

Hidrologiese siklus van natuurlike veld in die Sentrale Oranje-Vrystaat

H.A. Snyman en W.L.J. van Rensburg

Departement Weidingsleer, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Posbus 339, Bloemfontein 9300

UITTREKSEL

Die hidrologiese siklus, wat in 'n aantal intermediêre prosesse verdeel kan word en wat in groot mate die inset-tot-uitsetverhouding of waterbalans van die weidingekosisteem bepaal, word bespreek. Die intermediêre prosesse omvat oppervlakafloop, evapotranspirasie, perkolasie, infiltrasie en die opberging van water in die sisteem. Praktiese riglyne vir die verhoging van die effektiwiteit van die reënval, beskikbaar vir die bogrondse fitomassaproduksie in ariede en semi-ariëde gebiede, word bespreek.

ABSTRACT

Hydrological cycle of natural veld in the Central Orange Free State

The hydrological cycle, which determines the water balance of the grazing ecosystem, is discussed. This cycle can be separated into a number of intermediate processes, each of which influences the water balance. These intermediate processes include surface runoff, evapotranspiration, percolation, infiltration and the storage of water in the ecosystem. Practical guidelines to increase the effectivity of the available rainfall for aboveground phytomass production, in arid and semi-arid regions, are discussed.

INLEIDING

Natuurlike veld sal steeds vir die afsienbare toekoms die belangrikste bron van veevoeding bly. Daarom is dit belangrik om alle faktore wat 'n rol in die bedreiging daarvan kan speel, deeglik in ag te neem en om oplossings daarvoor te vind. Dit is 'n vraag of ons werklik oor voldoende basiese inligting oor die plant/dierinteraksie beskik, en waarop optimale bodembenutting geskoei kan word. Die produksievermoë van natuurlike veld per eenheid vog, wat ten nouste gekoppel is met veebelading, het in die verlede nie die aandag gekry wat dit verdien het nie.¹

In die verlede is daar miskien meer op die eindproduk gekonsentreer, terwyl die dryfkragte van die weidingekosisteem nie die nodige aandag geniet het nie. Van al die dryfkragte in die weidingekosisteem wat produksie beïnvloed, blyk water (reënval) in die ariede en semi-ariëde gebiede die beperkendste te wees. In hierdie gebiede, waar waterverbruikers geen gewaarborgde watersurplusse dwarsdeur die jaar het nie, moet die verdeling en benutting daarvan noukeurig beplan word. Hiervoor is dit nodig dat die omvang en bestendigheid van waterhulpbronne volgens 'n waterbalans beraam word.

Die hidrologiese siklus van natuurlike grasveld in verskillende suksesiastadiums is op Sydenham, proefplaas van die Universiteit van die Oranje-Vrystaat (met 'n gemiddelde jaarlikse reënval van 560 mm), ondersoek. Praktiese metodes is ook gevind waardeur die doeltreffendheid van reënvalverbruik op die verskillende veldtoestande verhoog kan word. Die klimaksgrasbedekking word gedomineer deur *Themeda triandra* en *Digitaria eriantha* met 'n 9% basale bedekking, terwyl die subklimaksbedekking oorheers word deur *Eragrostis*-spesies met 'n 6% basale bedekking. Die pionierbedekking, wat in 'n swak toestand was, bestaan uit *Aristida congesta* subsp. *congesta* en *Tragus koelerioides* met 'n 3%

basale bedekking. Die navorsing is onderneem op 'n Huttongrondvorm van die Shorrockserie. Drie duidelik onderskeibare horisonne – 'n ortiese A-horison van 0 tot 200 mm, 'n rooi apedale B₂-horison van 200 tot 600 mm, en 'n pedokutaniese IIB₂-horison van 600 tot 800 mm – is geïdentifiseer. Die A-, B₂- en IIB₂-horisonne se brutodigtheid was onderskeidelik 1,484 g per cm³, 1,563 g/cm³ en 1,758 g/cm³, terwyl die klei-inhoud onderskeidelik 10,6, 19,0 en 38,8% was. Dit is een van die belangrikste grondvorme waarop natuurlike weiveld in die sentrale grasveldgebied voorkom.

