

# Die invloed van N-bemesting en waterstremming op die droëmateriaalopbrengs en blaaroppervlakeienskappe van *Panicum maximum* cv. Gatton

P.A. Pieterse\* en N.F.G. Rethman

Departement Plantproduksie en Grondkunde, Fakulteit Natuur-, Landbou- en Inligting-wetenskappe, Universiteit van Pretoria, Pretoria, 0002

\*Outeur aan wie korrespondensie gerig kan word.

Ontvang 28 Augustus 1998; aanvaar 24 Augustus 1999

## UITTREKSEL

Die navorsing is in 'n groeikabinet, waarin daglengte en temperatuur beheer is, uitgevoer. Die behandelings het uit drie N-bemestingspeile (0; 50 en 100 kg N ha<sup>-1</sup>) en drie waterbehandelings, wat gewissel het van 'n behandeling waarin die plante nooit enige waterstremming ondervind het nie, tot plante wat eers weer benat is nadat hulle vir vier dae permanent verwelk was, bestaan. Die droëmateriaal(DM)-opbrengs is 70 dae na saai bepaal. Drie weke later is blaarmonsters van die hergroei, vir die bestudering van die blaaroppervlakeienskappe, geneem. Die eerste betekenisvolle ( $P \leq 0.05$ ) verhoging in DM-opbrengs, by al die waterbehandelings, is reeds met 'n N-toediening van 50 kg ha<sup>-1</sup> verkry. 'n Toename in N-bemesting gee aanleiding tot 'n toename in die huidmondjiedigtheid, veral op die adaksiale kant van die blaar. Waterstremming het geen betekenisvolle ( $P \leq 0.05$ ) invloed op die DM-opbrengs waar geen N toegedien word nie, maar het aanleiding gegee tot 'n betekenisvolle ( $P \leq 0.05$ ) verlaging in DM-opbrengs waar die gras wel N-bemesting ontvang het. Waterstremming het ook geen betekenisvolle ( $P \leq 0.05$ ) invloed op die huidmondjiedigtheid nie, maar daar was wel 'n betekenisvolle ( $P \leq 0.05$ ) toename in digtheid, met 'n toename in N-bemesting. Waterstremming gee verder ook aanleiding tot 'n betekenisvolle ( $P \leq 0.05$ ) toename in die digtheid van kussinghare op die abaksiale kant van die blaar en tot 'n verhoging in die digtheid van die kutikula, op die adaksiale kant van die blaar.

## ABSTRACT

*The influence of N fertilization and water stress on the dry matter yield and leaf surface characteristics of Panicum maximum cv. Gatton*

The investigation was conducted in the form of a pot trial in a controlled environment. There were three N fertilizer treatments (0; 50 and 100 kg N ha<sup>-1</sup>) and three water treatments, varying from a treatment where the plants were never subjected to water stress to a treatment where the pots were watered only after the plants had permanently wilted for four days. The plants were harvested 70 days after seeding for the determination of DM yield. Three weeks later leaf samples were collected for an electron microscopic study of the surface characteristics. The first significant ( $P \leq 0.05$ ) increase in DM yield, with all water treatments, was obtained with an N application, equivalent to 50 kg ha<sup>-1</sup>. An increase in N fertilization also resulted in an increase in the density of the stomata on both sides of the leaf, but more so on the adaxial side. Water stress did not have a significant ( $P \leq 0.05$ ) influence on DM yield at the zero N application rate, but resulted in a significant ( $P \leq 0.05$ ) decrease in DM yield at the other N levels. Water stress also had no significant ( $P \leq 0.05$ ) influence on the density of the stomata, although there was a significant ( $P \leq 0.05$ ) increase in the density of the stomata on the adaxial surface of the leaf with an increase in N application. There was, however, a significant ( $P \leq 0.05$ ) increase in the density of cushion hairs on the abaxial surface of the leaf and an increase in the density of the cuticle on the adaxial surface of the leaf with an increase in water stress.

