blaarval by *B. zeyheri* met 'n afname in temperatuur, daglengte en reënval gepaard. Die begin van die rusperiode by boomspesies word deur onder andere Anderson (1974) en Larcher (1980) aan 'n afname in fotoperiode eerder as temperatuur toegeskryf, terwyl 'n gebrek aan reënval ook 'n belangrike rol speel (Borchert 1980). Blaarval by *Olea europaea* subsp. *africana*, daarenteen, kom by relatief gunstige klimaatstoestande voor (somer), en blaarval blyk eerder aan 'n endogene faktor toegeskryf te word.

Borchert (1980) het onder andere by *Erythrina poeppigiana* gevind dat die vegetatiewe groei en voortplanting hoofsaaklik onder endogene beheer is, maar dat dit sekondêr aangepas is by die klimaatsperiodisiteit van die spesie se habitat.

Samevattend word groei by houtagtige plantspesies op die RNR hoofsaaklik deur die seisoenale wisseling in die gesamentlike klimaatsveranderlikes beïnvloed. Daar is nie soseer veranderlikes wat individueel 'n oorsaaklike invloed op die plantegroei uitoefen nie. 'n Volgorde van belangrikheid wat die invloed van omgewingsfaktore op die aanvang van groei betref, is wel in die vroeë groeiseisoen (lente) waarneembaar.

Dit is belangrik dat die fenologiese studie, wat in die veld uitgevoer is, as basis moet dien vir die beplanning van laboratoriumeksperimente waarin onder gekontroleerde toestande na invloed van individuele faktore soos onder andere fotoperiode, temperatuur, waterspanning en irradiënsie, op groei en voortplanting van houtagtige spesies, gekyk word.

Tydens die fenomorfologiese ondersoek van 'n aantal houtagtige spesies is aspekte soos onder andere groeivorm, stingeltipe, blaarlewenduur en blomperiode gebruik om op 'n kwantitatiewe

basis die onderskeie spesies te beskryf. In die beskrywing van die spesies is onder andere twee tipes stingels, naamlik doligoblaste en bragiblaste onderskei. By al die spesies word doligoblaste aangetref, terwyl daar enkele spesies is waarop doligoblaste én bragiblaste voorkom. Die feit dat bragiblaste by sommige spesies voorkom, blyk slegs van morfologiese belang te wees, aangesien daar nie verskille in die verspreiding van die spesies in die twee groepe, byvoorbeeld binne of buite bosgroepe, gevind kan word nie. Die reaksie van die onderskeie spesies van die twee groepe op omgewingsfaktore blyk ook nie noemenswaardig te verskil nie.

Met die kwalitatiewe skatting van die fenologiese veranderlikes is dit relatief moeilik om aspekte soos stingelgroeiempo, blaarontplooingstempo en blaarvalstadium korrek te interpreteer. Deur stingels op die spesies permanent te merk en elke plantonderdeel oor tyd te bestudeer, kon waar nodig, aanpassings aan bogenoemde skattings aangebring word. Die verloop van die verskillende fenofases is met ander woorde gekwantifiseer deur na aspekte soos byvoorbeeld stingelgroei en blaarval te kyk.

Na aanleiding van die studie oor die blaarlewensduur het dit geblyk dat die gebruik van die terme bladwisselend en immergroen verwarrend kan wees. Dis omrede bladwisseling by immergroen spesies feitlik ook deurgaans voorkom. 'n Immergroen spesie kan egter onderskei word indien die lewensduur van die meeste blare langer as 12 maande is en die spesies dus oor 'n periode van 'n jaar dus altyd relatief vol in blaar vertoon.

Wat die gebruik van hitte-eenhede by meerjarige houtagtige spesies onder natuurlike toestande betref, blyk dit nie 'n nuttige toepassingswaarde te hê nie. Dit kan waarskynlik daaraan toegeskryf word dat die voorkoms van intraspesifieke genetiese variasie en endogene ritmes asook die invloed van klimaatsfaktore, groot variasies in die blomgedrag van hierdie spesies kan veroorsaak.

Met 'n fenologiese studie is dit belangrik om nie net waarne- mings oor die sigbare morfologiese veranderinge te doen nie.

Daar moet ook na die interne prosesse soos onder andere fotosintese en transpirasie gekyk word en veral hoe hierdie fisiologiese prosesse met die eksterne fenologiese veranderlikes en/of omgewingsveranderlikes in verband gebring kan word. Om die beste resultate, wat die verband tussen die verloop van die fisiologiese prosesse en omgewingsveranderlikes by plante betref, te verkry, moet gegewens aaneenlopend, of so na moontlik daaraan, ingesamel word. Die monitering van die daaglikse verloop van die onderskeie faktore het relatief goeie resultate gelewer. In die geval van die seisoenale verloop van die faktore is dit egter ook, net soos in die geval van die fenologiese veranderlikes belangrik om die intervalle tussen waarnemings so kort as moontlik te hou.

In 'n studie van die daaglikse verloop van 'n aantal plant- en omgewingsveranderlikes is dit by *Berchemia zeyheri* duidelik dat, in volgorde van belangrikheid, veranderinge in die fotosintetiese aktiewe straling (FAS), windspoed en die grondtemperatuur op 300 mm diepte in die bosgroep, die fotosintesetempo, transpirasietempo en diffusieweerstand die meeste beïnvloed het. Die feit dat die fotosintesetempo 'n sterk verband met veranderinge in ligintensiteit toon, is deur onder andere Lange *et al.* (1970) en Pearson (1979) aangetoon. By *Olea europaea* subsp. *africana* het veranderinge in die lug- en grondtemperatuur egter die belangrikste invloed op die fotosintesetempo, diffusieweerstand en blaartemperatuur uitgeoefen. Die FAS het wel 'n belangrike invloed op die transpirasietempo getoon.

Larcher (1969a) het met die olyf (*Olea europaea*) gevind dat die drumpeltemperatuur vir fotosintese -8°C is, die optimum temperatuur in die somer 18°C en die boonste grenstemperatuur 48°C is. Tydens die huidige studie met *Olea europaea* subsp. *africana* is 'n drumpeltemperatuur van 5°C , 'n optimum temperatuur van 22°C en 'n boonste grenstemperatuur van 34°C gevind. Die temperatuuramplitude van die olyf (*Olea europaea*) is dus baie groter as wat vir *Olea europaea* subsp. *africana* onder natuurlike toestande gevind is. Weens 'n gebrek aan sulke lae en/of hoë temperature in die veld tydens die studieperiode, mag dit wees dat *Olea europaea* subsp. *africana*

'n wyer temperatuuramplitude vir fotosintese besit as wat gevind is. In so 'n geval moet hierdie spesie, en ook ander ondersoekte spesies, onder laboratoriumtoestande aan wye temperatuurreekse blootgestel word vir die bepaling van die temperatuuramplitude waarby die fotosintese- en transpirasieprosesse voorkom.

Volgens Lange *et al.* (1970); Etherington (1975); Hinckley *et al.* (1979); Kramer & Kozlowski (1979); Pearson (1979) en Sutcliffe (1979) word 'n middaginsinking in die fotosintese-tempo by hul ondersoekte spesies veral direk en indirek aan blaartemperature bo ongeveer 25°C, lugtemperature bo veral 30°C, waterspanning in die blaar en aan 'n grondwatergebrek, toegeskryf. Tydens die huidige studie het dit geblyk dat 'n insinking in die daaglikse verloop van die fotosintesetempo by *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* voorkom sodra die blaartemperatuur en FAS bo onderskeidelik 28°C en 1 800 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ styg.

Die seisoenale verloop van die fotosintese- en transpirasietempo by *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* blyk nie 'n verband met FAS te toon nie, terwyl lug- en blaartemperature bo 28°C en relatief lae en hoë reënval wel skynbaar 'n invloed daarop uitoefen.

Daar is feitlik geen verband tussen die seisoenale verloop van die fotosintesetempo en chlorofilkonsentrasie by beide ondersoekte spesies gevind nie. Wat die seisoenale verloop van die transpirasietempo en blaarwatergehalte betref, is veral by *B. zeyheri* soms 'n sterk positiewe verband gevind. Dit is dus belangrik om saam met die bepaling van die transpirasietempo ook die blaarwaterpotensiaal vas te stel. Dit is egter nie tydens die huidige studie gedoen nie, weens 'n gebrek aan onder andere apparatuur.

Die hoeveelheid geabsorbeerde sonstraling is 'n belangrike faktor in die energiebalans van blare en hang hoofsaaklik van die spektrale eienskappe van die blare af. In 'n ondersoek van die spektrale eienskappe van die blare van 'n verskeidenheid houtagtige spesies is geen betekenisvolle verskille in

die absorpsievermoë van die blare van die spesies gevind nie, wat daarop dui dat die spektrale eienskappe van die blare nie belangrik is om die aanwesigheid van hierdie spesies binne of buite die bosgroepe te bepaal nie.

HOOFSTUK 7

OPSOMMING'N FENOLOGIESE STUDIE VAN DIE PLANTEGROEI VAN DIE
ROODEPLAATDAM-NATUURRESERVAAT

deur

NOEL VAN ROOYEN

Promotor: Prof. dr. G.K. Theron

Mede-promotor: Prof. dr. N. Grobbelaar

DEPARTEMENT PLANTKUNDE
UNIVERSITEIT VAN PRETORIA

DOCTOR SCIENTIAE

Hierdie studie op die Roodeplaatdam-natuurreservaat (RNR) het die klassifisering van die plantegroei en die analisering van die interaksie tussen plant- en omgewingsveranderlikes ten doel gehad.

Die klimaat van die RNR is seisoenaal met warm semi-vogtige somers en koue dröë winters. Die gemiddelde jaarlikse reënval en temperatuur is onderskeidelik 650,1 mm en 18,2°C, terwyl die temperatuuruiterses van -6,7°C in Junie tot 42,3°C in Oktober wissel.

Die plantegroei is deur middel van die Braun-Blanquetmetode in ses plantgemeenskappe op basis van hul floristiese samestelling geklassifiseer. In totaal is 'n verdere sewe variasies onderskei.

Die fenologie van 'n aantal fanerofiete, chamefiete en hemikriptofiete is oor 'n drie jaar periode ondersoek en daar is gevind dat sekere fanerofiete reeds in die tweede helfte van Julie aktiwiteit begin vertoon. Die meeste ander spesies begin eers in September groei en/of blom, terwyl die blomfase van 'n aantal spesies eers in die laat somer of winter 'n aanvang neem.

Groei-aktiwiteite by houtagtige spesies kom waarskynlik voor wanneer daar 'n styging in onder andere lugtemperatuur bo sekere drumpelwaardes, gepaardgaande met 'n toename in daglengte, voorkom. Reënval speel slegs 'n rol by groei en voortplanting nadat die lugtemperatuur en daglengte sekere drumpelwaardes oorskry het.

In 'n fenomorfolgiese beskrywing van 'n aantal houtagtige spesies is onder andere na die voorkoms van doligoblaste en bragiblaste verwys. Die blaarlewensduur is gebruik om tussen bladwisselende en immergroen spesies te onderskei.

Die fotosintese tempo, transpirasie tempo, diffusieweerstand, chlorofilkonsentrasie, blaarwatergehalte en blaaroppervlakte van 'n aantal houtagtige spesies is op 'n daaglikse en/of seisoenale basis ondersoek. Die onderlinge verband asook die verband met klimaatsfaktore is nagegaan. Die drumpelwaardes, optimum waardes en boonste grenswaardes van omgewingsfaktore vir die fotosintese- en transpirasie tempo van *Berchemia zeyheri* en *Olea europaea* subsp. *africana* is vasgestel. In die geval van *B. zeyheri* oefen die fotosintetiese aktiewe straling (FAS) en windspoed die grootste invloed op die fotosintese- en transpirasie tempo uit.

Die seisoenale verloop van die fotosintese- en transpirasie tempo by *B. zeyheri* en *O. europaea* subsp. *africana* blyk nie 'n verband met FAS te toon nie, terwyl relatief lae of hoë reënval en relatief hoë lug- en blaartemperature skynbaar wel 'n invloed daarop uitoefen.

Die gebruik van hitte-eenhede by meerjarige houtagtige spesies blyk nie 'n nuttige toepassingswaarde te hê nie.

Daar is feitlik geen verband tussen die seisoenale verloop van die fotosintese tempo en chlorofilkonsentrasie by *B. zeyheri* en *O. europaea* subsp. *africana* nie. Daar bestaan verder soms 'n sterk positiewe verband tussen die seisoenale verloop van die transpirasie tempo en blaarwatergehalte by veral *B. zeyheri*.

In 'n ondersoek van die spektrale eienskappe van die blare van

'n verskeidenheid houtagtige spesies is geen betekenisvolle verskille in die absorpsievermoë van die blare van die spesies gevind nie, wat daarop dui dat die spektrale eienskappe van die blare nie belangrik in die verspreiding van hierdie spesies is nie.

SUMMARYA PHENOLOGICAL STUDY OF THE VEGETATION OF THE
ROODEPLAAT DAM NATURE RESERVE

by

NOEL VAN ROOYEN

Supervisor : Prof. dr. G.K. Theron
Co-supervisor: Prof. dr. N. GrobbelaarDEPARTMENT OF BOTANY
UNIVERSITY OF PRETORIA

DOCTOR SCIENTIAE

The objective of this study, conducted in the Roodeplaat Dam Nature Reserve (RDNR), was the classification of the vegetation and the analysis of the interaction between plant and environmental variables.

The climate of the RDNR is seasonal, characterised by warm semi-humid summers and cold, dry winters. The mean annual rainfall and temperature are 650,1 mm and 18,2^oC respectively.

The vegetation was classified by means of the Braun-Blanquet method into six plant communities on the basis of their floristical composition. An additional seven variations were identified.

The phenology of a number of phanerophytes, chamaephytes and hemicryptophytes was studied over a three year period and it was found that certain phanerophytes exhibited activity as early as the second half of July. Most other species commence growing or flowering only in September, whilst the flowering phase of a number of species commences only in late summer or early winter. Growth activity in woody species evidently takes place when the air temperature exceeds a certain threshold,

in conjunction with an increase in photoperiod. Growth and reproduction are affected by rain only after certain threshold levels of air temperature and photoperiod have been exceeded.

The phenomorphological description of a number of woody species was detailed with reference to, amongst others, the presence of dolichoblasts and brachyblasts. The life-span of the leaves was used to differentiate between deciduous and evergreen species.

The rates of photosynthesis and transpiration as well as leaf diffusion resistance, chlorophyll concentration, leaf water content and leaf area of a number of woody species was studied on a daily or seasonal basis. The mutual dependence as well as the relationship with climatic conditions was investigated. The threshold levels, optimum values and maximum limits of environmental factors as related to the rates of photosynthesis and transpiration of *Berchemia zeyheri* and *Olea europaea* subsp. *africana* was established. The daily variation in the rates of photosynthesis and transpiration are influenced predominantly in the case of *B. zeyheri* by photosynthetically active radiation and wind speed.

The seasonal variation in the rates of photosynthesis and transpiration of *B. zeyheri* and *Olea europaea* subsp. *africana* appears to be independent of photosynthetically active radiation whilst relatively low or high rainfall and relatively high air and leaf temperature appear to be influential.

There appears to be no useful application of heat units in the study of woody species.

There is virtually no relationship between seasonal variation in the rate of photosynthesis and chlorophyll concentration in *B. zeyheri* and *O. europaea* subsp. *africana*. In addition there is a strong positive relationship between seasonal change in the rate of transpiration and leaf water content in particularly the case of *B. zeyheri*.

In an investigation of the spectral properties of the leaves of a diversity of woody species no meaningful variation in the absorptivity of the leaves was found which indicates that the spectral properties of leaves is not important in respect of the distribution of these species.

HOOFSTUK 8

DANKBETUIGINGS

Langs hierdie weg wil ek graag my dank teenoor die volgende persone en instansies uitspreek:

Gretel, wat as onder andere navorsingsassistent, kritikus, tikster, proefleser, huisvrou, vredemaker, teemaker en moeder, die voltooiing van hierdie projek moontlik gemaak het.

Die Afdeling Natuurbewaring van die Transvaalse Provinsiale Administrasie vir hul hulpverlening en die geleertheid wat my gegun is om op die Rooodeplaatsdam-natuurreservaat te kon werk.

Die Universiteit van Pretoria en die WNNR vir finansiële ondersteuning en beskikbaarstelling van navorsingsfasiliteite.

Prof. dr. G.K. Theron en prof. dr. N. Grobbelaar, onderskeidelik as promotor en mede-promotor, vir die bydrae wat hulle tot hierdie projek gelewer het.

Prof. dr. H.T. Groeneveld van die Departement Statistiek, dr. M. van der Linde en mev. S. Erasmus van die Rekenaarsentrum vir hul bydrae tot die verwerking van die data.

My skoonouers, ouers en ander familie vir hul hulp en belangstelling gedurende die studiejare.

Die personeel van die H.G.W.J. Schweickerdt-Herbarium van die Universiteit van Pretoria en die Nasionale Herbarium, Pretoria vir die plantidentifisering.