1. Evapotranspirasie

Die hoeveelheid water wat vanaf die landoppervlak na die atmosfeer verdamp, is 'n baie belangrike element in die hidrologiese siklus. Hierdie waterbeweging, wat deur evaporasie van die grondoppervlak asook transpirasie deur die blare geskied, is uiters moeilik om afsonderlik van 'n oppervlak waarop daar plantegroei voorkom, te meet, aangesien evaporasie nie onafhanklik van transpirasie binne 'n plantgemeenskap voorkom nie. Daarom word die twee prosesse gesamentlik onder die term evapotranspirasie beskou.

Lisimeters van verskillende ontwerpe word reeds sedert 1688 en veral van die begin van hierdie eeu af wêreldwyd gebruik vir die akkurate bepaling van die evapotranspirasie en waterverbruik van veral akkerbougewasse, vrugtebome, aangeplante weidings en natuurlike veld. Relatief eenvoudig en goedkoop nieldrywende hidroliese lisimeters (0,60 × 0,80 m), wat betroubare data oor relatief lang periodes kan lewer, is gebruik vir die bepaling van die evapotranspirasie van natuurlike veld, in verskillende suksesiastadiums, van die Sentrale Oranje-Vrystaat.^{2,3}

Die potensiele evapotranspirasie (Et), wat gedefinieer word as die verdamping en transpirasie van 'n

Tabel 1
Gemiddelde potensiële Et-verlies (mm), Et/Eo-verhouding en WVD (g/l) van grasveld in verskillende suksesiastadiums vir die periode 29-09-1978 tot 11-05-1979³

Behandeling	Evapotranspirasie (Et)		Et/Eo-verhouding	WVD g/l
	Gemidd. (mm/dag)	Totaal (mm)		
Augustus tot einde Desember				
Klimaks	6,87	1 075,67	0,672	1,37
Subklimaks	6,15	926,45	0,615	1,07
Pionier	4,46	686,70	0,441	0,78
Begin Januarie tot Mei				
Klimaks	3,95	627,30	0,511	0,46
Subklimaks	3,68	580,62	0,471	0,44
Pionier	3,02	475,95	0,392	0,35

digte plantbedekte oppervlak waarin daar voldoende water is om nie 'n vogtekort te veroorsaak nie, word vir die klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking in Tabel 1 aangetoon.³

Die hoogste Et-verliese het in al die suksesiastadiums gedurende die reprodktiewe stadium voorgekom. Die hoogste Et-verlies onder optimale vogtoestande in die sentrale grasveldgebied, wat deur Opperman⁴ aangeteken is, was 10,2 mm water per dag van 'n *Themeda triandra*-grasveld (8% basale bedekking) in vergelyking met 11,86, 9,79 en 6,36 mm per dag vir onderskeidelik die klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking.²

Verskeie weerkundige formules en elemente (temperatuur, wind, lugvog en straling) is betekenisvol met Et gekorreleer. Die klas A-verdampingspan (Eo) is die geskikste om vir die berekening van Et te gebruik. Dit is moontlik om van die Eo die Et vir 'n bepaalde gewas te bereken, indien die Et/Eo-verhouding onder optimale grondvogtoestande vir daardie gewas bekend is. Opperman⁴ het bevind dat die gemiddelde weeklikse Et/Eo-verhouding vir *Themeda triandra* oor drie seisoene vergelykbaar was, naamlik 0,341 (1972/73) 0,389 (1973/74) en 0,334 (1974/75). Die Et/Eo-verhouding van 0,389 vir die 1973/74-seisoen kan volgens hom as 'n goeie aanduiding van die potensiële Et/Eo-verhouding van 'n *Themeda triandra*-grasveld (8% basale bedekking) op 'n Huttongrondvorm beskou word. Die gemiddelde weeklikse Et/Eo-verhouding vir die klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking word in Tabel 1 aangetoon.³ Aangesien die suksesiastadiums gedurende hierdie periode nooit aan vogtekorte onderhewig was nie, kan dié Et/Eo-verhoudings as die potensiële verhouding van 'n klimaks-, subklimaks- en pionierbedek-

king met 'n basale bedekking van onderskeidelik 9, 6 en 3% op 'n Huttongrondvorm beskou word. Volgens Tanner⁵ kan die potensiële Et/Eo-waardes vir aangeplante weidings onder besproeiing op 0,75 gestel word, en dié van lusern op 0,85.