## INLEIDING

*Panicum maximum* is een van die belangrikste aangeplante weidingspesies in Suid-Afrika en seisoenale DM-opbrengste van tot 40 ton ha<sup>-1</sup> kan, onder hoëreënvaltoestande, met die gewas behaal word.<sup>3</sup> Die spesie kom egter ook in gebiede met 'n reënval van so laag as 350 mm j<sup>-1</sup> voor. In hierdie gebiede word dit dikwels in assosiasie met bome van die familie Fabaceae aangetref en word dit as een van die belangrikste weidingspesies beskou.

'n Relatiewe hoë konsentrasie opneembare N in die grond, sowel as voldoende plantbeskikbare grondwater op 'n deurlopende basis, is noodsaaklik vir optimale grasproduksie. Wanneer plante aan waterstremming onderwerp word, is daar verskeie opsies wat die plant kan volg om dit in staat te stel om steeds 'n relatiewe hoë mate van produksiedoeltreffendheid te handhaaf.<sup>6,15</sup> Sommige plante ondergaan -fisiologies en selfs morfologies

aanpassings wanneer hulle aan waterstremming blootgestel word.<sup>2,6,7,8,12,15</sup> Volgens Turner en Begg<sup>16</sup> het waterstremming 'n groter impak op die morfologie van die grasplant as op die fisiologie daarvan. In Suid-Afrika is droogte nie 'n vreemde verskynsel nie en om dit effektief te kan bestuur, is dit belangrik om te weet hoe plante op waterstremming reageer.<sup>14</sup> Daar is reeds heelwat navorsing op die reaksie van verboude gewasse op waterstremming gedoen, maar weigewasse het nog baie min, indien enige, aandag gekry.<sup>7,8,15</sup> Die doel met hierdie navorsing was: (i) om vas te stel of die blare van *Panicum maximum* cv Gatton enige morfologiese veranderinge ondergaan indien dit aan waterstremming onderwerp word; (ii) of daar 'n interaksie tussen N-bemestingspeil en waterstremming is, sover dit die DM-produksie en die morfologie van die blare aangaan.

## METODE

Die navorsing is in potte met 'n inhoudsmaat van 10 liter uitgevoer. Die plante is in 'n groeikabinet met dagtemperatuur van 30 °C en nagtemperatuur van 20 °C gekweek. Die temperatuur is op 'n twaalfuursiklus gewissel, terwyl die dagligte op 16 uur gestel was. Die proefuitleg is 'n 3 × 3 faktoriaalontwerp, met drie herhalings per behandelingskombinasie. Die behandelings het bestaan uit drie N-peile (0; 50 en 100 kg N ha<sup>-1</sup>) en drie waterpeile. By waterpeil een (W1) is die potte elke tweede of derde dag tot 'n massa, gelykstaande aan 75% van die massa van 'n pot by veldkapasiteit benat. By waterpeil twee (W2) is die potte een dag na die bereiking van permanente verwelking tot by dieselfde massa as by (W1) benat, en by waterpeil drie (W3) is die potte vier dae na die aanvang van permanente verwelking tot by dieselfde massa as by (W1) benat. Wanneer die potte benat moes word, is hul individueel op 'n weegskaal geplaas sodat die massa voor benatting aangeteken kon word. Daarna is dit op die skaal tot 'n massa ekwivalent aan die massa van die droë grond plus 75% van die massa water wat nodig is om dié volume grond tot by veldkapasiteit aan te vul, benat.

Die grond wat gebruik is, is 'n sandkleileem met 'n 25%-kleiinhoud en 'n waterhouvermoë (gravimetries bepaal) van 23,4%. Elke pot is met plastiek uitgevoer om logging van voedings-elemente te vermy en met 12 kg lugdroëgrond gevul. Elke pot het ook 'n kaliumchloried (50% K) en 'n superfosfaat (8,3%P) toediening van onderskeidelik 100 mg kg<sup>-1</sup> (50 mg K kg<sup>-1</sup> grond) en 181 mg kg<sup>-1</sup> grond (15 mg P per kg grond) ontvang, wat in die grond ingemeng is.

Saad van *P. maximum* is op 28 Februarie 1994 in die potte gesaai en die plantestand is mettertyd tot vyf plantjies per pot uitgedun. Op 3 Maart 1994 is die N-bemestingsbehandeling toegedien. Om die invloed van lokale verskille in groeitoestande in die groeikas uit te skakel, is die potte weekliks geroteer. Tot en met 15 April 1994 het al die potte dieselfde hoeveelheid water ontvang, waarna met die waterbehandelings begin is.