Dr. B.M. Eller vir sy groot bydrae met die bepaling van die spektrale eienskappe van die blare van 'n verskeidenheid plantspesies.

Aan almal wat op een of ander stadium, direk of indirek, gehelp het om omstandighede vir my te vergemaklik. Hier verwys ek veral na die mede-personeel van die Departement Plantkunde, wat baie vir my ingestaan het om my werksdruk te verlig.

CURRICULUM VITAE

Noel van Rooyen is op 25 Desember 1950 te Nongoma in Natal gebore. Nadat hy by verskillende laerskole ingeskryf was, het hy aan die Hoër Landbouskool Merensky en die Pietersburgse Hoërskool onderrig ontvang. Hy slaag matriek in 1968 in die eersteklas met 'n onderskeiding in Biologie.

Gedurende 1969 ondergaan hy militêre opleiding in die Lugmag en kwalifiseer as radaroperateur. In 1970 registreer hy as student aan die Universiteit van Pretoria en aan die einde van 1973 word die B.Sc.(Agric.)-graad met Plantkunde en Entomologie as hoofvakke, aan hom toegeken.

Na 'n jaar diens as Vakkundige beampte (Entomologie) in die destydse Departement Landbou-Tegniese Dienste op Groblersdal skryf hy in 1975 vir die B.Sc. Hons-graad in Plantkunde aan die Universiteit van Pretoria in. Hy verwerf genoemde graad met lof aan die einde van 1975 waarna hy in 1978 aan dieselfde universiteit die M.Sc.-graad (Plantkunde) met lof verwerf vir die verhandeling getiteld; "'n Ekologiese studie van die plantgemeenskappe van die Punda Milia-Pafuri-Wambiyagebied in die Nasionale Krugerwildtuin".

Gedurende 1977 en 1978 was hy onderskeidelik as Junior Lektor en tydelik-voltydse lektor in die Departement Plantkunde aan die Universiteit van Pretoria werksaam en bekleed sedert 1979 die pos van permanent-voltydse lektor.

Hy was reeds leier van twee M.Sc.-studente in plantkunde en is tans mede-leier van twee M.Sc.-studente in Natuurlewebestuur.

Hy is tans Vise-President van die Suid-Afrikaanse Biologiese Vereniging, en is geregistreer as Natuurwetenskaplike by die Suid-Afrikaanse Raad vir Natuurwetenskaplikes, is volle lid van die Suid-Afrikaanse Genootskap van Plantkundiges, en lid van die Weidingsvereniging van Suidelike Afrika, die Suid-Afrikaanse Instituut vir Ekoloë, die Natuurlewevereniging van Suidelike Afrika en die Rapportryerskorps van die Universiteit van Pretoria.

Sedert 1978 het hy reeds 17 publikasies die lig laat sien en was by die lewering van 21 wetenskaplike referate betrokke.

Hy is in 1978 met Margaretha Wilhelmine Rösch getroud en twee seuns is uit die huwelik gebore.

HOOFSTUK 9

PLANTSPESIELYS

Hierdie spesielys dien eerstens as 'n permanente rekord van die verskillende plantspesies wat in hierdie bewaringsgebied voorkom en tweedens as verwysing na die outeursname van die spesies soos geldig vir 1981 (Van Rooyen 1983a).

Die plantspesies, wat hoofsaaklik in die landgedeelte van die reservaat gedurende 1980 versamel is, is deur die personeel van die Nasionale Herbarium geïdentifiseer en benaam. Die eksemplare is in die Nasionale Herbarium, Navorsingsinstituut vir Plantkunde, Privaatsak X101, PRETORIA 0001, en die H.G.W.J. Schweickerdt-Herbarium van die Universiteit van Pretoria ter insae.

Die Pteridophyta is volgens die klassifikasiestelsel van Schelpe (1969) in families en genusse gerangskik, terwyl die Angiospermae volgens die klassifikasiestelsel van Dyer (1975; 1976) soos gebaseer op De Dalla Torre & Harms (1958) gerangskik is. In die geval van die Poaceae is die genusnommer wat in die spesielys verskyn op die sisteem van Hubbard gebaseer, terwyl die genusnommers binne alle ander families op De Dalla Torre & Harms (Dyer 1975; 1976) gebaseer is (Tabel 9.2).

Die plantspesies word alfabeties onder die genusse gerangskik en na die naam van elke spesie volg die outeursname en dan die eksemplaarversamelnommer.

Daar is 556 plantsoorte in die reservaat aangetref, en hierdie soorte verteenwoordig 322 genusse en 89 families (Tabel 9.1). 'n Analise van die spesielys toon aan dat twee families (2,27 % van die totale getal families) aan die Pteridophyta, 10 (11,36 %) aan die Monocotyledones en 77 (86,52 %) aan die Dicotyledones behoort. Die Pteridophyta word deur vier (0,72 % van die totale getal spesies), die Monocotyledones deur 169 (30,40 %) en die Dicotyledones deur 383 (68,88 %)

spesies verteenwoordig. In 13 (14,77 %) van die families kom daar 11 en meer ($\approx > 2$ % van die totale getal) spesies op die reservaat voor (Tabel 9.1). Daar is 11 genusse waarin meer as vyf spesies voorkom (> 1 % van die totale getal spesies) naamlik *Digitaria*, *Setaria*, *Aristida*, *Eragrostis*, *Cyperus*, *Commelina*, *Rhus*, *Asclepias*, *Ipomoea*, *Helichrysum* en *Senecio*.

Geen nuwe soorte of rekords is versamel nie en slegs een spesie wat reeds versamel is, maar nog nie beskryf is nie, naamlik *Crabbea* sp. nov. (L.E. Codd 2600) is aangeteken.

Die uitheemse genusse is in die lys met 'n^a aangedui (Tabel 9.2).

Tabel 9.1 Die getal genusse en spesies binne die plantfamilies wat op die Roodeplaatdam-natuurreservaat aangetref word

	Getal genusse	Spesies		Getal genusse	Spesies
PTERIDOPHYTA			Meliaceae	1	1
Selaginellaceae	1	1	Malpighiaceae	2	3
Adiantaceae	2	3	Polygalaceae	1	2
			Dichapetalaceae	1	1
ANGIOSPERMAE			Euphorbiaceae	6	12
Monocotyledones			Anacardiaceae	3	10
Typhaceae	1	1	Celastraceae	2	3
Poaceae	45	94	Sapindaceae	1	1
Cyperaceae	8	21	Rhamnaceae	3	4
Commelinaceae	2	8	Vitaceae	2	3
Liliaceae	15	31	Tiliaceae	3	5
Amaryllidaceae	3	3	Malvaceae	4	11
Hypoxidaceae	1	4	Sterculiaceae	4	6
Velloziaceae	1	1	Ochnaceae	1	1
Iridaceae	4	4	Clusiaceae	1	1
Orchidaceae	2	2	Elatinaceae	1	1
			Flacourtiaceae	2	2
Dicotyledones			Passifloraceae	1	1
Ulmaceae	1	1	Cactaceae	1	1
Moraceae	1	1	Thymelaeaceae	1	3
Urticaceae	1	1	Combretaceae	1	3
Proteaceae	2	2	Onagraceae	1	3
Loranthaceae	2	4	Araliaceae	1	1
Santalaceae	2	4	Umbelliferae	1	1
Olacaceae	1	1	Plumbaginaceae	1	1
Polygonaceae	2	2	Sapotaceae	1	1
Chenopodiaceae	1	3	Ebenaceae	2	3
Amaranthaceae	10	12	Oleaceae	4	4
Phytolaccaceae	1	1	Loganiaceae	1	1
Nyctaginaceae	1	1	Gentianaceae	1	3
Aizoaceae	2	3	Apocynaceae	2	2
Mesembryanthemaceae	1	2	Periplocaceae	2	3
Portulacaceae	2	3	Asclepiadaceae	8	15
Caryophyllaceae	3	3	Convolvulaceae	7	13
Ranunculaceae	2	2	Boraginaceae	4	4
Papaveraceae	1	1	Verbenaceae	5	11
Brassicaceae	1	1	Lamiaceae	6	7
Capparaceae	3	5	Solanaceae	3	9
Crassulaceae	3	6	Scrophulariaceae	6	8
Vahliaceae	1	1	Pedaliaceae	2	2
Pittosporaceae	1	1	Acanthaceae	9	17
Rosaceae	2	2	Plantaginaceae	1	1
Leguminosae			Rubiaceae	14	16
Mimosoideae	3	8	Dipsacaceae	2	2
Caesalpinioideae	2	5	Cucurbitaceae	4	6
Papilionoideae	18	34	Campanulaceae	1	2
Geraniaceae	2	3	Lobeliaceae	1	1
Oxalidaceae	1	2	Asteraceae	30	54
Zygophyllaceae	1	1			
Rutaceae	1	1			
			Totaal	322	556

Tabel 9.2 'n Voorlopige plantspesielys van die Roodeplaatdam-natuurreservaat

	Versamel= nommer		Versamel= nommer
PTERIDOPHYTA			
Selaginellaceae			
<i>Selaginella</i> Beauv.		K 81 <i>Diheteropogon</i> Stapf	
<i>S. dregei</i> (Presl) Hieron	3557	<i>D. amplexans</i> (Nees) Clayton	2249
Adiantaceae			
<i>Cheilanthes</i> Swartz		K 83 <i>Themeda</i> Forssk.	
<i>C. hinta</i> Swartz	2588	<i>T. triandra</i> Forssk.	1978
<i>Pellaea</i> Link		K 89 <i>Digitaria</i> Haller	
<i>P. calomelanos</i> (Swartz) Link	1904	<i>D. argyrograpta</i> (Nees) Stapf	2300
<i>P. viridis</i> (Forssk.) Prantl var.		<i>D. eriantha</i> Steud. subsp.	
<i>involuta</i> (Swartz) Schelpe	2938	<i>eriantha</i>	3446
		<i>D. eriantha</i> Steud. subsp.	
		<i>pentzii</i> (Stent) Kok	2513
		<i>D. eriantha</i> Steud. subsp.	
		<i>stolonifera</i> (Stapf) Kok	3100
		<i>D. eriantha</i> Steud. subsp.	
		<i>transvaalensis</i> Kok	2525
		<i>D. longiflora</i> (Retz.) Pers.	2797
		<i>D. monodactyla</i> (Nees) Stapf	2796
		<i>D. tricholaenoides</i> Stapf	2133
ANGIOSPERMAE			
MONOCOTYLEDONES			
Typhaceae			
49 <i>Typha</i> L.		K 94 <i>Alloteropsis</i> J.S. Presl ex	
<i>T. capensis</i> (Rohrb.) N.E. Br.	3554	K.B. Presl	
		<i>A. semialata</i> (R. Br.) Hitchc.	2282
Poaceae			
K 17 <i>Urelytrum</i> Hack.		K 104 <i>Brachiana</i> Griseb.	
<i>U. squarrosum</i> Hack.	2132	<i>B. brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.)	
K 28 <i>Elionurus</i> Kunth ex Willd.		Stapf	2693
<i>E. muticus</i> (Spreng.) Kunth	1990	<i>B. serrata</i> (Thunb.) Stapf	1976
K 37 <i>Imperata</i> Cyr.		K 107 <i>Paspalum</i> L.	
<i>I. cylindrica</i> (L.) Beauv.	2318	<i>P. dilatatum</i> Poir.	2694
K 63 <i>Bothriochloa</i> Kuntze		K 110 <i>Urochloa</i> Beauv.	
<i>B. glabra</i> (Roxb.) A. Camus	2307	<i>U. panicoides</i> Beauv.	2699
<i>B. insculpta</i> (Hochst. ex A. Rich.)		K 112 <i>Echinochloa</i> Beauv.	
A. Camus	2610	<i>E. holubii</i> (Stapf) Stapf	2698
K 68 <i>Schizachyrium</i> Nees		K 116 <i>Panicum</i> L.	
<i>S. sanguineum</i> (Retz.) Alston	2675	<i>P. colonatum</i> L.	2701
K 71 <i>Andropogon</i> L.		<i>P. maximum</i> Jacq.	2519
<i>A. eucomus</i> Nees	2600	<i>P. natalensis</i> Hochst.	2549
<i>A. schinzii</i> Hack.	2528	K 128 <i>Setaria</i> Beauv.	
<i>A. schinensis</i> Hochst. ex A. Rich.		<i>S. flabellata</i> Stapf	1975
var. <i>angustifolia</i> Stapf	3477	<i>S. lindenberghiana</i> (Nees) Stapf	2673
K 72 <i>Cymbopogon</i> Spreng.		<i>S. nigrirostris</i> (Nees) Dur. &	
<i>C. excavatus</i> (Hochst.) Stapf ex		Schinz	2709
Burt Davy	2227	<i>S. perennis</i> Hack.	3535
<i>C. plurinodis</i> (Stapf) Stapf ex		<i>S. sphacelata</i> (Schumach.) Moss	2706
Burt Davy	2677	<i>S. verticillata</i> (L.) Beauv.	2923
<i>C. prolixus</i> (Stapf) Phill.	2680	K 132a <i>Rhynchelytrum</i> Nees	
K 73 <i>Hyparrhenia</i> Anderss. ex Fourn.		<i>R. repens</i> (Willd.) C.E. Hubb.	2137
<i>H. anamesa</i> Clayton	2959	<i>R. nerviglume</i> (Franch.) Chiov.	1984
<i>H. dregeana</i> (Nees) Stapf ex Stent	2304	K 133 <i>Tricholaena</i> Schrad.	
<i>H. filipendula</i> (Hochst.) Stapf var.		<i>T. monachne</i> (Trin.) Stapf & C.E. Hubb.	2700
<i>pilosa</i> (Hochst.) Stapf	1979	K 138 <i>Anthepona</i> Schreb.	
<i>H. hinta</i> (L.) Stapf	2281	<i>A. pubescens</i> Nees	2250
<i>H. nudis</i> Stapf	2688	K 159 <i>Leersia</i> Swartz	
K 73a <i>Hypentelia</i> Clayton		<i>L. hexandra</i> Swartz	2310
<i>H. dissoluta</i> (Nees ex Steud.)		K 160 <i>Eriharta</i> Thunb.	
Clayton	2251	<i>E. erecta</i> Lam.	2674
K 78 <i>Trachypogon</i> Nees		K 174 <i>Tristachya</i> Nees	
<i>T. spicatus</i> (L.f.) Kuntze	2889	<i>T. biseriata</i> Stapf	2066
K 80 <i>Heteropogon</i> Pers.		<i>T. rehmannii</i> Hack.	2280
<i>H. contortus</i> (L.) Beauv. ex Roem.	2164	K 175a <i>Loudetia</i> Hochst. ex Steud.	
& Schult.		<i>L. flavida</i> (Stapf) C.E. Hubb.	2163
		<i>L. simplex</i> (Nees) C.E. Hubb.	2642
		K 214 <i>Phragmites</i> Trin.	
		<i>P. australis</i> (Cav.) Trin. ex	
		Steud.	3555