Die werklike evapotranspirasie is afhanklik van dieselfde toestande soos vir potensiële evapotranspirasie gedefinieer, behalwe dat die wateraanvulling natuurlik geskied en nie deur kunsmatige metodes, byvoorbeeld besproeiing, nie. Die gemiddelde werklike jaarlikse Et-verlies vir die periode 1977/78 tot 1983/84 vir 'n klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking was onderskeidelik 496,61, 491,30 en 479,81 mm.⁶ Die gemiddelde jaarlikse reënval oor hierdie sewejaarperiode was 497,9 mm. Die gemiddelde daaglikse Et-verlies vir die klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking was onderskeidelik 1,63, 1,50 en 1,21 mm/dag vir die 1977/78- (562 mm reënval), 1978/79- (306 mm reënval) en 1979/80- (467 mm reënval) seisoene. Die verdampingsverlies (Eo) van 'n onbedekte grondoppervlak was gemiddeld 45% van die Et-verlies wat van 'n klimaksgrasbedekking voorgekom het.³

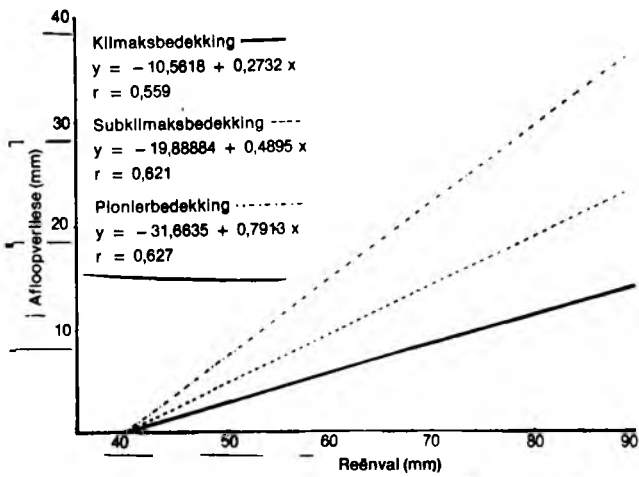
2. Afloopverlies

Die eerste afloopstudies in die sentrale grasveld is van 1936 af op 'n rooi sanderige leemgrond met 'n 5% helling by Glen onderneem.⁷ Die afloopstudies wat oor 'n 18-jaarperiode uitgevoer is, het getoon dat die grootste afloopverliese van kaalgrond – waar ongeveer 30% van die jaarlikse reënval afgeloop het – voorkom. Die hoogste afloop op die *Themeda triandra*-grasveld (15% basale bedekking) het voorgekom waar die veld bewei en gebrand was, naamlik 12,2% van die jaarlikse totale reënval, teenoor slegs 4,4% waar die veld matig bewei was. 'n Betekenisvolle korrelasie tussen die totale jaarlikse reënval en die totale jaarlikse afloop is bevind by onversteurde veld ($r=0,68$), matig bewei veld ($r=0,62$) en ook by veld wat straf bewei was ($r=0,52$).

Opperman,⁴ wat afloopverliese op 'n 3,5% helling van klimaksveld (8% basale bedekking), gedomineer deur *Themeda triandra*, bepaal het, het bevind dat vir onderskeidelik die 1972/73 en 1973/74-groeiseisoene, 3,7 en 8,9% van die totale jaarlikse reënval van elke seisoen, wat onderskeidelik 252 mm en 987 mm bedra het, afgeloop het.

Die gemiddelde afloopverlies van 'n 4% helling oor 'n sewejaarperiode van 'n klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking, was onderskeidelik 2,42, 3,70 en 6,32% van die gemiddelde 497,9 mm reënval wat oor hierdie periode voorgekom het.^{6,8} Die afloopverliese tussen die verskillende suksesiastadiums het vir elke seisoen statisties betekenisvol van mekaar verskil. Die klimaks- en subklimaksbedekking het gemiddeld onderskeidelik 180,9 en 80,2% minder afloopverliese gelewer in vergelyking met die pionierbedekking. Dit verklaar waarom veld in 'n swak toestand, ten spyte van 'n hoë reënval, gedurig aan droogtes onderhewig is.

Snyman⁶ het oor 'n sewejaarperiode 'n betekenisvolle verwantskap verkry tussen afloopverliese en die



FIGUUR 1: Verwantskap tussen reënval (reënbuie met intensiteit van hoër as 25 mm per uur) en afloopverlies (mm) vir drie verskillende suksesiastadiums, gedurende die 1978/79- tot 1983/84-seisoene.⁶

hoeveelheid reënval vir reënbuie met 'n intensiteit van hoër as 25 mm/uur. Die regressieverwantskappe wat vir 'n klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking opgestel is, word in Figuur 1 grafies voorgestel. Geen betekenisvolle verwantskap is verkry tussen afloop en reënval by lae-intensiteitsbuie nie. Die algemene gevolgtrekking is deur Snyman⁶ gemaak dat die invloed wat helling op afloopverliese het, ondergeskik is aan dié bedekking, gronddiepte, tekstuur en die aanvangsgrondvog.