Op 9 Mei 1995 is die plante tot 'n hoogte van 70 mm geoes, om die bogrondse droëmateriaalopbrengs te bepaal. Die geoeste materiaal is tot 'n konstante massa in 'n drogingssoond, by 'n temperatuur van 65 °C, gedroog. Na hierdie eerste oes is die waterbehandelings voortgesit, tot en met 30 Mei 1995 toe blaarmonsters, vir die bestudering van die blaaroppervlakeienskappe met behulp van die elektronmikroskoop, geneem is. Die blaarmonsters is geneem uit die middelste gedeelte van die jongste volwasse blaar van twee plante van elke behandelingskombinasie. Die blaarsegmente is gefikseer en die helfte is gebruik vir die maak van rubberafdrukke wat, nadat dit van die blaar verwyder is, in goud bedamp is. Die res is direk in goud bedamp. Die invloed van die N-bemestingspeil en waterstremming op die digtheid van die huidmondjies en die verskillende tipes hare op die blare is met behulp van foto's van die blaaroppervlak en die afdrukke van die oppervlak, wat by 'n 100 ×-vergroting geneem is, bestudeer. Vir dié doel is daar 'n vierkant, wat die ekwivalent van 100 000 μ<sup>2</sup> by die spesifieke vergroting verteenwoordig, uit 'n stukkie karton gesny. Die digtheid van die huidmondjies en hare is bepaal deur die stukkie karton reghoekig op die foto's van die blare rond te skuif en telkens die huidmondjies en hare binne die vierkant te tel. Die maksimum telling wat op die manier verkry kon word, is genoteer. Daar is ook foto's van 'n 3 000 ×-vergroting geneem, wat gebruik is om die wasneerlegging op die blaaroppervlak te ondersoek, aangesien dit 'n belangrike invloed op transpirasie en dus watergebruik

kan hê.

## RESULTATE EN BESPREKING

### DM-opbrengs

Die eerste betekenisvolle ( $P \leq 0.05$ ) verhoging in bogrondse DM-opbrengs by al drie die waterbehandelings, is met 'n N-toediening van 50 kg ha<sup>-1</sup> verkry (tabel 1). By die twee stremmingsbehandelings (W2 en W3) was daar slegs 'n nie-betekenisvolle ( $P > 0.05$ ) verhoging in DM-opbrengs met 'n verdere verhoging van die N-toediening. Waar water nie beperkend was nie (W1), is die hoogste DM-opbrengs, soos verwag word, by die hoogste N-toediening (100 kg N ha<sup>-1</sup>) verkry en was dit betekenisvol ( $P \leq 0.05$ ) hoër as by die ander twee peile. Die feit dat daar reeds met 50 kg N ha<sup>-1</sup> 'n betekenisvolle ( $P \leq 0.05$ ) verhoging in DM-opbrengs verkry is, is teenstrydig met die resultate van vorige proewe,<sup>9,10</sup> waar daar geen betekenisvolle ( $P \leq 0.05$ ) verhoging in DM-opbrengs met 'n toediening van minder as 80 kg ha<sup>-1</sup> verkry kon word nie. Hierdie teenstrydigheid kan waarskynlik daaraan toegeskryf word dat die plante in hierdie proef op 'n vroeë stadium geoes is. Die plante wat geen bemesting ontvang het nie, het waarskynlik nog nie die geleentheid gehad om al die beskikbare N in die grond, wat hier teen relatief lae konsentrasie voorgekom het, te absorbeer nie.