	Versamel= nommer		Versamel= nommer
K 262	<i>Aristida</i> L.		Cyperaceae
	<i>A. adscensionis</i> L. subsp. <i>guineensis</i> (Trin. & Rupr.) Henr.	3499	459 <i>Cyperus</i> L.
	<i>A. canescens</i> Henr. subsp. <i>canescens</i>	2714	<i>C. denudatus</i> L.f.
	<i>A. congesta</i> Roem. & Schult. subsp. <i>congesta</i>	2532	<i>C. esculentus</i> L.
	<i>A. congesta</i> Roem. & Schult. subsp. <i>barbicollis</i> (Trin. & Rupr.) De Wint.	2247	<i>C. digitatus</i> Roxb. subsp. <i>auricomus</i> (Sieb. ex Spreng.) Kuekenh.
	<i>A. diffusa</i> Trin. subsp. <i>burkei</i> (Stapf) Melderis	2727	<i>C. longus</i> L.
	<i>A. junciformis</i> Trin. & Rupr. subsp. <i>junciformis</i>	2733	<i>C. margaritaceus</i> Vahl
	<i>A. meridionalis</i> Henr.	3448	<i>C. obtusiflorus</i> Vahl var. <i>obtusiflorus</i>
	<i>A. pilgeri</i> Henr.	2717	<i>C. rubicundus</i> Vahl
	<i>A. stipitata</i> Hack. subsp. <i>graciliflora</i> (Pilg.) Melderis	2884	<i>C. semitrifidus</i> Schrad.
			<i>C. sexangularis</i> Nees
K 274	<i>Tragus</i> Haller		459c <i>Maniscus</i> Gaertn.
	<i>T. kenteronianus</i> Schult.	2239	<i>M. chersinus</i> N.E. Br.
			<i>M. congestus</i> (Vahl) C.B. Cl.
			<i>M. macer</i> Kunth
			<i>M. rehmannianus</i> C.B. Cl.
			<i>M. uitehagensis</i> Steud.
K 280	<i>Perotis</i> Ait.		462 <i>Kyllinga</i> Rottb.
	<i>P. patens</i> Gand.	2245	<i>K. alba</i> Nees
K 283	<i>Sporobolus</i> R. Br.		468 <i>Schoenoplectus</i> Reichb.
	<i>S. africanus</i> (Poir.) Robyns & Tournay	2697	<i>S. muricinux</i> (C.B. Cl.) J. Raynal
	<i>S. nitens</i> Stent	2849	471 <i>Fimbristylis</i> Vahl
	<i>S. stapfianus</i> Gand.	2068	<i>F. hispidula</i> (Vahl) Kunth
K 286	<i>Eragrostis</i> Beauv.		471a <i>Bulbostylis</i> Kunth
	<i>E. barbinodis</i> Hack.	2691	<i>B. burchellii</i> (Fical. & Hiern) C.B. Cl.
	<i>E. capensis</i> (Thunb.) Trin.	2077	<i>B. collina</i> (Kunth) C.B. Cl.
	<i>E. chloromelas</i> Steud.	2618	471b <i>Akildgaardia</i> Vahl
	<i>E. curvula</i> (Schrad.) Nees	2520	<i>A. ovata</i> (Burm.f.) Kral
	<i>E. gummiflua</i> Nees	3574	515 <i>Scleria</i> Berg
	<i>E. nindensis</i> Fical. & Hiern	2692	<i>S. kulbifera</i> Hochst. ex A. Rich.
	<i>E. obtusa</i> Munro ex Fical. & Hiern	2301	
	<i>E. pseudosclerantha</i> Chiov.	2703	Commelinaceae
	<i>E. racemosa</i> (Thunb.) Steud.	2067	896 <i>Commelina</i> L.
	<i>E. rigidior</i> Pilg.	2246	<i>C. africana</i> L. var. <i>africana</i>
	<i>E. sclerantha</i> Nees	2898	<i>C. africana</i> L. var. <i>kreksiana</i> (Kunth) C.B. Cl.
	<i>E. superba</i> Peyr.	2196b	<i>C. africana</i> L. var. <i>lancispatha</i> C.B. Cl.
K 294	<i>Microchloa</i> R. Br.		<i>C. benghalensis</i> L.
	<i>M. caffra</i> Nees	2165	<i>C. eckloniana</i> Kunth
K 296	<i>Cynodon</i> Rich. ex Pers.		<i>C. livingstonii</i> C.B. Cl.
	<i>C. dactylon</i> (L.) Pers.	3556	<i>C. undulata</i> R. Br.
	<i>C. hirsutus</i> Stent	2294	904 <i>Cyanotis</i> D. Don
K 298	<i>Harpochloa</i> Kunth		<i>C. speciosa</i> (L.f.) Hassk.
	<i>H. laxa</i> (L.f.) Kuntze	2539	Liliaceae
K 301	<i>Chloris</i> Swartz		985 <i>Bulbine</i> Willd.
	<i>C. virgata</i> Swartz	3456	<i>B. capitata</i> V. Poelln.
K 302	<i>Eustachys</i> Desv.		<i>B. narcissifolia</i> Salm Dyck
	<i>E. paspaloides</i> (Vahl) Lanza & Mattei	2157	985a <i>Trachyandra</i> Kunth
K 334	<i>Pogonanthria</i> Stapf		<i>T. saltii</i> (Bak.) Oberm. var. <i>saltii</i>
	<i>P. squarrosa</i> (Licht.) Pilger	3521	989 <i>Anthericum</i> L.
K 334b	<i>Bewsia</i> Goossens		<i>A. angulicaule</i> Bak.
	<i>B. biflora</i> (Hack.) Goossens	2040	<i>A. cooperi</i> Bak.
K 353	<i>Trichoneura</i> N.J. Anderss.		<i>A. fasciculatum</i> Bak.
	<i>T. grandiglumis</i> (Nees) Stapf & C.E. Hubb.	2244	<i>A. trichophlebium</i> Bak.
K 357	<i>Enneapogon</i> Desv. ex Beauv.		990 <i>Chlorophytum</i> Ker-Gawler
	<i>E. scoparius</i> Stapf	2607	<i>C. bowkeri</i> Bak.
K 371	<i>Fingerhuthia</i> Nees		1012 <i>Eriospermum</i> Jacq. ex Willd.
	<i>F. sesleriiformis</i> Nees	2958	<i>E. cooperi</i> Bak.
K 428	<i>Bromus</i> L.		
	<i>B. leptoclados</i> Nees	2585	

	Versamel= nommer		Versamel= nommer
1026	<i>Aloe</i> L. <i>A. davyana</i> Schonl. <i>A. marlothii</i> Berger <i>A. transvaalensis</i> Kuntze	3558 3559 1920	Orchidaceae 1422b <i>Bonatea</i> Willd. <i>B. polypodantha</i> (Reichb. f.) L. Bol. 3444
1047	<i>Tulbaghia</i> L. <i>T. leucantha</i> Bak.	3016	1648 <i>Eulophia</i> R. Br. ex Lindl <i>E. clitelifera</i> (Reichb. f.) Bol. 2864
1079	<i>Albuca</i> L. <i>A. setosa</i> Jacq.	1958	
1080	<i>Urginea</i> Steinh. <i>U. modesta</i> Bak. <i>U. sanguinea</i> Schinz	2191 1947	DICOTYLEDONES Ulmaceae
1082	<i>Drimys</i> Jacq. ex Willd. <i>D. ciliaris</i> Jacq. <i>D. elata</i> Jacq.	2661 2193	1898 <i>Celtis</i> L. <i>C. africana</i> Burm. f. 1916b
1084	<i>Dipcadi</i> Medic. <i>D. gracillimum</i> Bak. <i>D. marlothii</i> Engl. <i>D. viride</i> (L.) Moench	2195 2266 2044	Moraceae 1961 <i>Ficus</i> L. <i>F. ingens</i> (Miq.) Miq. 3527
1089	<i>Ornithogalum</i> L. <i>O. saundersiae</i> Bak. <i>O. tenuifolium</i> Delaroche	2592 2671	Urticaceae 1992 <i>Pouzolzia</i> Gaudich. <i>P. hypoleuca</i> Wedd. 2605
1090a	<i>Ledebouria</i> Roth <i>L. marginata</i> (Bak.) Jessop <i>L. ovatifolia</i> (Bak.) Jessop <i>L. revoluta</i> (L.f.) Jessop	1942 2007 2576	Proteaceae 2034 <i>Faurea</i> Harv. <i>F. saligna</i> Harv. 2581
1110	<i>Sansevieria</i> Thunb. <i>S. aethiopica</i> Thunb.	2320	2035 <i>Protea</i> L. <i>P. callra</i> Meisn. 3560
1113	<i>Asparagus</i> L. <i>A. africanus</i> Lam. <i>A. aethiopicus</i> L. var. <i>angusticladus</i> Jessop <i>A. lanicinus</i> Burch. <i>A. suaveolens</i> Burch.	2035 1910 2511 1923	Loranthaceae 2074 <i>Tapinanthus</i> Blume <i>T. natalitius</i> (Meisn.) Danser subsp. <i>zeyheri</i> (Harv.) Wiens 1955 <i>T. oleifolius</i> (Wendl.) Danser 2219 <i>T. rubromarginatus</i> (Engl.) Danser 1946
	Amaryllidaceae		
1167	<i>Haemanthus</i> L. <i>H. albiflos</i> Jacq.	2664	2093 <i>Viscum</i> L. <i>V. rotundifolium</i> L.f. 2018
1167	<i>Scadoxus</i> Friis & Nordal <i>S. puniceus</i> (L.) Friis & Nordal	1954	Santalaceae 2108 <i>Osyris</i> L. <i>O. lanceolata</i> Hochst. & Steud. 2161
1168	<i>Boophane</i> Herb. <i>B. disticha</i> (L.f.) Herb.	2085	2118 <i>Thesium</i> L. <i>T. costatum</i> A.W. Hill var. <i>costatum</i> <i>T. magalimontanum</i> Sond. <i>T. transvaalense</i> Schltr. 2286 2114 1938
1230	<i>Hypoxis</i> L. <i>H. angustifolia</i> Lam. <i>H. argentea</i> Harv. ex Bak. <i>H. rigidula</i> Bak. <i>H. rooperi</i> S. Moore	2005 2524 1919b 1919a	Olacaceae 2136 <i>Ximenia</i> L. <i>X. callra</i> Sond. var. <i>callra</i> 2050
	Velloziaceae		
1247a	<i>Xerophyta</i> Juss. <i>X. retinervis</i> Bak.	1918	Polygonaceae 2195 <i>Rumex</i> L. <i>R. crispus</i> L. 2106
	Iridaceae		
1306	<i>Tritonia</i> Ker <i>T. nelsonii</i> Bak.	2964	2204 <i>Oxygonum</i> Burch. <i>O. sinuatum</i> (Hochst. & Steud. ex Meisn.) Damm. 2252
1310	<i>Babiana</i> Ker <i>B. hypogea</i> Burch.	2668	Chenopodiaceae
1311	<i>Gladiolus</i> L. <i>G. ecklonii</i> Lehm. subsp. <i>vinoso-maculatus</i> (Kies) Oberm.	3522	2223 <i>Chenopodium</i> L. <i>C. album</i> L. 3464 <i>C. ambrosioides</i> L. 2313 <i>C. polyspermum</i> L. 2979
1316a	<i>Anomatheca</i> Ker <i>A. grandiflora</i> Bak.	2765	

	Versamel= nommer		Versamel= nommer
Amaranthaceae		Ranunculaceae	
2299	<i>Amaranthus</i> L. <i>A. viridis</i> L.	2541	2542 <i>Clematis</i> L. <i>C. oweniae</i> Harv.
2305	<i>Senicorema</i> Fenzl <i>S. remotiflora</i> (Hook. f.) Lopr.	2081	2546 <i>Ranunculus</i> L. <i>R. multifidus</i> Forssk.
2309	<i>Cyphocarpa</i> Lopr. <i>C. angustifolia</i> Lopr. <i>C. cruciata</i> (Schinz) Schinz	2622 2969	Papaveraceae ^a 2852 <i>Argemone</i> L. <i>A. subfusiformis</i> G.B. Ownbey
2314	<i>Pupalia</i> Juss. <i>P. atropurpurea</i> Moq.	2867	Brassicaceae
2317	<i>Aerva</i> Forssk. <i>A. leucura</i> Moq.	2510	2883 <i>Lepidium</i> L. <i>L. virginicum</i> L.
2328	<i>Achyranthes</i> L. <i>A. aspera</i> L. <i>A. sicula</i> (L.) All.	2523 2978	Capparaceae
2328b	<i>Achyroopsis</i> Hook. f. <i>A. leptostachya</i> (E. Mey. ex Meisn.) Hook. f.	2916	3082 <i>Cleome</i> L. <i>C. gynandra</i> L. <i>C. maculata</i> (Sond.) Szyszyl. <i>C. monophylla</i> L.
^a 2330	<i>Brayulinea</i> Small <i>B. densa</i> (Willd.) Small	2297	3106 <i>Boscia</i> Lam. <i>B. albitrunca</i> (Burch.) Gilg & Ben.
2335	<i>Alternanthera</i> Forssk. <i>A. pungens</i> H.B. K.	3465	3112 <i>Maerua</i> Forssk. <i>M. caffra</i> (DC.) Pax
^a 2338	<i>Gomphrena</i> L. <i>G. celosioides</i> Mart.	2295	Crassulaceae
Nyctaginaceae			3164 <i>Cotyledon</i> L. <i>C. orbiculata</i> L. var. <i>oblonga</i> (Haw.) DC.
2349	<i>Boerhavia</i> L. <i>B. pterocarpa</i> S. Wats.	2254	3166 <i>Kalanchoe</i> Adans. <i>K. paniculata</i> Harv. <i>K. rotundifolia</i> (Haw.) Haw. var. <i>rotundifolia</i>
Phytolaccaceae			3168 <i>Crassula</i> L. <i>C. capitella</i> Thunb. subsp. <i>enantiophylla</i> (Bak. f.) Toelken <i>C. capitella</i> Thunb. subsp. <i>nodulosa</i> (Schonl.) Toelken <i>C. schimperi</i> Fischer & C.A. Mey. var. <i>schimperi</i>
^a 2380	<i>Phytolacca</i> L. <i>P. dioica</i> L.	3530	2896 2086 2872
Aizoaceae			Vahliaceae
2376	<i>Limeum</i> L. <i>L. viscosum</i> (Gay) Fenzl subsp. <i>viscosum</i> var. <i>glomeratum</i> (Eckl. & Zeyh.) Friedr.	2234	3201 <i>Vahlia</i> Thunb. <i>V. capensis</i> (L.f.) Thunb. subsp. <i>capensis</i>
2382	<i>Gisekia</i> L. <i>G. africana</i> (Lour.) Kuntze var. <i>africana</i> <i>G. pharnaceoides</i> L.	2225 2758	2140
Mesembryanthemaceae			Pittosporaceae
2405	<i>Delosperma</i> N.E. Br. <i>D. cooperi</i> (Hook. f.) L. Bol. <i>D. herbeum</i> (N.E. Br.) N.E. Br.	2190 2232	3252 <i>Pittosporum</i> Banks ex Soland. <i>P. viridiflorum</i> Sims
Portulacaceae			Rosaceae
2406	<i>Talinum</i> Adans. <i>T. annotii</i> Hook. f.	2980	3376 <i>Agrimonia</i> L. <i>A. odorata</i> Mill.
2421	<i>Portulaca</i> L. <i>P. pilosa</i> L. <i>P. quadrifida</i> L.	2952 2292	3405 <i>Parinari</i> Aubl. <i>P. capensis</i> Harv. subsp. <i>capensis</i>
Caryophyllaceae			Leguminosae
2455	<i>Polycarphaea</i> Lam. <i>P. corymbosa</i> (L.) Lam.	2226	Mimosoideae
2467	<i>Pollichia</i> Ait. <i>P. campestris</i> Ait.	2819	3446 <i>Acacia</i> Mill. <i>A. caffra</i> (Thunb.) Willd. <i>A. karroo</i> Hayne <i>A. nilotica</i> (L.) Willd. ex Del. subsp. <i>kraussiana</i> (Burch.) Brenan
2502	<i>Dianthus</i> L. <i>D. zeyheri</i> Sond. subsp. <i>zeyheri</i>	2074	1917 3563 2051 3561 3562

	Versamel= nommer		Versamel= nommer
3452	<i>Dichrostachys</i> Wight & Arn. <i>D. cinerea</i> (L.) Wight & Arn. subsp. <i>africana</i> Brenan & Brummitt var. <i>africana</i>	3571	3865 <i>Neorautanenia</i> Schinz <i>N. liciifolius</i> (Benth.) C.A. Sm. 2755
3467	<i>Elephantorrhiza</i> Benth. <i>E. burkei</i> Benth. 2070 <i>E. elephantina</i> (Burch.) Skeels 1940		3897 <i>Rhynchosia</i> Lour. <i>R. caribaea</i> (Jacq.) DC. 1925 <i>R. monophylla</i> Schltr. 2276 <i>R. nervosa</i> Benth. & Harv. var. <i>nervosa</i> 2303 <i>R. totta</i> (Thunb.) DC. 2094
	Caesalpinioideae		3898 <i>Eriosema</i> (DC.) G. Don <i>E. burkei</i> Benth. 2053
3474	<i>Burkea</i> Benth. <i>B. africana</i> Hook. 1966		3905 <i>Vigna</i> Savi <i>V. angustifoliata</i> Verdc. 2556
3536	<i>Cassia</i> L. <i>C. hiensis</i> (Steyaert) Mendonca & Torre 2183 <i>C. comosa</i> (E. Mey.) Vogel var. <i>capricornia</i> Steyaert 2238 <i>C. italica</i> (Mill.) Lam. ex F.W. Andr. subsp. <i>arachoides</i> (Burch.) Brenan 3090 <i>C. mimosoides</i> L. 2798		3907 <i>Sphenostylis</i> E. Mey. <i>S. angustifolia</i> Sond. 2014 3910 <i>Dolichos</i> Lam. <i>D. linearis</i> E. Mey. 2606
	Papilionoideae		Geraniaceae
3657	<i>Lotononis</i> (DC.) Eckl. & Zeyh. <i>L. kainesii</i> Bak. 3015 <i>L. calycina</i> Benth. var. <i>hirsutissima</i> Duemmer 2160 <i>L. hirsuta</i> Schinz 3071		3925 <i>Monsonia</i> L. <i>M. angustifolia</i> E. Mey. ex A. Rich. 2030 <i>M. burkeana</i> Planch. ex Harv. 2073 3928 <i>Pelargonium</i> L'Hérit. <i>P. luridum</i> (Andr.) Sweet 2820
3657a	<i>Pearsonia</i> Duemmer <i>P. cajanifolia</i> (Harv.) Polhill subsp. <i>cajanifolia</i> 2146 <i>P. sessilifolia</i> (Harv.) Duemmer subsp. <i>sessilifolia</i> 1903		Oxalidaceae 3936 <i>Oxalis</i> L. <i>O. corniculata</i> L. 2199 <i>O. obliquifolia</i> Steud. ex Rich. 3471
3688	<i>Medicago</i> L. <i>M. sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i> 2315		Zygophyllaceae
^a 3689	<i>Melilotus</i> Adans. <i>M. alba</i> Medik. 2105		3978 <i>Trikulus</i> L. <i>T. terrestris</i> L. 2289
3702	<i>Indigofera</i> L. <i>I. costata</i> Guill & Perr. subsp. <i>macra</i> (E. Mey.) J.B. Gillett 2879 <i>I. daleoides</i> Benth. ex Harv. var. <i>daleoides</i> 1970 <i>I. heterotricha</i> DC. 2770 <i>I. hilaris</i> Eckl. & Zeyh. 1909 <i>I. zeyheri</i> Spreng. 2782		Rutaceae 3991 <i>Zanthoxylum</i> L. <i>Z. capense</i> (Thunb.) Harv. 3564
3718	<i>Tephrosia</i> Pers. <i>T. acaciaefolia</i> Welw. ex Bak. 2783 <i>T. longipes</i> Meisn. var. <i>lunida</i> (Sond.) J.B. Gillett 1992 <i>T. multijuga</i> R.G.N. Young 2508 <i>T. polystachya</i> E. Mey. var. <i>hinta</i> Harv. 2767 <i>T. rhodesica</i> Bak. 2866 <i>T. semiglabra</i> Sond. 2768		Meliaceae ^a 4175 <i>Melia</i> L. <i>M. azedarach</i> L. 3565
3719	<i>Mundulea</i> Benth. <i>M. sericea</i> (Willd.) A. Chev. 1926		Malpighiaceae 4206 <i>Triaspis</i> Burch. <i>T. nelsonii</i> Oliv. 2169 4219 <i>Sphedamnocarpus</i> Planch. ex Benth. & Hook. f. <i>S. galphimifolius</i> (Juss.) Szyszyl. 2863 <i>S. transvaalica</i> (Kuntze) Burt Davy 2557
^a 3747	<i>Sesbania</i> Scop. <i>S. punicea</i> (Cav.) Benth. 3533		Polygalaceae 4273 <i>Polygala</i> L. <i>P. amatymbica</i> Eckl. & Zeyh. 1998 <i>P. hottentotta</i> Presl 2024
3802	<i>Stylosanthes</i> Swartz <i>S. luteicosa</i> (Retz.) Alston 2124		Dichapetalaceae 4283 <i>Dichapetalum</i> Thouars <i>D. cymosum</i> (Hook.) Engl. 2028
3804	<i>Zornia</i> J.F. Gmel. <i>Z. linearis</i> E. Mey. 2915 <i>Z. milneana</i> Mohl. 2084		Euphorbiaceae 4299 <i>Phyllanthus</i> L. <i>P. incurvus</i> Thunb. 2111 <i>P. glaucophyllus</i> Sond. 2559 <i>P. maderaspatensis</i> L. 3053 <i>P. parvulus</i> Sond. 2112
3810	<i>Alysicarpus</i> Desv. <i>A. rugosus</i> (Willd.) DC. 2751		
3864	<i>Glycine</i> Willd. <i>G. wightii</i> (Wight & Arn.) Verdc. subsp. <i>wightii</i> var. <i>longicauda</i> (Schweinf.) Verdc. 2948		