3. Perkolasië

Uit resultate blyk dit dat perkolasiewater slegs onder uitermatige hoë reënvaltoestande in die sentrale grasveld voorkom. Oor 'n periode van drie weke gedurende Februarie 1974, waartydens 301 mm reën (waarvan 110 mm op een dag) voorgekom het, is daar wel perkolasiewater tot 'n diepte van 0,80 m gemonitor.⁹ Vir die 1977/78- tot 1983/84-seisoene het daar in nie-drywende hidroliese lisimeters, tot op 'n diepte van 0,80 m, geen perkolasiewater voorgekom nie.⁶

4. Watervbruiksdoeltreffendheid (WVD)

Watervbruiksdoeltreffendheid word gedefinieer as die gewasopbrengs of hoeveelheid bogrondse fitomassa geproduseer per eenheidsvolume water geëvapotranspireer. Die gemiddelde WVD van 'n *Themeda triandra*-grasveld (8% basale bedekking) is volgens Opperman⁴ as 0,42 g/l water geëvapotranspireer vir die 1972/73- tot 1974/75-seisoene vasgestel. Die WVD onder optimale grondvogtoestande vir 'n klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking word ook in Tabel 1 aangetoon. Die WVD tussen die verskillende suksesiastadiums verskil statisties betekenisvol van mekaar. Uit Tabel 1 is dit duidelik dat klimaks-, subklimaks- en pionierbedekkings vog baie doeltreffender verbruik gedurende die eerste helfte van die groeiseisoen as tydens die tweede helfte.² Die WVD van die plante het dus afgeneem namate die seisoen gevorder het.

Die klimaks-, subklimaks- en pioniergrasbedek-

king se WVD onder natuurlike reënvaltoestande was gemiddeld onderskeidelik 0,21, 0,12 en 0,06 g/l vir die 1977/78- tot 1983/84-seisoene. Die WVD tussen die verskillende suksesiastadiums het vir elke seisoen statisties betekenisvol van mekaar verskil. Oor hierdie periode was die WVD van die pionierbedekking gemiddeld 278 en 111% laer as dié van onderskeidelik die klimaks- en die subklimaksbedekkings.⁶

Die intensiteit en frekwensie van ontblaring het ook 'n invloed op die WVD van weiveld. Resultate van Snyman & Opperman¹⁰ toon dat, onder normale reënvaltoestande, die WVD van 'n een keer per jaar ontblaringsfrekwensie, gemiddeld twee keer hoër is as die WVD van vier keer per jaar ontblarings. In teenstelling hiermee is daar bevind dat, onder optimale grondvogtoestande, die WVD van grasse toeneem met 'n toename in ontblaringsfrekwensie. Verder was dit ook opvallend dat hoe hoër die intensiteit van ontblaring (30 mm hoogte) onder optimale grondvogtoestande is, hoe hoër is die WVD in vergelyking met 'n lae intensiteit van ontblaring (60 mm ontblaringshoogte).

5. Waterbalans

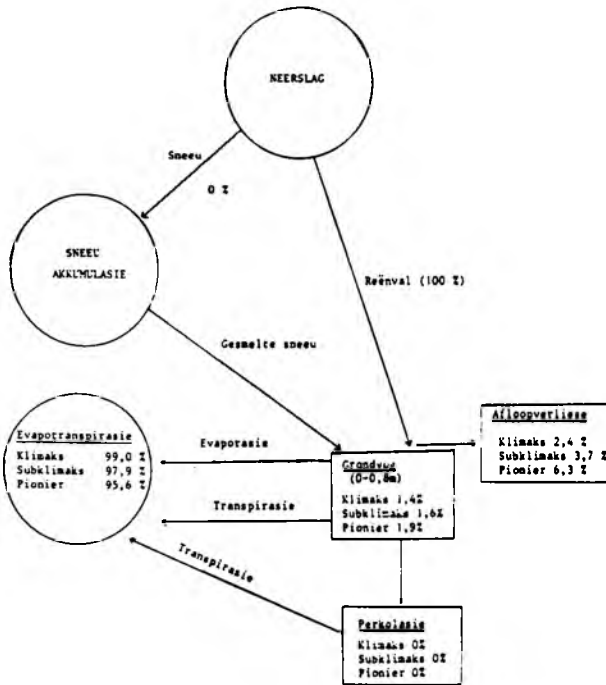
Dit is nie soseer die gemiddelde of totale neerslag wat die bogrondse fitomassaproduksie van natuurlike weiveld bepaal nie, maar wel die effektiewe reënval. Effektiewe reënval is die resultaat van die totale neerslag minus die bogrondse afloop, perkolasiewater, verdamping, onderskeppingsverliese en die transpirasie van nie-weiplante. Die verskillende komponente van die waterbalans, uitgedruk as 'n persentasie van die totale neerslag, word in Figuur 2 vir 'n klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking vir die 1977/78- tot 1983/84-seisoen opgesom.⁶