**Tabel 1** Die invloed van waterstremming en N-bemesting op die droëmateriaalopbrengs (g pot<sup>-1</sup>) van *Panicum maximum*, onder gekontroleerde omgewingstoestande

N peil			
Waterbehandeling	0 kg N ha <sup>-1</sup> j <sup>-1</sup>	50 kg N ha <sup>-1</sup> j <sup>-1</sup>	100 kg N ha <sup>-1</sup> j <sup>-1</sup>
W1	13.76a	37.92d	49.44e
W2	13.11a	23.87c	25.00c
W3	13.32a	17.67b	18.27b

Syfers wat deur dieselfde letter gevolg word, verskil nie-betekenisvol ( $P > 0.05$ )

KV = 3.63%

Waterstremming het geen betekenisvolle invloed op die DM-opbrengs by die potte wat geen N ontvang het, gehad nie (tabel 1). Waar daar wel N toegedien is, was daar telkens 'n betekenisvolle ( $P \leq 0.05$ ) verlaging in DM-opbrengs met 'n toename in waterstremming. Dit illustreer weereens die verwantskap tussen plantbeskikbare grondwater en die reaksie wat met N-bemesting verkry kan word.

### Blaaroppervlakeienskappe

#### Huidmondjiedigtheid

Oor al die behandelings was daar gemiddeld slegs 'n nie-betekenisvolle ( $P > 0.05$ ) verskil in die digtheid van die huidmondjies op die adaksiale en abaksiale kante van die blaar (onderskeidelik 130.0 en 118.3 huidmondjies mm<sup>-2</sup>). Anders as wat verwag is, was die digtheid op die adaksiale kant, hoewel nie betekenisvol ( $P \leq 0.05$ ) nie, groter as op die abaksiale kant. Waterstremming het geen betekenisvolle ( $P \leq 0.05$ ) uitwerking op die huidmondjiedigtheid gehad nie (tabel 2), maar daar was 'n betekenisvolle ( $P \leq 0.05$ ) toename in die digtheid met 'n verhoging in N-bemesting (tabel 3). Hierdie verhoogde digtheid in die huidmondjie behoort aanleiding te gee tot verbeterde gaswisseling en kan dus gedeeltelik verantwoordelik wees vir die verhoging in DM-opbrengs, wat met N-bemesting verkry word.

**Tabel 2** Die invloed van die beskikbaarheid van grondwater op die huidmondjiedigtheid (aantal mm<sup>-2</sup>) op die abaksiale en adaksiale kante van die blare van *Panicum maximum*

Blaarkant	Waterbehandeling		
	W1	W2	W3
Abaksiaal	115.0a	123.3a	113.3a
Adaksiaal	133.3a	126.7a	130.0a

Syfers wat deur dieselfde letter gevolg word, verskil nie-betekenisvol (P>0.05)

KV = 20.78

**Tabel 3** Die invloed van N-bemesting op die huidmondjiedigtheid (aantal mm<sup>-2</sup>) op die adaksiale en abaksiale kante van die blare van *Panicum maximum*

Blaarkant	N peul		
	0 kg N ha <sup>-1</sup>	50 kg N ha <sup>-1</sup>	100 kg N ha <sup>-1</sup>
Abaksiaal	100.0a	127.7b	125.0b
Adaksiaal	103.3a	133.3b	156.7c

Syfers wat deur dieselfde letter gevolg word, verskil nie-betekenisvol (P>0.05)

KV = 10.06

#### Harigheid

Daar kom drie haartipes op die blare van *P. maximum* voor, naamlik kussinghare (makrohare), stekelhare en mikrohare (tweesellige hare) (figuur 1). Daar was betekenisvol (P≤0.05) meer kussing- en mikrohare op die abaksiale, as op die adaksiale kant van die blare (onderskeidelik 82 en 46 kussinghare mm<sup>-2</sup> en 37 en 14 mikrohare mm<sup>-2</sup>). Hoewel daar meer stekelhare op die adaksiale, as op die abaksiale kant van die blare was (onderskeidelik 122 en 98 mm<sup>-2</sup>), was hierdie verskille nie betekenisvol (P≤0.05) nie. N-bemesting het geen betekenisvolle (P≤0.05) invloed op die digtheid van die verskillende haartipes gehad nie. Met die waterbehandelings was daar wel, soos verwag kan word,<sup>11</sup> betekenisvolle verskille in die digtheid van die kussinghare. By die waterstremingsbehandeling W3 was die digtheid op die abaksiale kant betekenisvol (P≤0.05) hoër as by die behandeling wat voldoende water ontvang het (tabel 4). Watervoorsiening het geen betekenisvolle (P≤0.05) invloed op die digtheid van die stekel- of mikrohare gehad nie.