	Versamel= nommer		Versamel= nommer
4348	<i>Croton</i> L. <i>C. gratissimus</i> Burch. var. <i>gratissimus</i>	3525	Tiliaceae
4407	<i>Acalypha</i> L. <i>A. angustata</i> Sond. var. <i>glabra</i> Sond. <i>A. petiolaris</i> Hochst.	2078 2171	4953 <i>Corchorus</i> L. <i>C. asplenifolius</i> Burch. <i>C. confusus</i> Wild
4416	<i>Tragia</i> L. <i>T. sp. cf. T. rupestris</i> Sond.	2967	4966 <i>Grewia</i> L. <i>G. flava</i> DC. <i>G. subspathulata</i> N.E. Br.
4433	<i>Jatropha</i> L. <i>J. lagarinthoides</i> Sond.	2091	4975 <i>Triumfetta</i> L. <i>T. sonderi</i> Fic. & Hiern
4498	<i>Euphorbia</i> L. <i>E. geniculata</i> Orteg. <i>E. inaequilatera</i> Sond. <i>E. trichadenia</i> Pax	2317 2212 1944	Malvaceae
	Anacardiaceae		4983 <i>Abutilon</i> Mill. <i>A. piloso-cinereum</i> A. Meeuse <i>A. sp. cf. A. sonneratianum</i> (Cav.) Sweet
4563	<i>Lannea</i> A. Rich. <i>L. discolor</i> (Sond.) Engl. <i>L. edulis</i> (Sond.) Engl.	3566 2087	4998 <i>Sida</i> L. <i>S. alba</i> L. <i>S. chrysantha</i> Ulbr. <i>S. dregei</i> Burttt Davy <i>S. rhombifolia</i> L.
4589a	<i>Ozoroa</i> Del. <i>O. paniculosa</i> (Sond.) R. & A. Fernandes	2167	5007 <i>Pavonia</i> Cav. <i>P. burchellii</i> (DC.) R.A. Dyer
4594	<i>Rhus</i> L. <i>R. dura</i> Schonl. <i>R. gracillima</i> Engl. <i>R. lancea</i> L.f. <i>R. leptodictya</i> Diels <i>R. magalimontanum</i> Sond. <i>R. pyroides</i> Burch. <i>R. zeyheri</i> Sond.	2851 2530 1950 3567 1967 2004 1993	5013 <i>Hibiscus</i> L. <i>H. calyphyllus</i> Cav. <i>H. microcarpus</i> Garcke <i>H. pusillus</i> Thunb. <i>H. trionum</i> L.
	Celastraceae		5047 <i>Melhania</i> Forssk. <i>M. prostrata</i> DC.
4626	<i>Maytenus</i> Molina <i>M. heterophylla</i> (Eckl. & Zeyh.) N.K.B. Robson <i>M. polyacantha</i> (Sond.) Marais	2109 2823	5053 <i>Dombeya</i> Cav. <i>D. rotundifolia</i> (Hochst.) Planch. var. <i>rotundifolia</i>
4641	<i>Cassine</i> L. <i>C. burkeana</i> (Sond.) Kuntze	2228	5056 <i>Hermannia</i> L. <i>H. bonaginiflora</i> Hook. <i>H. depressa</i> N.E. Br. <i>H. parvula</i> Burttt Davy
	Sapindaceae		5059 <i>Waltheria</i> L. <i>W. indica</i> L.
4784	<i>Pappea</i> Eckl. & Zeyh. <i>P. capensis</i> Eckl. & Zeyh.	3568	Ochnaceae
	Rhamnaceae		5112 <i>Ochna</i> L. <i>O. pulchra</i> Hook.
4861	<i>Ziziphus</i> Mill. <i>Z. mucronata</i> Willd. subsp. <i>mucronata</i> <i>Z. zeyherana</i> Sond.	2002 2127	Clusiaceae (Guttiferae)
4868	<i>Berchemia</i> DC. <i>B. zeyheri</i> (Sond.) Grubov	1957	5168 <i>Hypericum</i> L. <i>H. aethiopicum</i> Thunb. subsp. <i>sonderi</i> (Bred.) N.K.B. Robson
4875	<i>Rhamnus</i> L. <i>R. prinoides</i> L'Hérit.	2584	Elatinaceae
	Vitaceae		5230 <i>Bergia</i> L. <i>B. decumbens</i> Planch. ex Harv.
4917	<i>Rhoicissus</i> Planch. <i>R. tridentata</i> (L.f.) Wild & Drum.	2522	Flacourtiaceae
4918a	<i>Cyphostemma</i> Alston <i>C. cinnosum</i> (Thunb.) Desc. ex Wild & Drum. subsp. <i>transvaalense</i> (Szyszyl.) Wild & Drum. <i>C. puberulum</i> (C.A. Sm.) Wild & Drum.	2747 2748	5304 <i>Scolopia</i> Schreb. <i>S. zeyheri</i> (Nees) Harv.
			5328 <i>Dovyalis</i> E. Mey. ex Arn. <i>D. zeyheri</i> (Sond.) Warb.
			Passifloraceae
			5370 <i>Adenia</i> Forssk. <i>A. digitata</i> (Harv.) Engl.

	Versamel= nommer		Versamel= nommer
Cactaceae		Gentianaceae	
^a 5417 <i>Opuntia</i> Mill. <i>O. ficus-indica</i> (L.) Mill.	3569	6481 <i>Sebaea</i> R. Br. <i>S. exigua</i> (Oliv.) Schinz <i>S. grandis</i> (E. Mey.) Steud. <i>S. junodii</i> Schinz	2895 2874 2756
Thymelaeaceae		Apocynaceae	
5435 <i>Gnidia</i> L. <i>G. capitata</i> L.f. <i>G. kraussiana</i> Meisn. <i>G. sericocephala</i> (Meisn.) Gilg ex Engl.	2178 2015 1971	6559 <i>Carissa</i> L. <i>C. hispida</i> (L.) Desf. ex Brenan var. <i>hispida</i>	1997
Combretaceae		6562 <i>Landolphia</i> Beauv. <i>L. capensis</i> Oliv.	1931
5538 <i>Combretum</i> Loefl. <i>C. apiculatum</i> Sond. subsp. <i>apiculatum</i> <i>C. erythrophyllum</i> (Burch.) Sond. <i>C. molle</i> R. Br. ex G. Don	1936 2930 1905	Periplocaceae	
Onagraceae		6740 <i>Cryptolepis</i> R. Br. <i>C. oblongifolia</i> (Meisn.) Schltr.	2129
^a 5804 <i>Oenothera</i> L. <i>O. erythrosepala</i> Borbas <i>O. indecora</i> Camb. <i>O. rosea</i> L'Hérit. ex Ait.	2583 2786 2003	6747 <i>Raphionacme</i> Harv. <i>R. burkei</i> N.E. Br. <i>R. hirsuta</i> (E. Mey.) R.A. Dyer ex Phill.	2036 2047
Araliaceae		Asclepiadaceae	
5872 <i>Cussonia</i> Thunb. <i>C. paniculata</i> Eckl. & Zeyh.	3524	^a 6771 <i>Araujia</i> Brot. <i>A. senicifera</i> Brot.	2651
Umbelliferae		6778 <i>Schizoglossum</i> E. Mey. <i>S. biflorum</i> Schltr. var. <i>biflorum</i>	2299
5992 <i>Heteromorpha</i> Cham. & Schlecht. <i>H. ankorensis</i> (Spreng.) Cham. & Schlecht.	2905	6787a <i>Pachycarpus</i> E. Mey. <i>P. schinzianus</i> (Schltr.) N.E. Br.	2071
Plumbaginaceae		6791 <i>Asclepias</i> L. <i>A. brevipes</i> Schltr. <i>A. burchellii</i> Schltr. <i>A. eminens</i> Schltr. <i>A. fallax</i> Schltr. <i>A. fruticosa</i> L. <i>A. glaucophylla</i> (Schltr.) Schltr.	2055 3033 2097 1935 2020 2038
6343 <i>Plumbago</i> L. <i>P. zeylanica</i> L.	3454	6810 <i>Pentarrhinum</i> E. Mey. <i>P. insipidum</i> E. Mey.	2022
Sapotaceae		6849 <i>Sarcostemma</i> R. Br. <i>S. viminalis</i> (L.) R. Br.	2893
6377a <i>Bequaentiodendron</i> De Wild. <i>B. magalimontanum</i> (Sond.) Heine & J.H. Hemsley	1962	6865 <i>Macropetalum</i> Burch. <i>M. burchellii</i> Decne. var. <i>grandiflora</i> N.E. Br.	2296
Ebenaceae		6874 <i>Ceropegia</i> L. <i>C. crassifolia</i> Schltr. <i>C. pachystelma</i> Schltr. <i>C. racemosa</i> N.E. Br. subsp. <i>setifera</i> (Schltr.) Huber	2653 3442b 3442a
6404 <i>Euclea</i> Murray <i>E. crispa</i> (Thunb.) Guerke var. <i>crispa</i> <i>E. undulata</i> Thunb. var. <i>myrtina</i> (Burch.) Hiern	2143 1949	Convolvulaceae	
6406 <i>Diospyros</i> L. <i>D. lycioides</i> Desf. subsp. <i>lycioides</i>	1988	6968 <i>Cuscuta</i> L. <i>C. campestris</i> Yunck.	2172
Oleaceae		6971 <i>Dichondra</i> J.R. & G. Forst. <i>D. repens</i> J.R. & G. Forst.	2757
6434 <i>Olea</i> L. <i>O. europaea</i> L. subsp. <i>africana</i> (Mill.) P.S. Green	1912	6973 <i>Evolvulus</i> L. <i>E. alsinoides</i> (L.) L. var. <i>linifolius</i> (L.) Bak.	2072
^a 6436 <i>Ligustrum</i> L. <i>L. lucidum</i> L.	3570	6993 <i>Convolvulus</i> L. <i>C. sagittatus</i> Thunb. subsp. <i>sagittatus</i> var. <i>phyllosepalus</i> (Hallier f.) A. Meeuse	2942
6438 <i>Menodora</i> Humb. & Bonpl. <i>M. africana</i> Hook.	1985	6997 <i>Merremia</i> Dennst. ex Hallier f. <i>M. palmata</i> Hallier f. <i>M. tridentata</i> (L.) Hallier f. subsp. <i>angustifolia</i> (Jacq.) Ooststr.	2743 2131
6440 <i>Jasminum</i> L. <i>J. brevifolium</i> Harv. ex C.H. Wr.	2223		
Loganiaceae			
6460 <i>Strychnos</i> L. <i>S. pungens</i> Soler.	2218		

	Versamel= nommer		Versamel= nommer
7003		<i>Ipomoea</i> L.	
		<i>I. bathycolpos</i> Hallier f. var. <i>bathycolpos</i>	2817a
		<i>I. crassipes</i> Hook.	1963
		<i>I. gracilispala</i> Rendle	2745
		<i>I. hochstetteri</i> House	2875
		<i>I. obscura</i> (L.) Ker-Gawl. var. <i>fragilis</i> (Choisy) A. Meeuse	2189
		<i>I. ommaneyi</i> Rendle	2045
7008a		<i>Tunbina</i> Rafin	
		<i>T. oblongata</i> (E. Mey. ex Choisy) A. Meeuse	2744
		Boraginaceae	
7043		<i>Ehretia</i> L.	
		<i>E. rigida</i> (Thunb.) Druce	1948
7056		<i>Trichodesma</i> R. Br.	
		<i>T. physaloides</i> (Fenzl) A. DC.	2017
7064		<i>Cynoglossum</i> L.	
		<i>C. lanceolatum</i> Forssk.	2517
7109		<i>Lithospermum</i> L.	
		<i>L. cinereum</i> DC.	2955
		Verbenaceae	
7138		<i>Verbena</i> L.	
		<i>V. bonariensis</i> L.	2306
		<i>V. braziliensis</i> Vellozo	2139
		<i>V. tenuisecta</i> Briq.	2101
7144		<i>Lantana</i> L.	
		<i>L. camara</i> L.	2046
		<i>L. rugosa</i> Thunb.	2011
7145		<i>Lippia</i> L.	
		<i>L. javanica</i> (Burm. f.) Spreng.	3450
		<i>L. rehmannii</i> H.H.W. Pearson	2562
		<i>L. wilmsii</i> H.H.W. Pearson	1934
7148		<i>Chascanum</i> E. Mey.	
		<i>C. hederaceum</i> (Sond.) Moldenke var. <i>hederaceum</i>	2089
		<i>C. pinnatifidum</i> (L.f.) E. Mey. var. <i>pinnatifidum</i>	2738
7191		<i>Clerodendrum</i> L.	
		<i>C. triphyllum</i> (Harv.) H.H.W. Pearson	2027
		Lamiaceae	
7212		<i>Teucrium</i> L.	
		<i>T. trifidum</i> Retz.	2291
7268		<i>Leucas</i> R. Br.	
		<i>L. martinicensis</i> (Jacq.) R. Br.	2741
7290		<i>Salvia</i> L.	
		<i>S. runcinata</i> L.f.	3069
7350		<i>Plectranthus</i> L'Hérit.	
		<i>P. neochilus</i> Schltr.	2882
7366		<i>Ocimum</i> L.	
		<i>O. canum</i> Sims	3487
		<i>O. uticifolium</i> Roth	2957
7366a		<i>Becium</i> Lindl.	
		<i>B. okovatum</i> (E. Mey. ex Benth.) N.E. Br. var. <i>glabrius</i> (Benth.) Cufod.	1916a
		Solanaceae	
^a 7401		<i>Physalis</i> L.	
		<i>P. angulata</i> L.	2742
7407		<i>Solanum</i> L.	
		<i>S. coccineum</i> Jacq.	2283
		<i>S. incanum</i> L.	2115
		<i>S. sp. cf. S. leucophaeum</i> Dun.	2531
		<i>S. panduriforme</i> E. Mey.	1994
		<i>S. seaforthianum</i> Andr.	2740
		<i>S. supinum</i> Dun.	3050
^a 7415		<i>Datura</i> L.	
		<i>D. lenox</i> L.	2752
		<i>D. stramonium</i> L.	2904
		Scrophulariaceae	
7519		<i>Sutera</i> Roth	
		<i>S. aurantiaca</i> (Burch.) Hiern	2753
		<i>S. burkeana</i> (Benth.) Hiern	2791
7524		<i>Mimulus</i> L.	
		<i>M. gracilis</i> R. Br.	2555
7597a		<i>Alectra</i> Thunb.	
		<i>A. orokanchooides</i> Benth.	2873
7614		<i>Graderia</i> Benth.	
		<i>G. subintegra</i> Mast.	2658
7623		<i>Cycnium</i> E. Mey. ex Benth.	
		<i>C. adonense</i> E. Mey. ex Benth.	1968a
7625		<i>Striga</i> Lour.	
		<i>S. bilabiata</i> (Thunb.) Kuntze	2507
		<i>S. elegans</i> Benth.	2271
		Pedaliaceae	
7777		<i>Sesamum</i> L.	
		<i>S. triphyllum</i> Welw. ex Aschers. var. <i>triphyllum</i>	2828
7778		<i>Ceratotheca</i> Endl.	
		<i>C. triloba</i> (Bernh.) Hook. f.	3047
		Acanthaceae	
7914		<i>Thunbergia</i> Retz.	
		<i>T. atriplicifolia</i> Nees	1981
		<i>T. neglecta</i> Sond. subsp. <i>neglecta</i>	2552
7941		<i>Chaetacanthus</i> Nees	
		<i>C. costatus</i> Nees	2134
7965		<i>Ruellia</i> L.	
		<i>R. cordata</i> Thunb.	1922
7972		<i>Crabbea</i> Harv.	
		<i>C. angustifolia</i> Nees	3060
		<i>C. hirsuta</i> Harv.	2553
		<i>C. sp. nov.</i> (L.E. Codd 2600)	2224
7973		<i>Barleria</i> L.	
		<i>B. macrostegia</i> Nees	2659
		<i>B. obtusa</i> Nees	2970
7980		<i>Blepharis</i> Juss.	
		<i>B. innocua</i> C.B. Cl. var. <i>lancifolia</i> Oberm.	2656
		<i>B. integrifolia</i> (L.f.) E. Mey. ex Schinz var. <i>integrifolia</i>	2657
		<i>B. transvaalensis</i> Schinz	2655
7985		<i>Crossandra</i> Salisb.	
		<i>C. greenstockii</i> S. Moore	1964
8032		<i>Hypoestes</i> Soland. ex R. Br.	
		<i>H. verticillaris</i> (L.f.) R. Br. ex C.B. Cl.	3460
8094		<i>Justicia</i> L.	
		<i>J. anagalloides</i> T. Anders.	1986
		<i>J. cheiranthifolia</i> (Nees) C.B. Cl.	2093
		<i>J. sp. cf. J. flava</i> (Vahl) Vahl	2943