Die evapotranspirasieverliese vir klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking bedra gemiddeld onderskeidelik 99,0, 97,9 en 95,6% van die gemiddelde neerslag oor 'n sewejaarperiode gemonitor.⁶ Opperman⁴ het op 'n klimaksveld (8,0% basale bedekking) vasgestel dat evapotranspirasie gemiddeld vir die 1972/73- en 1974/75-seisoene 98,8% van die gemiddelde neerslag verteenwoordig.

Op grond van die huidige resultate in die sentrale grasveld, kan die verwagte bogrondse fitomassaproduksie van 'n klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking van 'n waterbalans, soos saamgevat in Tabel 2, bereken word.⁶

Volgens Tabel 2 is die berekende bogrondse fitomassaproduksie vir 'n klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking onderskeidelik 1 148,00, 647,40 en 314,70 kg/ha vir 560 mm reënval per jaar. Die werklik gemete fitomassaproduksie oor 'n sewejaarperiode, met gemiddeld 497,9 mm reënval, was volgens Snyman⁶ gemiddeld onderskeidelik 1 089,50, 617,44 en 292,24 kg/ha vir 'n klimaks-, subklimaks- en pionierbedekking.

Alhoewel die boer nie die totale reënval op sy plaas kan beïnvloed nie, het hy 'n direkte en/of indirekte beheer oor die effektiewe reënval. Die eenvoudige beginsel is dus dat veral die verliese in afloop en verdamping tot 'n minimum beperk moet word, sodat



FIGUUR 2: Waterbalans van verskillende suksessiestadiums vir die 1977/78- tot 1983/84-seisoene (uitgedruk as 'n persentasie van die totale neerslag.)⁶

die effektiewe reënval so na as moontlik gelyk is aan die totale reënval. Volgens Tabel 2 kan 'n verandering in die plantegroeisamestelling 'n aansienlike invloed uitoefen op die WVD van natuurlike veld en dus op die effektiwiteit van die reënval. Afgesien van die natuurlike voorkoms van droogtes, lewer die boer wat onoordeelkundige weiveldpraktyke toepas, ook 'n bydrae tot die verhoogde frekwensie en intensiteit van droogtes. Die bepaling van die natuurlike waterbalans op weiveld kan die boer baie help by veldbestuursbeplanning, veral ten opsigte van die moontlike bepaling van die hoeveelheid beskikbare voer op die veld aan die einde van die groeiseisoen.

6. Samevatting

Die resultate van die vogstudies in die sentrale grasveld dui daarop dat dit nie net die totale neerslag is wat weiveldproduksie bepaal nie, maar veral die verspreiding en intensiteit van die reënval, die verdampingsaanvraag van die lug, die waterverbruiksdoeltreffendheid van die veld en die toestand van die veld, wat die effektiwiteit van die neerslag bepaal. Die besondere lae WVD waarmee weiveld in 'n swak toestand gepaard gaan, verklaar waarom sulke veld gedurig aan droogtes onderhewig is, ten spyte van 'n hoë reënval. Navorsing oor die invloed van die intensiteit en frekwensie van ontblaring op die WVD van verskillende veldtoestande, sal in die toekoms verder ondersoek moet word. Die regte benutting is basies 'n fisiologiese probleem, maar daar is gewoonlik nie tyd om te wag vir basiese navorsing nie; daarom moet besluitneming by die bestuur dikwels op observasie en empiriese navorsing berus. By die oorweging van behandelings in ontblaringsproefwerk moet die behandelings wat toegepas word, met die praktyk rekening hou.