#### Voorkoms van kutikula

In ooreenstemming met die waarnemings deur Steynberg<sup>16</sup> op hawer (*Avena sativa*), korog (*Triticum aestivum* × *Secale cereale*) en assegaaiklawer (*Trifolium vesiculosum*), blyk dit dat waterstremming by *Panicum maximum* ook 'n toename in wasneerlegging op die adaksiale sowel as die abaksiale kant van die blaar tot gevolg gehad het (figuur 2 en figuur 3). Op die abaksiale kant is daar ooglopend minder was neergelê en was daar, veral by die behandeling wat nooit aan waterstremming onderwerp is nie, groot dele van die blaar waarop daar min of geen wasvlokkies waargeneem kon word nie (figuur 3).

#### GEVOLGTREKKING

Stikstofbemesting gee by *P. maximum* aanleiding tot 'n toename in die aantal huidmondjies per eenheid blaaroppervlakte.

**Tabel 4** Die invloed van watervoorsiening op die digtheid van kussinghare (aantal mm<sup>-2</sup>) op die blare van *Panicum maximum*

Blaarkant	Waterbehandeling		
	W1	W2	W3
Abaksiaal	70b	77b	100c
Adaksiaal	46a	40a	50a

Syfers wat deur dieselfde letter gevolg word, verskil nie-betekenisvol (P>0.05)

CV = 19.87%

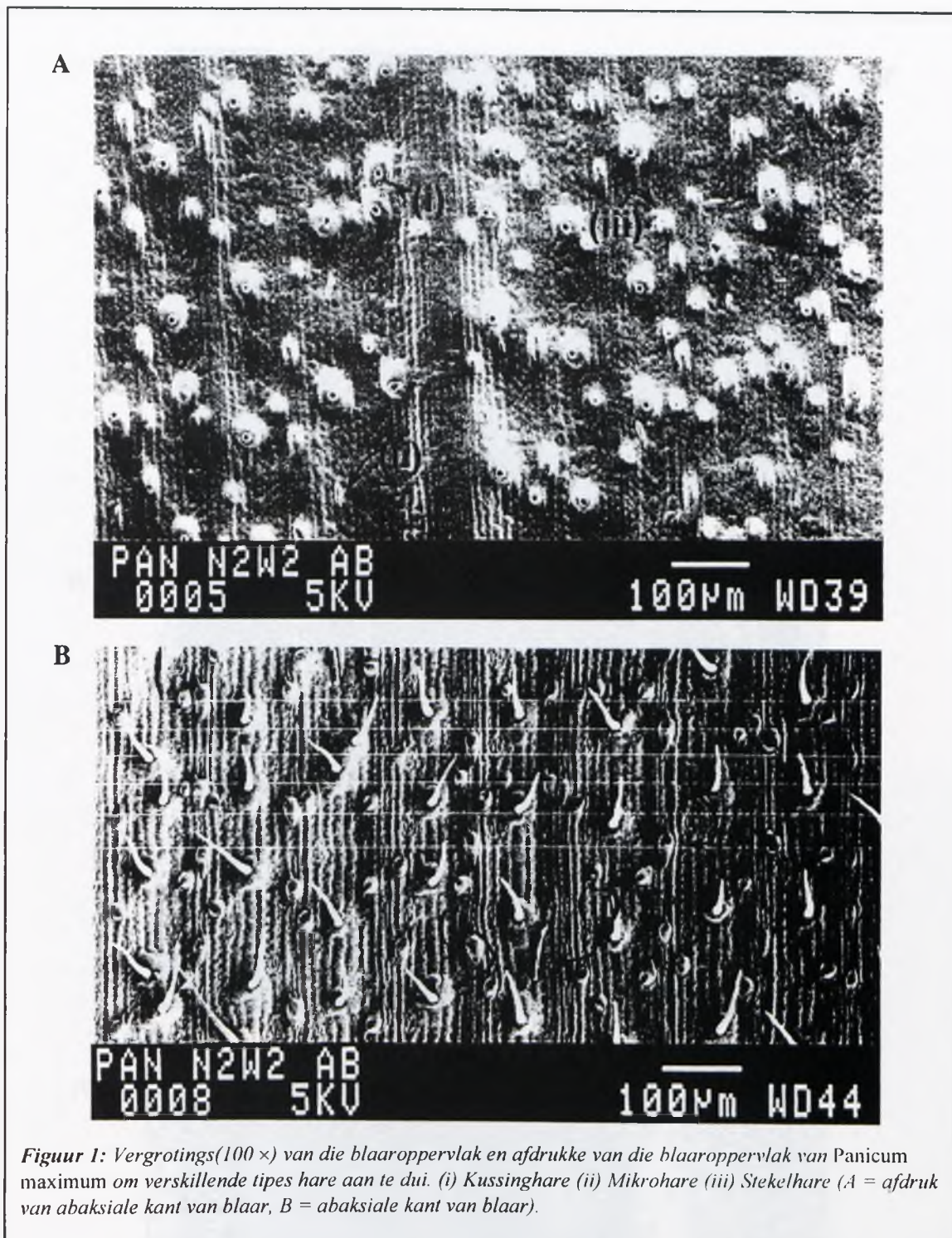
Hierdie toename sal noodwendig aanleiding gee tot 'n toename in waterverlies, met die gevolg dat bemeste plante gouer aan waterstremming onderwerp sal wees. Terselfdertyd sal gaswisseling, wat noodsaaklik is vir fotosintese, ook bevorder word.<sup>14,5</sup> Die toename in huidmondjiedigtheid met verhoogde N-bemesting kan dus 'n belangrike rol in die verhoging van die produksievermoë van bemeste *P. maximum* speel.