	Versamel= nommer		Versamel= nommer
Plantaginaceae		Campanulaceae	
8116 <i>Plantago</i> L. <i>P. lanceolata</i> L.	2107	8668 <i>Wahlenbergia</i> Schrad. ex Roth <i>W. caledonica</i> Sond. <i>W. undulata</i> A. DC.	2561 3068
Rubiaceae		Lobeliaceae	
8136/6 <i>Kohautia</i> Cham. & Schlecht. <i>K. amatymbica</i> Eckl. & Zeyh. <i>K. lasiocarpa</i> Klotzsch <i>K. virgata</i> (Willd.) Brem.	1932 2173 2170	8694 <i>Lobelia</i> L. <i>L. decipiens</i> Sond.	2927
8136/20 <i>Oldenlandia</i> L. <i>O. herbacea</i> (L.) Roxb.	2116	Asteraceae	
8348 <i>Pentanisia</i> Harv. <i>P. angustifolia</i> (Hochst.) Hochst.	1996	8751 <i>Vernonia</i> Schreb. <i>V. fastigiata</i> Oliv. & Hiern <i>V. galpinii</i> Klatt <i>V. oligocephala</i> (DC.) Sch. Bip. ex Walp. <i>V. poskeana</i> Vatke & Hildebr. var. <i>poskeana</i>	2881 1927 1929 2654
8351 <i>Vangueria</i> Juss. <i>V. inflata</i> Burch.	2121	8900 <i>Aster</i> L. <i>A. harveyanus</i> Kuntze	1999
8351b <i>Pygmaeothamnus</i> Robyns <i>P. zeyheri</i> (Sond.) Robyns var. <i>zeyheri</i>	2032	8919 <i>Felicia</i> Cass. <i>F. fascicularis</i> DC. <i>F. muricata</i> (Thunb.) Nees subsp. <i>muricata</i>	1908 1914
8351c <i>Tapiphyllum</i> Robyns <i>T. parvifolium</i> (Sond.) Robyns	2010	8923 <i>Psiadia</i> Jacq. <i>P. punctulata</i> (DC.) Oliv. & Hiern ex Vatke	3462
8352 <i>Canthium</i> Lam. <i>C. gilfillanii</i> (N.E. Br.) O.B. Miller	2852	8925 <i>Nidorella</i> Cass. <i>N. anomala</i> Steetz <i>N. hottentotica</i> DC.	2936 1930
8359a <i>Fadogia</i> Schweinf. <i>F. monticola</i> Robyns	2013	8926 <i>Conyza</i> L. <i>C. floribunda</i> H.B. K. <i>C. podocephala</i> DC.	3025 2644
8383 <i>Pavetta</i> L. <i>P. gardeniifolia</i> A. Rich. var. <i>gardeniifolia</i>	2536	8929 <i>Nolletia</i> Cass. <i>N. rarifolia</i> (Turcz.) Steetz	2061
8435 <i>Galopina</i> Thunb. <i>G. circaeoides</i> Thunb.	2749	8939 <i>Blumea</i> DC. <i>B. alata</i> (D. Don) DC.	3452
8438 <i>Anthospermum</i> L. <i>A. rigidum</i> Eckl. & Zeyh.	2083	8953 <i>Epaltes</i> Cass. <i>E. gariiepina</i> (DC.) Steetz	2645
^a 8464 <i>Richardia</i> L. <i>R. brasiliensis</i> (Moq.) Gomez	2599	8992 <i>Gnaphalium</i> L. <i>G. oligandrum</i> (DC.) Hilliard & Burt	3020
8473 <i>Borreria</i> G.F. Mey. <i>B. scabra</i> (Schumach. & Thonn.) K. Schum.	3488	9006 <i>Helichrysum</i> Mill. <i>H. athrixifolium</i> (Kuntze) Moeser <i>H. aureo-nitens</i> Sch. Bip. <i>H. caespititium</i> (DC.) Harv. <i>H. coriaceum</i> Harv. <i>H. nudifolium</i> (L.) Less. var. <i>leopodium</i> (DC.) Moeser <i>H. paronychioides</i> DC. <i>H. rugulosum</i> Less. <i>H. subulifolium</i> Harv.	2039 2544 3019 2006 3022 2962 3021 2594
8489 <i>Rubia</i> L. <i>R. horrida</i> (Thunb.) Puff	2613	9078 <i>Pulicaria</i> Gaertn. <i>P. scabra</i> (Thunb.) Druce	2314
Dipsacaceae		9090 <i>Geigeria</i> Griesselich <i>G. burkei</i> Harv. subsp. <i>burkei</i> var. <i>burkei</i>	2136
8541 <i>Cephalaria</i> Schrad. ex Roem. & Schult. <i>C. zeyherana</i> Szabó	2608	9094 <i>Callilepis</i> DC. <i>C. leptophylla</i> Harv.	1941
8546 <i>Scabiosa</i> L. <i>S. columbiana</i> L.	2026	9130 <i>Acanthospermum</i> Schrank <i>A. glabratum</i> (DC.) Wild	2082
Cucurbitaceae		9155 <i>Zinnia</i> L. <i>Z. peruviana</i> (L.) L.	2145
8568 <i>Kedrostis</i> Medik. <i>K. africana</i> (L.) Cogn. <i>K. foetidissima</i> (Jacq.) Cogn. subsp. <i>obtusiloba</i> (Sond.) A. Meeuse	2972 2861		
8599 <i>Cucumis</i> L. <i>C. africanus</i> L.f. <i>C. prophetarum</i> L. subsp. <i>zeyheri</i> (Sond.) C. Jeffrey	2075 2597		
8608 <i>Trochomeria</i> Hook. f. <i>T. macrocarpa</i> (Sond.) Hook. f.	2754		
8628 <i>Coccinea</i> Wight & Arn. <i>C. adoensis</i> (Hochst. ex A. Rich.) Cogn.	2184		

	Versamel= nommer
9237	<i>Bidens</i> L. <i>B. bipinnata</i> L. 3013 <i>B. pilosa</i> L. 2785
^a 9291	<i>Schkuhnia</i> Roth <i>S. pinnata</i> (Lam.) Cabr. 3018
^a 9311	<i>Tagetes</i> L. <i>T. minuta</i> L. 2880
9356	<i>Schistostephium</i> Less. <i>S. heptalobum</i> (DC.) Oliv. & Hiern 2546
9411	<i>Senecio</i> L. <i>S. affinis</i> DC. 2567 <i>S. connathii</i> N.E. Br. 3032 <i>S. inornatus</i> DC. 3470 <i>S. pleistocephalus</i> S. Moore 2974 <i>S. transvaalensis</i> H. Bol. 2647 <i>S. venosus</i> Harv. 1977
9427	<i>Osteospermum</i> L. <i>O. mucatum</i> E. Mey. ex DC. subsp. <i>mucatum</i> 1907 <i>O. scariosum</i> DC. 2125
9432b	<i>Haplocarpha</i> Less. <i>H. scaposa</i> Harv. 2591
9434	<i>Gazania</i> Gaertn. <i>G. krebsiana</i> Less. subsp. <i>serrulata</i> (DC.) Roessl. 1911
9438	<i>Berkheya</i> Ehrh. <i>B. radula</i> (Harv.) De Wild. 1956
9501	<i>Dicoma</i> Cass. <i>D. anomala</i> Sond. 3024 <i>D. anomala</i> Sond. subsp. <i>anomala</i> 2113 <i>D. anomala</i> Sond. subsp. <i>cirsioides</i> (Harv.) Wild 2899 <i>D. zeyheri</i> Sond. 2589
9528	<i>Gerbera</i> Cass. <i>G. amigua</i> (Cass.) Sch. Bip. 2049
9528b	<i>Piloselloides</i> C. Jeffrey <i>P. hirsuta</i> (Forssk.) C. Jeffrey 2012
9595	<i>Sonchus</i> L. <i>S. dregeanus</i> DC. 2564 <i>S. integrifolius</i> Harv. 2660
9596	<i>Lactuca</i> L. <i>L. capensis</i> Thunb. 2646

HOOFSTUK 10

LITERATUURLYS

- ABRAMI, G. 1972. Optimum mean temperature for plant growth calculated by a new method of summation. *Ecology* 53: 893 - 900.
- ACKERMAN, T.L. & BAMBERG, S.A. 1974. Phenological studies in the Mojave Desert at Rock Valley (Nevada Test Site). In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- ACOCKS, J.P.H. 1953. Veld types of South Africa. *Mem. bot. Opn. S. Afr.* 28: 1 - 192.
- ACOCKS, J.P.H. 1975. Veld types of South Africa. 2^e uitgawe. *Mem. bot. Opn. S. Afr.* 40: 1 - 128.
- AL-ANI, H.K., STRAIN, B.R. & MOONEY, H.A. 1972. The physiological ecology of diverse populations of the desert shrub *Simmondsia chinensis*. *J. Ecol.* 60: 41 - 58.
- ALLEN, W.A., GAUSMAN, H.W., RICHARDSON, A.J. & THOMAS, J.R. 1969. Interaction of isotropic light with a compact leaf. *J. Opt. Soc. Amer.* 59: 1376 - 1379.
- ALVIM, P. de T. & ALVIM, R. 1978. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. In: Tropical trees as living systems, red. Tomlinson, P.B. & Zimmermann, M.H. Proc. 4th Cabot Symp. Harvard Forest, Petersham, Massachusetts, April 26 - 30, 1976. Cambridge Univ. Press, Londen.
- AMOBI, C.C. 1974. Periodicity of wood formation in twigs of some tropical trees in Nigeria. *Ann. Bot.* 38: 931 - 936.
- ANDERSON, Jay E. 1982. Factors controlling transpiration and photosynthesis in *Tamarix chinensis* Lour. *Ecology* 63: 48 - 56.
- ANDERSON, R.C. 1974. Seasonality in terrestrial primary producers. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- ANONIEM, 1979. Phenological studies at Anerley. Navorsings=instituut vir Sitrus en Subtropiese Vrugte. Inligtings=bulletin 79.
- ARNOLD, C.Y. 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 74: 430 - 445.
- ARNOLD, C.Y. 1960. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 76: 682 - 692.

- AUBUCHON, R.R., THOMPSON, D.R. & HINCKLEY, T.M. 1978. Environmental influences on photosynthesis within the crown of a white oak. *Oecologia (Berl.)* 35: 295 - 306.
- AUSTIN, R.B. & LONGDEN, P.C. 1967. A rapid method for the measurement of rates of photosynthesis using $^{14}\text{CO}_2$. *Ann. Bot.* 31: 245 - 253.
- AXELSSON, B., GARDEFORS, D., HYTTEBORN, H., LOHM, U., PERSSON, T. & TENOW, O. 1972. Estimation of leaf number and leaf biomass of hazel *Corylus avellana* by two methods. *Oikos* 23: 281 - 283.
- BANNISTER, P. 1976. Introduction to physiological plant ecology. Halsted Press, New York.
- BARBOUR, M.G., BURK, J.H. & PITTS, W.D. 1980. Terrestrial plant ecology. Benjamin/Cummings, California.
- BASKERVILLE, G.L. & EMIN, P. 1969. Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperatures. *Ecology* 50: 514 - 516.
- BATE, G.C., FURNISS, P.R. & PENDLE, P.G. 1982. Water relations of southern African Savannas. In: Ecology of Tropical Savannas, red. Huntley, B.J. & Walker, B.H. Ecological studies Vol. 42. Springer-Verlag, Berlyn.
- BATES, L.M. & HALL, A.E. 1981. Stomatal closure with soil water depletion not associated with changes in bulk leaf water status. *Oecologia (Berl.)* 50: 62 - 65.
- BEARDSSELL, M.F., JARVIS, P.G. & DAVIDSON, B. 1972. A null-balance porometer suitable for use with leaves of many shapes. *J. appl. Ecol.* 9: 677 - 690.
- BELL, K.L. & BLISS, L.C. 1977. Overwinter phenology of plants in a polar semi-desert. *Arctic* 30: 118 - 121.
- BENACCHIO, S.S. & BLAIR, B.O. 1972. A new approach to phenological research: relationships between environmental factors and days to the appearance of the first leaf in four perennial species. *Agron. J.* 64: 297 - 302.
- BLAIR, B.O., NEWMAN, J.E. & FENWICK, J.R. 1974. Phenology gardens in Indiana. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- BLISS, L.C. 1967. Phenology program of the IBP. *BioScience* 17: 712 - 714.
- BIERHUIZEN, J.F., SLATYER, R.O. & ROSE, C.W. 1965. A porometer for laboratory and field use operation. *J. exp. Bot.* 16: 182 - 191.
- BIGALKE, R. 1968. Natuurbewaring in Transvaal. Afdeling Natuurbewaring, Transvaal. Bulletin no. 2. Hayne, Johannesburg.

- BISCOE, P.V., INCOLL, L.D., LITTLETON, E.J. & OLLERENSHAW, J.H. 1977. Barley and its environment. VII. Relationships between irradiance, leaf photosynthetic rate and stomatal conductance. *J. appl. Ecol.* 14: 293 - 302.
- BOALER, S.B. 1966. Ecology of a miombo site, Lupa North Forest Reserve, Tanzania. II. Plant communities and seasonal variation in the vegetation. *J. Ecol.* 54: 465 - 479.
- BOND, W.J. 1980. Periodicity in fynbos of the non-seasonal rainfall belt. *Jl S. Afr. Bot.* 46: 343 - 354.
- BORCHERT, R. 1980. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O.F. Cook. *Ecology* 61: 1065 - 1074.
- BOURDEAU, P.F. & WOODWELL, G.M. 1965. Measurements of plant carbon dioxide exchange by infra-red absorption under controlled conditions and in the field. In: Methodology of plant eco-physiology, red, Eckardt, F.E. Arid Zone Research no. 15. UNESCO, Parys.
- BREDENKAMP, G.J. 1975. 'n Plantsosiologiese studie van die Suikerbosrand-natuurreservaat. M-Sc.-verhandeling. Universiteit van Pretoria.
- BROCK, T.D. 1981. Calculating solar radiation for ecological studies. *Ecological Modelling* 14: 1 - 19.
- BRUECKNER, A.E. 1945. Transpiration studies of some Natal midlands thornveld trees. *S. Afr. J. Sci.* 41: 186 - 193.
- BUNTING, A.H. 1975. Time, phenology and the yield of crops. *Weather* 30: 312 - 325.
- BUYS, M.E.L. & KOTZE, A.V. 1963. Forecasting of full bloom. *Deciduous Fruit Grower* 13: 356 - 360.
- CALDWELL, M.L. 1969. *Erythronium*: comparative phenology of alpine and deciduous forest species in relation to environment. *Amer. Midl. Natur.* 82: 543 - 558.
- CAPRIO, J.M. 1966. A statistical procedure for determining the association between weather and non-measurement biological data. *Agr. Meteorol.* 3: 55 - 72.
- CAPRIO, J.M. 1974. The solar thermal unit concept in problems related to plant development and potential evapo=transpiration. In: Phenology and seasonality modeling. red, Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- CARLSON, R.E., YARGER, D.N. & SHAW, R.H. 1971. Factors affecting the spectral properties of leaves with special emphasis on leaf water status. *Agron. J.* 63: 486 - 489.