Die handhawing van 'n optimale plantegroeiendeckering en 'n goeie botaniese samestelling kan volgens die resultate nie oorbeklemtoon word nie. Dit is die enigste twee faktore wat afloop- en sedimentverliese bepaal, wat deur die mens as manipuleerder van die weidingekosisteam beheer kan word. Die hoë afloopverliese van natuurlike veld in 'n swak toestand word nie altyd besef nie en dit bring mee dat die reënval ondoeltreffend benut word. Die verhoging van die effektiwiteit van die totale jaarlikse neerslag is binne bereik van die boer wie se veld in 'n swak toestand verkeer. In die lig van die huidige droogtetoe-stande en die ondersoek wat tans op die hoogste vlak binne die weidingstrategie gelas word, kan die aktualiteit van die navorsing wat in die sentrale grasveldgebied onderneem word, nie oorbeklemtoon word nie.

Ontvang 29 Mei 1986; aanvaar 10 Junie 1986.

Tabel 2
Berekende bogrondse fitomassaproduksie (kg/ha) vir verskillende suksessiestadiums, met behulp van die waterbalans

Besonderhede	Suksessiestadium		
	Klimaks	Subklimaks	Pionier
Waterverbruiksdoeltreffendheid WVD (g DM/ℓ water geëvapotranspireer) Dus:	0,21 g/ℓ 1 g/4,76 ℓ 1 kg/4 760 ℓ	0,12 g/ℓ 1 g/8,33 ℓ 1 kg/8330 ℓ	0,06 g/ℓ 1 g/16,67 ℓ 1 kg/16670 ℓ
Produksie (kg DM/ha) vanaf 560 mm effektiewe reënval	1 176,47 (kg/ha)	672,27 (ha)	335,93 (kg/ha)
Afloopverliese (%) dus effektiewe reënval (mm)	2,42% (560 – 13,55) 546,45	3,70% (560 – 20,72) 539,28	6,32% (560 – 35,39) 524,61
Bogrondse fitomassaproduksie (kg/ha)	1 148,00	647,40	314,70

VERWYSINGS

1. Skinner, T.E. (1981). Droogtes in perspektief, *Hand. Weidingsveren. S. Afr.* 16, 13-16.
2. Snyman, H.A., Opperman, D.P.J. & Van den Berg, J.A. (1980). Hidrologiese siklus en waterverbruiksdoeltreffendheid van veld in verskillende suksesiastadiums, *Hand. Weidingsveren. S. Afr.* 15, 69-71.
3. Snyman, H.A. (1982). *Die hidrologiese siklus en waterverbruiksdoeltreffendheid van veld in verskillende suksesiastadiums, in die Sentrale Oranje-Vrystaat*, M.Sc.-Agric.-verhandeling. UOVS, Bloemfontein.
4. Opperman, D.P.J. (1975). *Vog- en ontblaringstudies op meerjarige grasse in die Sentrale Oranje-Vrystaat*, D.Sc.-Agric.-proefskrif, UOVS, Bloemfontein.
5. Tanner, C.B. (1968). Water deficits and plant growth, Kowalski, T.T. ed. (Academic Press, London) p. 74-104.
6. Snyman, H.A. (1985). *Vogbalansstudies op natuurlike veld van die Sentrale Oranje-Vrystaat*, Ph.D.-proefskrif, UOVS, Bloemfontein.
7. Du Plessis, M.C.F. & Mostert, J.W.C. (1965). Afloop- en grondverliese by die Landbounavorsingsinstituut Glen, *S. Afr. Tydskr. Landbouwet.* 8, 1051-1061.
8. Snyman, H.A. & Opperman, D.P.J. (1984). Afloopstudies vanaf natuurlike veld in verskillende suksesiastadia van die Sentrale Oranje-Vrystaat, *Tydskr. Weidingsveren. S. Afr.* 1(4) 11-15.
9. Opperman, D.P.J., Human, J.J. & Viljoen, M.F. (1977). Evapotranspirasie-studies op *Themeda triandra* forsk. onder veldtoestande, *Hand. Weidingsveren. S. Afr.* 12, 71-76.
10. Snyman, H.A. & Opperman, D.P.J. (1983). Die invloed van vog- en ontblaringsbehandelings in hidrologiese eenhede op natuurlike veld van die Sentrale Oranje-Vrystaat, *Hand. Weidingsveren. S. Afr.* 18, 124-130.