Waterstremming, selfs vir 'n kort periode, het 'n negatiewe invloed op die DM-opbrengs van bemeste *P. maximum*. Die digtheid van makrohare verhoog aan die abaksiale kant van die blaar, met 'n toename in waterstremming en verbeter die droogteverdraagsaamheid van die spesie. Die blare van die spesie vou toe wanneer die plant aan waterstremming blootgestel word en die digter haarbedekking aan die buitekant van die toegevoerde blaar kan waterverlies beperk. 'n Toename in die digtheid van die waslaag met toenemende waterstremming, met die gevolglike beperking van waterverlies, is 'n verdere aanduiding dat die spesie wel morfologiese verandering ondergaan wanneer dit aan waterstremming blootgestel word. As gevolg van die vermoë van die spesie om morfologiese aanpassings te ondergaan ('n digter kutikula en meer makrohare wat verdampingsverliese beperk) wanneer dit aan waterstremming onderwerp word en die feit dat dit 'n relatiewe hoër N-behoefte het, het waterstremming (tot die mate wat dit in hierdie proef toegelaat is) slegs 'n geringe invloed op die opbrengs van onbemeste *P. maximum*.

Hoewel die resultate van hierdie navorsing moontlik geen onmiddellike bydrae tot verhoogde of meer doeltreffende produksie in die landboubedryf mag maak nie, is daar tog belangrike bevindinge wat meer lig werp op die manier waarop hierdie spesie reageer wanneer dit bemes en/of aan waterstremming blootgestel word.

#### SUMMARY

The research was conducted in the form of a pot trial. The pots each had a volume of 10 liters and were kept in a growth chamber, in which both day length and temperature were controlled. The treatments consisted of three levels of N application (equivalent to 0; 50 and 100 kg N ha<sup>-1</sup>) and three levels of watering. The pots that were watered according to the first level (W1), were watered every two to three days to a mass of 75% of the mass of the pot plus soil at field capacity. Those that were watered according to the second level (W2), were watered to the same mass as W1, one day after the plants had permanently wilted for the first time. Those that were watered according to the third level were only watered four days after the plants were permanently wilted for the first time. The first harvest for the determination of DM yield was taken 70 days after the pots were seeded. The plants were then allowed to grow