- CARR, J.D. 1976. The South African Acacias. Conservation Press, Johannesburg.
- CLINE, R.G. & CAMPBELL, G.S. 1976. Seasonal and diurnal water relations of selected forest species. *Ecology* 57: 367 - 373.
- COETZEE, B.J. 1974. A phytosociological classification of the vegetation of the Jack Scott Nature Reserve. *Bothalia* 11: 329 - 347.
- COETZEE, B.J. 1975. A phytosociological classification of the Rustenburg Nature Reserve. *Bothalia* 11: 561 - 580.
- COETZEE, B.J., VAN DER MEULEN, F., ZWANZIGER, S., GONSALVES, P. & WEISSER, P. 1976. A phytosociological classification of the Nylsvley Nature Reserve. *Bothalia* 12: 137 - 160.
- COETZEE, B.J., VAN WYK, P., GERTENBACH, W.P.D., HALL-MARTIN, A.J. & JOUBERT, S.C.J. 1981. 'n Plantekologiese verkenning van die Waterberggebied in die Noord-Transvaalse Bosveld. *Koedoe* 24: 1 - 23.
- COLLINS, N.M. 1977. Vegetation and litter production in Southern Guinea Savanna, Nigeria. *Oecologia (Berl.)* 28: 163 - 175.
- COLLINSON, R. 1982/83 Changing of the seasons. *Tshomarelo News* No. 7 - 11.
- CRESSWELL, C.F., FERRAR, P., GRUNOW, J.O., GROSSMAN, D., RUTHERFORD, M.C. & VAN WYK, J.J.P. 1982. Phytomass, seasonal phenology and photosynthetic studies. In: *Ecology of Tropical Savannas*, red. Huntley, B.J. & Walker, B.H. Ecological studies Vol. 42. Springer-Verlag, Berlin.
- DAVIDSON, Lynette & JEPPE, Barbara. 1981. Acacias - a field guide to the Acacias of Southern Africa. Centaur, Johannesburg.
- DAVIES, S.J.J.F. 1976. Studies of the flowering season and fruit production of some arid zone shrubs and trees in Western Australia. *J. Ecol.* 64: 665 - 688.
- DAUBENMIRE, R.F. 1968. Plant communities. A textbook of plant synecology. Harper & Row, New York.
- DAUBENMIRE, R.F. 1972. Phenology and other characteristics of a tropical semi-deciduous forest in northwestern Costa Rica. *J. Ecol.* 60: 147 - 170.
- DAUBENMIRE, R.F. 1974. Plants and environment. A textbook of plant autecology. John Wiley & Sons, London.
- DAY, F.P. & MONK, C.D. 1977. Seasonal nutrient dynamics in the vegetation on a southern Appalachian watershed. *Amer. J. Bot.* 64: 1126 - 1139.
- DE DALLA TORRE, C.G. & HARMS, H. 1958. Genera Siphonogamarum. Engelmann, Leipzig.

- DE JAGER, J.M. & HARRISON, T.D. 1982. Towards the development of an energy budget for a savanna ecosystem. In: Ecology of Tropical Savannas, red. Huntley, B.J. & Walker, B.H. Ecological studies Vol. 42. Springer-Verlag, Berlyn.
- DePUIT, E.J. & CALDWELL, M.M. 1973. Seasonal pattern of net photosynthesis of *Artemisia tridentata*. *Amer. J. Bot.* 60: 426 - 435.
- DePUIT, E.J. & CALDWELL, M.M. 1975. Gas exchange of three cool semi-desert species in relation to temperature and water stress. *J. Ecol.* 63: 835 - 858.
- DE WINTER, B., DE WINTER, M. & KILLICK, D.J.B. 1966. Sixty-six Transvaal trees. Voortrekker Pers, Pretoria.
- DU PISANI, A.L. 1967. Fitofenologie. Ongepubliseerde verslag vir die Departement Landbouweerkunde. U.O.V.S.
- DURAND, B.J. 1981. A study of the short-term response of fynbos to fire in the Kogelberg State Forest, South Africa. M.Sc.-verhandeling. Universiteit van Kaapstad.
- DU TOIT, D. 1979. Die waarde van fenologie by die verhoging van produksiedoeltreffendheid van sonneblom. In: Die waarde van fenologie by die verhoging van doeltreffendheid van akkerbougewasse. Tegnieese mededeling no. 150. Staatsdrukker, Pretoria.
- DYER, R.A. 1975. The genera of Southern African flowering plants. Vol. 1. Dicotyledons. Department of Agricultural Technical Services, Pretoria.
- DYER, R.A. 1976. The genera of Southern African flowering plants. Vol. 2. Gymnosperms and Monocotyledons. Department of Agricultural Technical Services, Pretoria.
- EDWARDS, D. 1983. A broad-scale structural classification of vegetation for practical purposes. *Bothalia* 14: 705 - 712.
- EHLERINGER, J. 1981. Leaf absorptances of Mojave and Sonoran desert plants. *Oecologia (Berl.)* 49: 366 - 370.
- EHLERINGER, J., BJOERKMAN, O. & MOONEY, H.A. 1976. Leaf pubescence: Effects on absorptance and photosynthesis in a desert shrub. *Science* 192: 376 - 377.
- EICKER, R. 1979. Die ondersoek van die invloed van temperatuur en straling op die blomtyd van mielies te Potchefstroom. M.Sc.-verhandeling. Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.
- ELLER, B.M. 1972. Messung spektraler Eigenschaften von Blättern im Felde. *Verh. Schweiz. Natf. Ges.* 152: 142 - 145.
- ELLER, B.M. 1979. Die strahlungsökologische Bedeutung von Epidermisauflagen. *Flora* 168: 146 - 192.

- ELLER, B.M., BRINCKMAN, E. & VON WILLERT, D.J. 1983. Optical properties and succulence of plants in the arid Richtersveld (Cape Province, Republic of South Africa). *Botanica Helv.* 93: 47 - 55.
- ELLER, B.M. & GROBBELAAR, N. 1982. Geophylly: Consequences for *Ledebouria ovatifolia* in its natural habitat. *J. exp. Bot.* 33: 366 - 375.
- ELLER, B.M., VAN ROOYEN, N., THERON, G.K. & GROBBELAAR, N. 1984. Spectral properties of some plant species of the Sourish Mixed Bushveld. *S.-Afr. Tydskr. Plantk.* 3: 43 - 49.
- ERNST, W. & WALKER, B.H. 1973. Studies on the hydrature of trees in miombo woodland in South Central Africa. *J. Ecol.* 61: 667 - 673.
- ETHERINGTON, J.R. 1975. Environment and plant ecology. John Wiley, London.
- ETHERINGTON, J.R. 1978. Plant physiological ecology. Studies in biology no. 98. Edward Arnold, London.
- EVANS, G.C. 1972. The quantitative analysis of plant growth. Studies in ecology Vol. 1. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- EWUSIE, J.Y. 1968. Preliminary studies on the phenology of some woody species of Ghana. *Ghana J. Sci.* 8: 126 - 133.
- FERRAR, Pam J. 1978. Environmental effects on rates of photosynthesis and respiration of the dominant trees and grasses at Nylsvley, as measured by gas exchange. Report to National Committee for Environmental Sciences, C.S.I.R.
- FERRAR, Pam J. 1980. Environmental control of gas exchange in some savanna woody species. 1. Controlled environmental studies of *Terminalia sericea* and *Grewia flavescens*. *Oecologia (Berl.)* 47: 204 - 212.
- FLINT, H.L. 1974. Phenology and genecology of woody plants. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- FOSBERG, F.R. 1967. A classification of vegetation for general purposes. In: Guide to the checksheet of conservation areas, red. Peterken, G.F. *IBP Handbook* 4: 73 - 120.
- FRANCO, C.M. & MAGALHÃES, A.C. 1965. Techniques for the measurement of transpiration of individual plants. In: Methodology of plant eco-physiology, red. Eckardt, F.E. Arid Zone Research no. 15. UNESCO, Parys.
- FRANKIE, G.W., BAKER, H.G. & OPLER, P.A. 1974a. Tropical plant phenology: Application for studies in community ecology. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.

- FRANKIE, G.W., BAKER, H.G. & OPLER, P.A. 1974b. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* 62: 881 - 919.
- FRENCH, N. & SAUER, R.H. 1974. Phenological studies and modeling in grasslands. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- F.S.S.A. 1974. Manual of soil analysis methods. The fertilizer society of South Africa. Publication no 37. 3e uitgawe. F.S.S.A., Pretoria.
- GARLIPP, G.W.E.A. 1979. Mielieproduksie en reënval. In: Die waarde van fenologie by die verhoging van doeltreffendheid van akkerbougewasse. Tegnieese mededeling no. 150. Staatsdrukker, Pretoria.
- GATES, D.M. 1968. Transpiration and leaf temperature. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 19: 211 - 238.
- GATES, D.M. 1969. Phenology program of the IBP. *Science Teacher* 36: 28 - 30.
- GATES, D.M., KEEGAN, H.J., SCHLETER, J.C. & WEIDNER, V.R. 1965. Spectral properties of plants. *Appl. Optics* 4: 11 - 20.
- GAUSMAN, H.W., ALLEN, W.A., SCHUPP, M., WIEGAND, C.L., ESCOBAR, D.E. & RODRIQUEZ, R.R. 1970. Reflectance, transmittance and absorptance of light of leaves for 11 plant genera with different leaf mesophyll arrangements. *Texas Agric. Exp. Sta. Technical Monograph* 7.
- GEIGER, R. 1965. The climate near the ground. 4e uitgawe. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- GIBBS RUSSELL, G.E. 1983. Correlation between evolutionary history, flowering phenology, growth form and seral status for important veld grasses. *S.-Afr. Tydskr. Plantk.* 2: 175 - 180.
- GILLILAND, H.B. 1955. On the phenology of the veld around Johannesburg. 1. Monocotyledons. *Jl S. Afr. Bot.* 21: 77 - 82.
- GLOVER, P.E. 1937. A contribution to the ecology of the Highveld flora. *S. Afr. J. Sci.* 34: 224 - 259.
- GOUWS, J.B. & AALBERS, J. 1969. Annualar curves of the osmotic pressure of certain plants on the Cape flats, South Africa. *Jl S. Afr. Bot.* 35: 113 - 126.
- GOYNE, P.J., WOODRUFF, R. & CHURCHETT, J.D. 1977. Prediction of flowering in sunflowers. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 17: 475 - 481.

- GRABHERR, G. 1977. CO₂ gas-exchange of sempervirent dwarf shrub *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv. in dependence on radiation, temperature, water stress and phenological state. *Photosynthe* 11: 302 - 310.
- GRAYBILL, F.A. 1976. Theory and application of the linear model. Wadsworth Publ. Co., Belmont, California.
- GROBBELAAR, N., ELLER, B.M. & VAN ROOYEN, M.W. 1981. Effect of the host species on the succulence of *Tapinanthus oleifolius* (Wendl) Danser. *S. Afr. J. Sci.* 77: 422.
- GROSS, L.J. 1982. Photosynthetic dynamics in varying light environments: a model and its application to whole leaf carbon gain. *Ecology* 63: 84 - 93.
- GUY, P.R., MAHLANGU, Z. & CHARIDZA, H. 1979. Phenology of some trees and shrubs in the Sengwa Wildlife Research Area, Rhodesia. *S. Afr. J. Wildl. Res.* 9: 47 - 54.
- HACIA, H. 1969. Phenology. *Weekly Weather Crop Bull.* 56: 12 - 13.
- HALEVY, G. & ORSHAN, G. 1973. Ecological studies on *Acacia* species in the Negev and Sinai. 2. Phenology of *Acacia raddiana*, *A. tortilis* and *A. gerrardii* ssp. *negevensis*. *Israel Journal of Botany* 22: 120 - 138.
- HALLÉ, F., OLDEMAN, R.A.A. & TOMLINSON, P.B. 1978. Tropical trees and forests. Springer-Verlag, Berlin.
- HALL-MARTIN, A.J. 1974. A note on the seasonal utilization of different vegetation types by giraffe. *S. Afr. Tydskr. Nat.* 70: 122 - 123.
- HALL-MARTIN, A.J. & FULLER, N.G. 1975. Observations on the phenology of some trees and shrubs of the Lengwe National Park, Malawi. *J. sth. Afr. Wildl. Mgmt. Ass.* 5: 83 - 86.
- HELLMUTH, E.O. 1968. Eco-physiological studies on plants in arid and semi-arid regions in Western Australia.
1. Autecology of *Rhagodia baccata* (Labill.) Moq.
2. *Ecol.* 56: 319 - 344.
- HELLMUTH, E.O. 1970. Measurement of leaf water deficit with particular reference to the whole leaf method. *J. Ecol.* 58: 409 - 417.
- HENRICI, M. 1940. Die transpirasie van die verskillende plantgemeenskappe in Suid-Afrika. Deel 1. Transpirasie van Karoobossies. Staatsdrukker, Pretoria.
- HEYNS, A.J. 1957. Flora, fenologie en regenerasie van 'n inheemse woudgemeenskap naby Stellenbosch. *Jl S. Afr. Bot.* 23: 111 - 121.

- HINCKLEY, T.M., DOUGHERTY, P.M., LASSOIE, J.P., ROBERTS, J.E. & TESKEY, R.O. 1979. A severe drought impact on tree growth, phenology, net photosynthetic rate and water relations. *Amer. Midl. Naturalist* 102: 307 - 316.
- HOLWAY, J.G. & WARD, R.T. 1965. Phenology of alpine plants in Northern Colorado. *Ecology* 46: 73 - 83.
- HOOVER, M.W. 1955. Some effects of temperature upon the growth of southern peas. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 66: 308 - 314.
- HOPKINS, A.D. 1938. Bioclimatics - a science of life and climate relations. United States Dept. of Agric. Misc. Publ. no. 280. Washington D.C.
- HOPKINS, B. 1968. Vegetation of the Olokemeji Forest Reserve, Nigeria. 5. The vegetation of the savanna site with special reference to its seasonal changes. *J. Ecol.* 56: 97 - 115.
- HOPKINS, B. 1970a. Vegetation of the Olokemeji Forest Reserve, Nigeria. 6. The plants on the forest site with special reference to their seasonal growth. *J. Ecol.* 58: 765 - 793.
- HOPKINS, B. 1970b. Vegetation of the Olokemeji Forest Reserve, Nigeria. 7. The plants on the savanna site with special reference to their seasonal growth. *J. Ecol.* 58: 795 - 825.
- HOPP, R.J. 1974. Plant phenology observation networks. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlin.
- HOWARD, T.M. 1973. Studies in the ecology of *Nothofagus cunninghamii* Oerst. 2. Phenology. *Aust. J. Bot.* 21: 79 - 92.
- HOWE, G.M. 1953. Climates of the Rhodesias and Nyasaland according to the Thornthwaite classification. *Geogr. Rev.* 43: 525 - 539.
- HUGHES, M.K. 1971. Seasonal calorific values from a deciduous woodland in England. *Ecology* 52: 923 - 926.
- HUNTLEY, B.J. 1970a. An ecological study of the Langjan Nature Reserve. Progress Report. Division of Nature Conservation, Pretoria.
- HUNTLEY, B.J. 1970b. Altitudinal distribution and phenology of Marion Island vascular plants. *Tydskr. Natuurwet.* 10: 225 - 262.
- HUXLEY, P.A. & VAN ECK, W.A. 1974. Seasonal changes in growth and development of some woody perennials near Kampala, Uganda. *J. Ecol.* 62: 579 - 592.