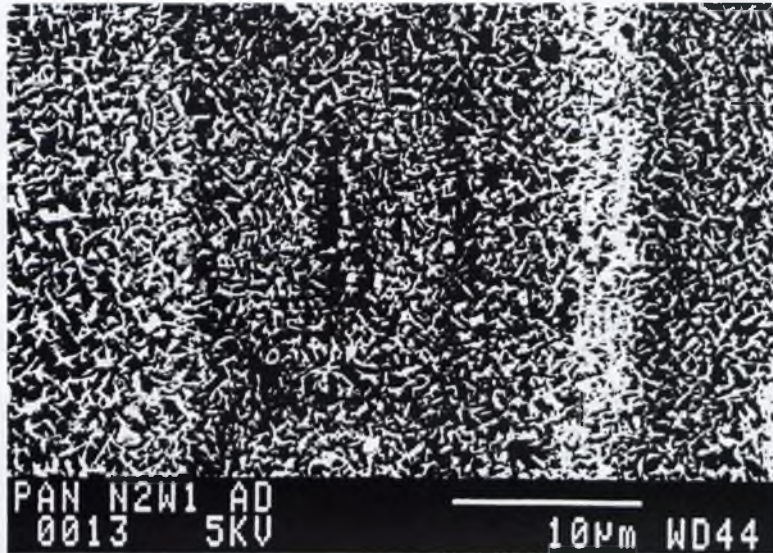
for three weeks, before leaf samples were taken for the electron microscopic study of surface characteristics.

The first significant increase in DM yield was obtained with an N application equivalent to 50 kg ha<sup>-1</sup>. The anomaly between this and results from previous trials<sup>9,10</sup> may be attributed to the fact that the plants were harvested while still very young. The highest DM yield was obtained where the plants were watered every two to three days and N was applied at a rate equivalent to 100 kg ha<sup>-1</sup>. The yield with this treatment combination was significantly higher than with any other treatment combination. There were, however, no significant differences in DM yields between the 50 and 100 kg N ha<sup>-1</sup> treatments with any of the water-stressed treatments. Water stress did not have a

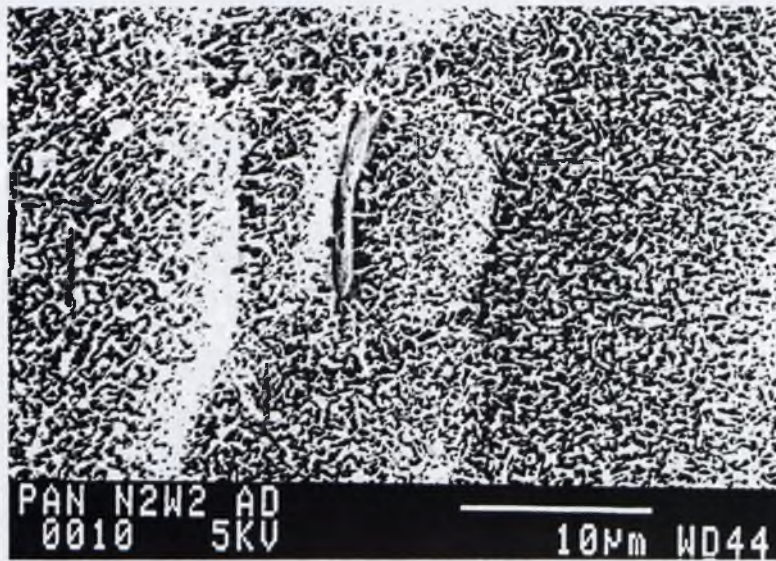
significant influence on the DM yield at the zero applied N treatment, but invariably lead to a significant decline in DM yield, in the treatments where N was applied.

There was only a non-significant difference in the density of the stomata on the adaxial and abaxial sides of the leaves. Water stress did not have a significant influence on stomata density, but there was a significant increase in the stomata with an increase in N application. N fertilization did not have a significant effect on the density of hairs on the leaf surface, but there was a significant increase in the density of the cushion hairs on the abaxial side of the leaf with water stress (W3 treatment). Water stress also seemed to lead to an increase in the density of the cuticle on both sides of the leaf.