- IDSO, S.B., JACKSON, R.D. & REGINATO, R.J. 1978. Extending the degree day concept of plant phenological development to include water stress effects / *Triticum durum* plant temperature modeling. *Ecology* 59: 431 - 433.
- IMMELMAN, W.F.E., WICHT, C.L. & ACKERMAN, D.P. 1973. Ons groen erfenis. Tafelberg, Kaapstad.
- INCOLL, L.D. 1977. Field studies of photosynthesis: monitoring with $^{14}\text{CO}_2$. In: Environmental effects on crop physiology, red. Landsberg, J.J. & Cutting, C.V. Academic Press, New York.
- JACKSON, J.E. 1963. Relationship of relative leaf growth rate to net assimilation rate and its relevance to the physiological analysis of plant growth. *Nature* 200: 909.
- JACKSON, M.J. 1966. Effects of microclimate on spring flowering phenology. *Ecology* 47: 407 - 415.
- JARVIS, G. 1970. Characteristics of the photosynthetic apparatus derived from its response to natural complexes of environmental factors. In: Prediction and measurement of photosynthetic productivity. Proceedings of the IBP/PP Technical Meeting. Trebon, 14 - 21 September 1969. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- JEPPE, Barbara. 1974. Suid-Afrikaanse Aalwyne. Afrikaanse Pers-Boekhandel. Johannesburg.
- KAEMFERT, W. 1948. Zur Phänometrie. *Wetter und Klima* 1: 40 - 52.
- KANEMASU, E.T., THURTELL, G.W. & TANNER, C.B. 1969. Design calibration and field use of a stomatal diffusion porometer. *Plant Physiol.* 44: 881 - 885.
- KATZ, Y.H. 1952. The relationship between heat unit accumulation and the planting and harvesting of canning peas. *Agron. J.* 44: 74 - 78
- KEEFER, G.D., McALLISTER, J.E., URIDGE, E.S. & SIMPSON, B.W. 1976. Time of planting effects on development, yield and oil quality of irrigated sunflower. *Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 16: 417 - 422.
- KERSHAW, K.A. 1964. Quantitative and dynamic ecology. Edward Arnold, London.
- KINERSON, R.S. 1979. Studies of photosynthesis and diffusion resistance in paper birch (*Betula papyrifera* Marsh.) with synthesis through computer simulation. *Oecologia (Berl.)* 39: 37 - 49.
- KNIGHT, C.B. 1966. Basic concepts of ecology. Macmillan Company, New York.
- KOCH, W., LANGE, L. & SCHULZE, E.-D. 1971. Ecophysiological investigation on wild and cultivated plants in the Negev deser. 1. Methods: a mobile laboratory for measuring CO_2 and H_2O -vapour exchange. *Oecologia (Berl.)* 8: 296 - 309.

- KOK, O.B. & OPPERMAN, D.P.J. 1980. Voedingsgedrag van kameelperde *Giraffa camelopardalis* in die Willem Pretorius-wildtuin, Oranje-Vrystaat. *S. Afr. J. Wildl. Res.* 10: 45 - 55.
- KRAMER, P.J. & BRIX, H. 1965. Measurement of water stress in plants. In: Methodology of plant eco-physiology, red. Eckardt, F.E. Arid Zone Research no. 15. UNESCO, Parys.
- KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. 1979. Physiology of woody plants. Academic Press, New York.
- LANDSBERG, J.J. 1977. Effects of weather on plant development. In: Environmental effects on crop physiology, red. Landsberg, J.J. & Cutting, C.V. Academic Press, Londen.
- LANDSBERG, J.J., BEADLE, C.L., BISCOE, P.V., BUTLER, D.R., DAVIDSON, B., INCOLL, L.D., JAMES, G.B., JARVIS, P.G., MARTIN, P.J., NEILSON, R.E., POWELL, D.B.B., SLACK, E.M., THORPE, M.R., TURNER, N.C., WARRIT, B. & WATTS, W.R. 1975. Diurnal energy, water and CO₂ exchanges in an apple (*Malus pumila*) orchard. *J. appl. Ecol.* 12: 659 - 684.
- LANGE, O.L., KOCH, W. & SCHULZE, E.-D. 1969. CO₂-gas exchange and H₂O relationships of plants in the Negev desert at the end of a dry period. *Ber. Deut. Bot. Ges.* 82: 39 - 61.
- LANGE, O.L., SCHULZE, E.-D. & KOCH, W. 1970. Evaluation of photosynthesis measurements taken in the field. In: Prediction and measurement of photosynthetic productivity. Proceedings of the IBP/PP Technical meeting, Trebon, 14 - 21 September 1969. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- LANGE, O.L., SCHULZE, E.-D., EVENARI, M., KAPPEN, L. & BUSCHBOM, U. 1978. The temperature-related photosynthetic capacity of plants under desert conditions. 3. Ecological significance of the seasonal changes of the photosynthetic response to temperature. *Oecologia (Berl.)* 34: 89 - 100.
- LANGE, O.L., NOBEL, P.S., OSMOND, C.B. & ZIEGLER, H. 1981. Introduction: Perspectives in ecological plant physiology. In: Physiological plant ecology, red. Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B. & Ziegler, H. Encyclopedia of plant physiology, New Series Vol 12A. Springer-Verlag, Berlyn.
- LARCHER, W. 1969a. Physiological approaches to the measurement of photosynthesis in relation to dry matter production by trees. *Photosynthetica* 3: 150 - 166.
- LARCHER, W. 1969b. The effect of environmental and physiological variables on the carbon dioxide gas exchange of trees. *Photosynthetica* 3: 167 - 198.
- LARCHER, W. 1975. Physiological plant ecology. Springer-Verlag, Berlyn.

- LARCHER, W. 1980. Physiological plant ecology. 2e hersiene uitgawe. Springer-Verlag, Berlyn.
- LETTAU, K. 1965. A new method for predicting the blooming date of spring flowers. *Trans. Wisconsin Acad. Sci. Arts Letters* 54: 135 - 142.
- LETTY, Cythna. 1962. Wild flowers of the Transvaal. Hortors, Johannesburg.
- LIETH, H. 1970. Phenology in productivity studies. In: Analysis of temperate forest ecosystems, red. Reichle, D.E. Ecological studies Vol. 1. Springer-Verlag, Berlyn.
- LIETH, H. 1971. The phenological viewpoint in productivity studies. In: Productivity of forest ecosystems, red. Duvigneaud, P. Proc. Brussels Symposium. UNESCO, Parys.
- LIETH, H. 1974. Purposes of a phenology book. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- LIETH, H. 1978. Patterns of primary production in the biosphere. Benchmark papers in ecology 8. Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg.
- LIETH, H. & RADFORD, J.S. 1971. Phenology resource management and synagraphic computer mapping. *BioScience* 21: 62 - 70.
- LINDSEY, A.A. & NEWMAN, J.E. 1956. Use of official weather data in spring time temperature analysis of an Indian phenological record. *Ecology* 37: 812 - 823.
- LONG, S.P. & INCOLL, L.D. 1979. The prediction and measurement of photosynthetic rate of *Spartina townsendii* (*sensu lat.*) in the field. *J. appl. Ecol.* 16: 879 - 892.
- LOWRY, W.P. 1970. Weather and life. An introduction to biometeorology. Academic Press, New York.
- LUDLOW, M.M. 1975. Effect of water stress on the decline of leaf net photosynthesis with age. In: Environmental and biological control of photosynthesis, red. Marcelle, R. Junk, Den Haag.
- LUIS, A. & FOURNIER, O. 1974. A quantitative method for measuring phenological characteristics of trees. *Turnialba* 24: 422 - 423.
- LURIE, S., PAZ, N., STRUCH, N. & BRAVDO, B.A. 1979. Effect of leaf age on photosynthesis and photorespiration. In: Photosynthesis and plant development, red. Marcell, R., Clijsters, H. & van Poucke, M. Junk, Den Haag.
- LYNCH, D. 1971. Phenology, community composition, and soil moisture in a relict at Austin, Texas. *Ecology* 52: 890 - 897.

- MACONOCHIE, J.R. & LANGE, R.T. 1970. Canopy dynamics of trees and shrubs with particular reference to arid zone topfeed species. *Trans. R. Soc. S. Aust.* 94: 243 - 248.
- MADGE, D.S. 1965. Leaf fall and litter disappearance in a tropical forest. *Pedobiologia* 5: 272 - 288.
- MAJOR, J. 1963. A climatic index to vascular plant activity. *Ecology* 44: 485 - 498.
- MALAISSÉ, F. 1974. Phenology of the Zambezian woodland area with emphasis on the miombo ecosystem. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- MALAISSÉ, F. & MALAISSÉ-MOUSSET, M. 1970. Contribution à l'étude de l'écosystème forêt claire (miombo): Phénologie de la défoliation. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique* 103: 115 - 124.
- MALAISSÉ, F., FRESON, R., GOFFINET, G. & MALAISSÉ-MOUSSET, M. 1975. Litter fall and litter breakdown in miombo. In: Tropical ecological systems, red. Golley, F.B. & Medina, E. Ecological studies Vol. 11. Springer-Verlag, Berlyn.
- MATHER, J.R. 1973. Workbook in applied climatology. Publications in climatology Vol. 16(2). C.W. Thornthwaite Associates, Elmer.
- MAUER, J., MAYO, J. & DENFORD, K. 1978. Comparative eco-physiology of the chromosome races in *Viola adunca* J.E. Sm. *Oecologia (Berl.)* 35: 91 - 104.
- McWILLIAM, J.R., PHILLIPS, P.J. & PARKES, R.R. 1973. Measurement of photosynthetic rate using labelled carbon dioxide. *CSIRO Aust. Div. Pl. Ind. Tech. Pap.* 31: 1 - 12.
- MEDINA, E. 1982. Physiological ecology of neotropical savanna plants. In: Ecology of tropical savannas, red. Huntley, B.J. & Walker, B.H. Ecological studies Vol. 42. Springer-Verlag, Berlin.
- MENAUT, J.C. & CESAR, J. 1982. Structure and dynamics of a West African Savanna. In: Ecology of tropical savannas, red. Huntley, B.J. & Walker, B.H. Ecological studies Vol. 42. Springer-Verlag, Berlyn.
- MILLER, C.B. 1949. Flowering periodicity in some woody plants of the Southern Bechuanaland Protectorate. *Jl S. Afr. Bot.* 15: 49 - 54.
- MILTON, S.J. 1981. Litterfall of the exotic Acacias in the South Western Cape. *Jl S. Afr. Bot.* 47: 147 - 156.
- MILTON, S.J. & MOLL, E.J. 1982. Phenology of Australian Acacias in the south-western Cape, South Africa and its implications for management. *Bot. J. Linn. Soc.* 84: 295 - 328.
- MONASTERIO, M. & SARMIENTO, G. 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and the semi-deciduous forest of the Venezuelan llanos. *Journal of Biogeography* 3: 325 - 356.

- MONTENEGRO, G., ALJARO, M.E. & KUMMEROW, J. 1979. Growth dynamics of Chilean matorral shrubs. *Bot. Gaz.* 140: 114 - 119.
- MOONEY, H.A. & DUNN, E.L. 1970. Photosynthetic systems of Mediterranean-climate shrubs and trees of California and Chile. *Amer. Natur.* 104: 447 - 453.
- MOONEY, H.A., DUNN, E.L., HARRISON, A.T., MORROW, P.A., BARTHOLOMEW, B. & HAYS, R. 1971. A mobile laboratory for gas exchange measurements. *Photosynthetica* 5: 128 - 132.
- MOONEY, H.A., PARSONS, D.J. & KUMMEROW, J. 1974. Plant development in Mediterranean climates. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlin.
- MOORE, K. & LOVELL, P. 1970. Chlorophyll content and the pattern of yellowing in senescent leaves. *Ann. Bot.* 34: 1097 - 1100.
- MORRIS, J.W. 1983. A review of decomposition and reduction and of soil organic matter in tropical African Biomes. *Jl S. Afr. Bot.* 49: 65 - 78.
- MORRIS, J.W. & MANDERS, R. 1981. Information available within the Precis Data-bank of the National Herbarium, Pretoria, South Africa, with examples of uses to which it may be put. *Bothalia* 13: 473 - 486.
- MORRIS, J.W., BEZUIDENHOUT, J.J. & FURNISS, P.R. 1982. Litter decomposition. In: Ecology of tropical savannas, red. Huntley, B.J. & Walker, B.H. Ecological studies Vol. 42. Springer-Verlag, Berlin.
- MORRISON, D.F. 1967. Multivariate statistical methods. McGraw-Hill Book Co., New York.
- MORROW, P.A. & SLATYER, R.O. 1971. Leaf resistance measurements with diffusion porometers: precautions in calibration and use. *Agricultural Meteorology* 8: 223 - 233.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York.
- NAIDOO, G. & NAIDOO, D.K. 1981. Field studies of diurnal leaf diffusive resistance of mangrove leaves at various soil moisture tensions and photosynthetically active radiation. *Jl S. Afr. Bot.* 47: 627 - 636.
- NAYLOR, D.G. & TEARE, I.D. 1975. An improved rapid field method to measure photosynthesis with $^{14}\text{CO}_2$. *Agron. J.* 67: 404 - 406.
- NEWBOULD, P.J. 1967. Methods for estimating the primary production of forests. IBP Handbook no. 2. Blackwell, Oxford.

- NEWMAN, J.E. & BEARD, J.B. 1962. Phenological observations: The dependant variable in bioclimatic and agrometeorological studies. *Agr. J.* 54: 399 - 403.
- NEWMAN, J.E., BLAIR, B.O., DALE, R.F., SMITH, L.H. & SCHAAL, L.A. 1968. Growing degree days. *Crops and Soils Magazine* 21: 9 - 12.
- NIENSTAEDT, H. 1974. Genetic variations in some phenological characteristics of forest trees. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- N.I.G.B. 1982. Klimaatgegewens vir Roodeplaat (Tuinbou) vir die periode 1979 - 1982. Afdeling Agrometeorologie, Navorsingsinstituut vir Grond en Besproeiing, Pretoria.
- NILSEN, E.T. & MULLER, W.H. 1981. Phenology of the drought-deciduous shrub *Lotus scoparius*: climatic controls and adaptive significance. *Ecol. Monogr.* 51: 323 - 341.
- NUTTONSON, M.Y. 1948. Some preliminary observations of phenological data as a tool in the study of photoperiodic and thermal requirements of various plant materials. In: Vernalization and photoperiodism, red. Murneer, A.E. & Whyte, R.O. *Chronica Botanica*, Waltham.
- NUTTONSON, M.Y. 1955. Wheat-climate relationships and the use of phenology in ascertaining the thermal and photothermal requirements of wheat. *Amer. Inst. Crop Ecol.* Washington D.C. 388 pp.
- NYE, P. 1961. Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. *Plant Soil* 13: 333 - 346.
- OATES, L.G. 1971. An ecological study of the Hans Merensky Nature Reserve, for the formulation of a future management policy. Annual Report, Nature Conservation Division. Transvaal Provincial Administration.
- OATES, L.G. 1972. Food preferences of giraffe in Transvaal Lowveld mopane woodland. *J. sth. Afr. Wildl. Mgmt. Ass.* 2: 21 - 23.
- OATES, L.G. 1977. Roodeplaatdam-natuurreservaat — vername buiteligontspanningsoord. *Fauna & Flora* 31: 20 - 21.
- ODUM, E.P. 1971. Fundamentals of ecology. Saunders, Philadelphia.
- OECHEL, W.C., STRAIN, B.R. & ODENING, W.R. 1972. Tissue water potential, photosynthesis, ¹⁴C-labelled photosynthate utilization and growth in the desert shrub *Larrea divaricata* Car. *Ecol. Monogr.* 42: 127 - 141.
- OECHEL, W.C. & LAWRENCE, W.T. 1979. Energy utilization and carbon metabolism in Mediterranean scrub vegetation of Chile and California. 1. Methods: a transportable cuvette field photosynthesis and data acquisition system and representative results for *Cyanothus greggii*. *Oecologia (Berl.)* 39: 321 - 335.

- OPLER, P.A., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography* 3: 231 - 236.
- OPLER, P.A., FRANKIE, G.W. & BAKER, H.G. 1980. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* 68: 167 - 188.
- OPPERMAN, D.P.J. & ROBERTS, B.R. 1978. Die fenologiese ontwikkeling van *Themeda triandra*, *Elyonurus argenteus* en *Heteropogon contortus* onder veldtoestande in die sentrale Oranje-Vrystaat. *Handelinge van die Weidingsvereniging van Suidelike Afrika* 13: 135 - 140.
- ORSHAN, G. 1963. Seasonal dimorphism of desert and Mediterranean chamaephytes and its significance as a factor in their water economy. In: The water relations of plants, red. Rutter, A.J. & Whitehead, F.H. Blackwell, Londen.
- ORSHAN, G. 1981a. Approaches to the definition of Mediterranean growth forms. Medcon Review paper no. 4.
- ORSHAN, G. 1981b. Monocharacter growth form types as a tool in an analytic-synthetic study of growth forms in Mediterranean type ecosystems - a proposal for an inter-regional program. Typescript.
- ORSHAN, G. 1981c. Determination of monocharacter growth forms of selected species in the winter rainfall area of South Africa. Progress Report. Typescript.
- PALGRAVE, K.C. 1977. Trees of Southern Africa. Struik, Kaapstad.
- PALMER, A.R. 1981. A study of the vegetation of the Andries Vosloo Kudu Reserve, Cape Province. M.Sc.-verhandeling. Rhodes Universiteit, Grahamstad.
- PALMER, E. & PITMAN, N. 1972. Trees of Southern Africa. Vol. 1 - 3. Balkema, Kaapstad.
- PANNIER, F. 1975. Physioecological problems in the Tropics. In: Tropical ecological systems. Trends in terrestrial and aquatic research, red. Golley, F.B. & Medina, E. Ecological studies Vol. 11. Springer-Verlag, Berlyn.
- PARKINSON, K.L. & LEGG, B.J. 1972. A continuous flow porometer. *J. appl. Ecol.* 9: 669 - 675.
- PEARSON, C.J. 1979. Daily cycles of photosynthesis, respiration and translocation. In: Photosynthesis and plant development, red. Marcelle, R., Clijsters, H. & Van Poucke, M. Junk, Den Haag.
- PIERCE, Shirley M. & COWLING, R.M. 1984a. Phenology of fynbos, renosterveld and subtropical thicket in the south eastern Cape. *S.-Afr. Tydskr. Plantk.* 3: 1 - 16.

- PIERCE, Shirley M. & COWLING, R.M. 1984b. Seasonal growth of the overstorey and understorey in mediterranean-type shrublands and heathlands. *S.-Afr. Tydskr. Plantk.* 3: 17 - 21.
- PLATT, R.B. & GRIFFITHS, J.F. 1965. Environmental measurement and interpretation. Reinhold Publishing Corp., New York.
- RAUZI, F. & DOBRENZ, A.K. 1970. Seasonal variation of chlorophyll in western wheatgrass and blue gramma. *J. Range Mgt.* 23: 372 - 373.
- RAWSON, H.M., BEGG, J.E. & WOODWARD, R.G. 1977. The effect of atmospheric humidity on photosynthesis, transpiration and water use efficiency of leaves of several plant species. *Planta* 134: 5 - 10.
- READER, R., RADFORD, J.S. & LIETH, H. 1974. Modeling important phytophenological events in Eastern North America. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- REICH, P.B. & BORCHERT, R. 1982. Phenology and ecophysiology of a tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). *Ecology* 63: 294 - 299.
- REYNEKE, W.F., COETZER, L.A. & GROBBELAAR, N. 1979. Plantkunde, Organografie en sitologie. Butterworth, Durban.
- ROBINSON, R.G. 1971. Sunflower phenology - year, variety and date of planting effects on day and growing degree day summations. *Crop Sci.* 11: 635 - 638.
- ROGERS, R.W. & WESTMAN, W.E. 1981. Growth rhythms and productivity of a coastal subtropical eucalypt forest. *Aust. J. Ecol.* 6: 85 - 98.
- RÖSCH, Margaretha W. 1977. Enkele plantekologiese aspekte van die Hester Malan-natuurreservaat. M.Sc.-verhandeling. Universiteit van Pretoria.
- ROSS, J.H. 1972. The *Acacia* species of Natal. Colorgraphic, Durban.
- RUTHERFORD, M.C. 1975. Aspects of ecosystem function in a woodland savanna in South West Africa. Ph.D.-proefskrif. Universiteit van Stellenbosch.
- RUTHERFORD, M.C. 1982. Woody plant biomass distribution in *Burkea africana* savannas. In: Ecology of tropical savannas, red. Huntley, B.J. & Walker, B.H. Ecological studies Vol. 42. Springer-Verlag, Berlyn.
- RUTHERFORD, M.C. & PANAGOS, M.D. 1982. Seasonal woody plant shoot growth in *Burkea africana* - *Ochna pulchra* savanna. *S.-Afr. Tydskr. Plantk.* 1: 104 - 116.

- RUTHERFORD, M.C., PANAGOS, M.D. & CARR, P.S. 1978. Woody species biomass and seasonal production within the South African Savanna Ecosystem Project. Annual Progress Report 1977/78.
- S.A.C.S. 1980. South African Committee for Stratigraphy. Stratigraphy in South Africa. Part 1. Lithostratigraphy of the Republic of South Africa, South West Africa/Namibia, and the Republic of Bophutatswana, Transkei and Venda. *Handb. geol. Surv. S. Afr.* 8: 1 - 690.
- SAEKI, T. & NOMOTO, N. 1958. On the seasonal change of photosynthetic activity of some deciduous and evergreen broadleaf trees. *Bot. Mag. Tokyo* 71: 235 - 241.
- SALISBURY, F.B. & ROSS, C. 1978. Plant physiology. 2e uitgawe. Wadsworth, Belmont.
- SAUER, J.J.C., THERON, G.K. & SKINNER, J.D. 1977. Food preferences of giraffe *Giraffa camelopardalis* in the Arid Bushveld of the Western Transvaal. *S. Afr. J. wildl. Res.* 7: 53 - 59.
- SCHELPE, E.A.C.L.E. 1969. A revised check-list of the Pteridophyta of southern Africa. *Jl S. Afr. Bot.* 35: 127 - 140.
- SCHNELLE, F. 1955. Pflanzen-Phänologie, Probleme der Bioklimatologie. Band 3. Akad. Verlagsges., Leipzig.
- SCHNELLE, F.E. & VOLKERT, E. 1974. International phenological gardens in Europe: The basic network for International phenological observations. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- SCHULZE, B.R. 1947. The climates of South Africa according to the classifications of Köppen and Thornthwaite. *S. Afr. Geogr. J.* 29: 32 - 42.
- SCHULZE, B.R. 1958. The climate of South Africa according to Thornthwaite's rational classification. *S. Afr. Geogr. J.* 40: 31 - 52.
- SCHULZE, B.R. 1965. Klimaat van Suid-Afrika. Deel 8. Algemene oorsig. W.B. 28. Staatsdrukker, Pretoria.
- SCHULZE, E.-D. & Koch, W. 1971. Measurement of primary production with cuvettes. In: Productivity of forest ecosystems, red. Duvigneaud, P. UNESCO, Parys.
- SCHULZE, E.-D., ELLER, B.M., THOMAS, D.A., VON WILLERT, D.J. & BRINCKMAN, E. 1980. Leaf temperatures and energy balance of *Welwitschia mirabilis* in its natural habitat. *Oecologia (Berl.)* 44: 258 - 262.
- SCHULZE, R.E. & McGEE, O.S. 1978. Climatic indices and classifications in relation to the biogeography of Southern Africa. In: Biogeography and ecology of Southern Africa, red. Werger, M.J.A. Junk, Den Haag.

- SCOTT, J.D. 1934. Ecology of certain plant communities of the central province, Tanganyika Territory. *J. Ecol.* 12: 177 - 229.
- SEEMANN, J., CHIRKOV, Y.I., LOMAS, J. & PRIMAULT, B. 1979. Agrometeorology. Springer-Verlag, Berlyn.
- SESTÁK, Z., CATSKÝ, J. & JARVIS, P.G. 1971. Plant photo-synthetic production. Manual of methods. Junk, Den Haag.
- SHIMSHI, D. 1969. A rapid field method for measuring photosynthesis with labelled carbon dioxide. *J. exp. Bot.* 20: 381 - 401.
- SHIMWELL, D.W. 1971. Description and classification of vegetation. Sedgewick & Jackson, Londen.
- SHUKLA, R.P. & RAMAKRISHNAN, P.S. 1982. Phenology of trees in a sub-tropical humid forest in north-eastern India. *Vegetatio* 49: 103 - 109.
- SILCOCK, R.G. & WILSON, D. 1981. Effect of watering regime on yield, water use and leaf conductance of seven *Festuca* species with contrasting leaf ridging. *New Phytol.* 89: 569 - 580.
- SLAVÍK, B. 1974. Methods of studying plant water relations. Springer-Verlag, Berlyn.
- SMITH, W.K. 1978. Temperatures of desert plants: another perspective on the adaptability of leaf size. *Science* 201: 614 - 616.
- SMITH, W.K. & NOBEL, P.S. 1977. Influences of seasonal changes in leaf morphology on water-use-efficiency for three desert broadleaf shrubs. *Ecology* 58: 1033 - 1043.
- SOMMERVILLE, J.E.M. 1981. A comparison of the seasonal growth of indigenous and non-indigenous species in the South-western Cape. *Jl S. Afr. Bot.* 47: 797 - 806.
- SPECHT, R.L. & BROUWER, Y.M. 1975. Seasonal shoot growth of *Eucalyptus* species in the Brisbane area of Queensland (with notes on shoot growth and litter fall in other areas of Australia). *Aust. J. Bot.* 23: 459 - 474.
- STEARNS, W.T. 1973. Botanical Latin. David & Charles, Newton Abbot.
- STEARNS, F.W. & LIETH, H. 1974. Methods for phenological studies: Introduction. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- SUTCLIFFE, J. 1979. Plants and water. 2e uitgawe. Studies in biology no. 14. Edward Arnold, Londen.
- SYDES, C. & GRIME, J.P. 1981. Effects of tree leaf litter on herbaceous vegetation in deciduous woodland. 2. An experimental investigation. *J. Ecol.* 69: 249 - 262.

- SYKES, J.M. & BUNCE, R.G.H. 1970. Fluctuations in litter-fall in a mixed deciduous woodland over a three-year period 1966 - 68. *Oikos* 21: 326 - 329.
- TANNER, E.V.T. 1980. Studies on the biomass and productivity in a series of Montane Rain forests in Jamaica. *J. Ecol.* 68: 573 - 598.
- TAYLOR, F.G. 1974. Phenodynamics of production in a mesic deciduous forest. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- TENHUNEN, J.D., LANGE, O.L., BRAUN, M., MEYER, A., LÖSCH, R. & PEREIRA, J.S. 1980. Midday stomatal closure in *Arbutus unedo* leaves in a natural macchia and under simulated habitat conditions in an environmental chamber. *Oecologia (Berl.)* 47: 365 - 367.
- TENHUNEN, J.D., LANGE, O.L. & BRAUN, M. 1981. Midday stomatal closure in mediterranean type sclerophylls under simulated habitat conditions in an environmental chamber. 2. Effect of the complex of leaf temperature and air humidity on gas exchange of *Arbutus unedo* and *Quercus ilex*. *Oecologia (Berl.)* 50: 5 - 11.
- THERON, G.K. 1973. 'n Ekologiese studie van die plantegroei van die Loskopdam-natuurreservaat. D.Sc.-proefskrif. Universiteit van Pretoria.
- THORNTHWAITE, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review* 38: 55 - 94.
- THORNTHWAITE, C.W. 1952. Climate in relation to planting and irrigation of vegetable crops. In: Proceedings VIII, General Assembly XVII Congress International Geographical Union. pp. 290 - 295. Washington D.C.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. 1954. Recent studies in bioclimatology. *Meteorol. Monograph* 2: 1 - 10.
- TIESZEN, L.L., JOHNSON, D.A. & CALDWELL, M.M. 1974. A portable system for the measurement of photosynthesis using ¹⁴carbon dioxide. *Photosynthetica* 8: 151 - 160.
- T.S.S.A. 1964. Trees and shrubs of the Witwatersrand. Witwatersrand University Press, Johannesburg.
- TURNER, N.C. & INCOLL, L.D. 1971. The vertical distribution of photosynthesis in crops of tobacco and sorghum. *J. appl. Ecol.* 8: 581 - 591.
- TURNER, N.C. & PARLANGE, J-Y. 1970. Analysis of operation and calibration of a ventilated diffusion porometer. *Pl. Physiol. Lancaster* 46: 175 - 177.

- VAN BAVEL, C.H.M., NAKAYAMA, F.S. & EHRLER, W.L. 1965. Measuring transpiration resistance of leaves. *Plant Physiol. Cutztown* 40: 535 - 540.
- VAN DER MERWE, P. 1966. Die flora van Swartboskloof, Stellenbosch en die herstel van die soorte na 'n brand. *Annale Universiteit van Stellenbosch* Vol. 41. Serie A, no. 14: 691 - 736.
- VAN DER MEULEN, F. 1979. Plant sociology of the western Transvaal Bushveld, South Africa. A syntaxonomic and synecological study. Vaduz, Cramer.
- VAN ROOYEN, Margaretha W., THERON, G.K. & GROBBELAAR, N. 1979a. Phenology of the vegetation in the Hester Malan Nature Reserve in the Namaqualand Broken Veld, South Africa. 1. General observations *Jl S. Afr. Bot.* 45: 279 - 294.
- VAN ROOYEN, Margaretha W., GROBBELAAR, N. & THERON, G.K. 1979b. Phenology of the vegetation in the Hester Malan Nature Reserve in the Namaqualand Broken Veld, South Africa. 2. The therophyte population. *Jl S. Afr. Bot.* 45: 433 - 452.
- VAN ROOYEN, N. 1983a. Die plantegroei van die Roodeplaatdam-natuurreservaat. 1. 'n Voorlopige plantspesielys. *S.-Afr. Tydskr. Plantk.* 2: 105 - 114.
- VAN ROOYEN, N. 1983b. Die plantegroei van die Roodeplaatdam-natuurreservaat. 2. Die plantgemeenskappe. *S.-Afr. Tydskr. Plantk.* 2: 115 - 125.
- VAN WYK, P. 1972. Bome van die Nasionale Krugerwildtuin. Vol. 1. Perskor, Johannesburg.
- VAN WYK, P. 1974. Bome van die Nasionale Krugerwildtuin. Vol. 2. Perskor, Johannesburg.
- VENTER, H.J.T. 1976. Bome en struik van die Oranje-Vrystaat. P.J. de Villiers, Bloemfontein.
- VERDOORN, I.C. 1942. 'n Inleiding tot plantkunde en tot enige Transvaalse veldblomme. Van Schaik, Pretoria.
- VON BREITENBACH, F. 1974. Suid-Kaapse Bosse en Bome. Staatsdrukker, Pretoria.
- WALTER, H. 1963. Climatic diagrams as a means to comprehend the various climatic types for ecological and agricultural purposes. In: The water relations of plants, red. Rutter, A.J. & Whitehead, F.H. Blackwell, Oxford.
- WANG, J.Y. 1960. A critique of the heat unit approach to plant response studies. *Ecology* 41: 785 - 790.
- WANG, J.Y. 1963. Agricultural meteorology. Pace Maker Press, Milwaukee.

- WATTS, W.R. 1977. Field studies of stomatal conductance. In: Environmental effects on crop physiology, red. Landsberg, J.J. & Cutting, C.V. Academic Press, New York.
- WEERBURO, 1956. Klimaat van Suid-Afrika. Maksimum 24-uur reënval. Deel 3. W.B. 21. Staatsdrukker, Pretoria.
- WEERBURO, 1965. Klimaat van Suid-Afrika. Deel 9. Gemiddelde maandelikse reënval tot op die end 1960. W.B. 29. Staatsdrukker, Pretoria.
- WEERBURO, 1968. Sonstraling en sonskyn. W.B. 32. Staatsdrukker, Pretoria.
- WEERBURO, 1974. Klimaat van Suid-Afrika. Deel 11. W.B. 36. Uiterste waardes van reënval, temperatuur en wind vir gekose herhalingsperiodes. Staatsdrukker, Pretoria.
- WERGER, M.J.A. 1974. On concepts and techniques applied in the Zürich-Montpellier method of vegetation survey. *Bothalia* 11: 309 - 323.
- WERGER, M.J.A. & COETZEE, B.J. 1978. The Sudano-Zambezi Region. In: Biogeography and ecology of Southern Africa Vol. 1, red. Werger, M.J.A. Junk, Den Haag.
- WEST, N.F. & WEIN, R.W. 1971. A plant phenological index technique. *BioScience* 21: 116 - 117.
- WESTFALL, R.H. 1981. The plant ecology of the farm Groothoek, Thabazimbi district. M.Sc.-verhandeling. Universiteit van Pretoria.
- WESTFALL, R.H., DEDNAM, G., VAN ROOYEN, N. & THERON, G.K. 1982. PHYTOTAB - A program package for Braun-Blanquet tables. *Vegetatio* 49: 35 - 37.
- WESTMAN, W.E. 1981. Seasonal dimorphism of foliage in California U.S.A. coastal sage scrub. *Oecologia (Berl.)* 51: 385 - 388.
- WHITMORE, Joan S. 1971. South Africa's water budget. *S. Afr. J. Sci.* 67: 166 - 176.
- WHITMORE, Joan S. 1975. Climatological aspects of the environment - their measurement and interpretation. Short course: Habitat evaluation techniques. June 1975. Pietermaritzburg.
- WIELGOLASKI, F.E. 1974. Phenology in agriculture. In: Phenology and seasonality modeling, red. Lieth, H. Ecological studies Vol. 8. Springer-Verlag, Berlyn.
- WILLIS, A.J. & JEFFERIES, R.L. 1963. Investigations on the water relations of sand-dune plants under natural conditions. In: The water relations of plants, red. Rutter, A.J. & Whitehead, F.H. Blackwell, Oxford.

- WITHAM, F.H., BLAYDES, D.F. & DEVLIN, R.M. 1971. Experiments in plant physiology. Van Nostrand Reinhold, New York.
- WOOLLEY, J.T. 1971. Reflectance and transmittance of light by leaves. *Plant Physiol.* 47: 656 - 662.
- YEMM, E.W. & BIDWELL, R.G.S. 1969. Carbon dioxide exchanges in leaves. 1. Discrimination between $^{14}\text{CO}_2$ and $^{12}\text{CO}_2$ in photosynthesis. *Plant Physiol.* 44: 1328 - 1334.
- YONG No Lee 1971. Patterns of flowering periods in selected floras of the world. *Journal of the Korean Research Institute for Better Living* 6: 41 - 51.
- ZELITCH, I. 1975. Environmental and biological control of photosynthesis: general assessment. In: Environmental and biological control of photosynthesis, red. Marcelle, R. Junk, Den Haag.