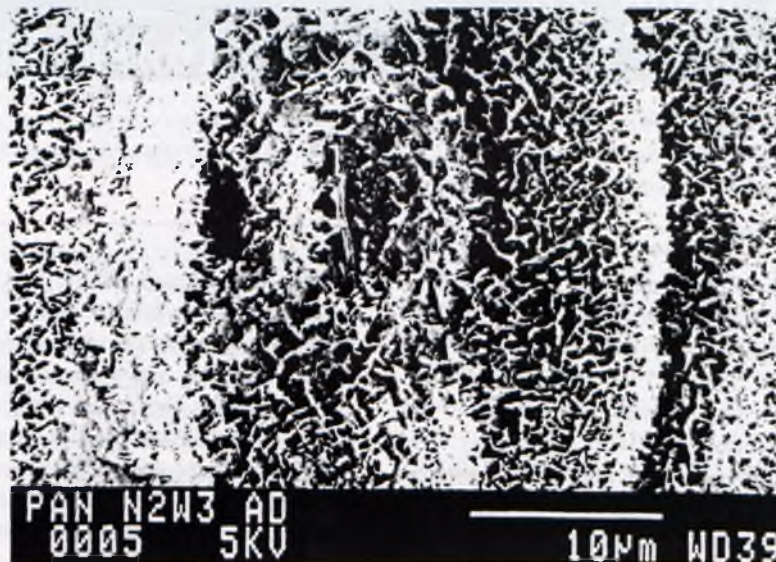
W1



W2

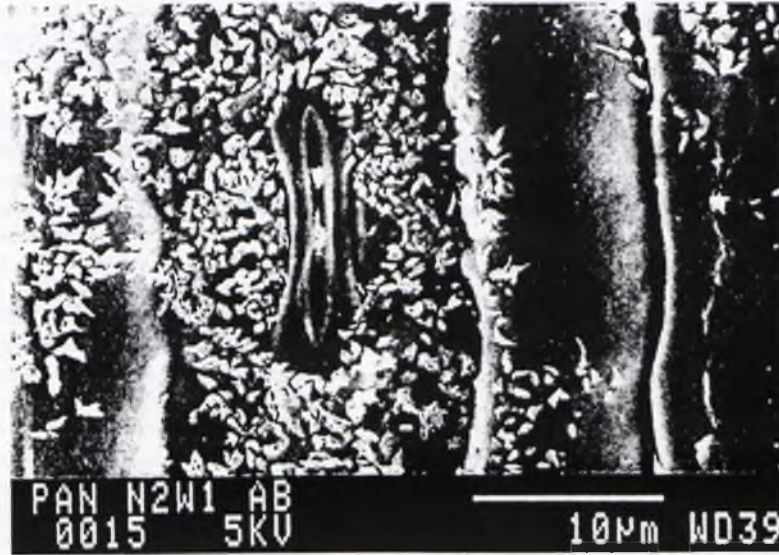


W3

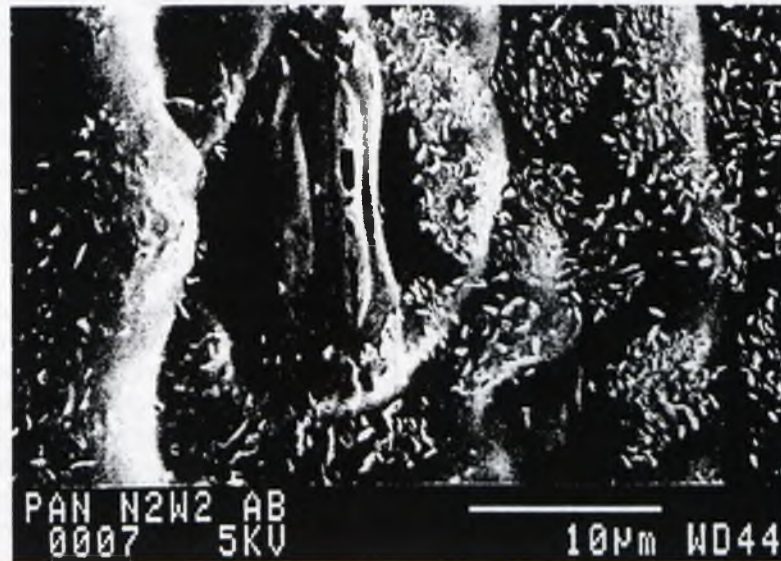


**Figuur 2:** Die invloed van waterstremming op die kutikula op die adaksiale kant van blare van *Panicum maximum* (W1 = plante elke twee tot drie dae benat; W2 = plante een dag na bereiking van permanente verwelkpunt (PVP) benat; W3 = plante vier dae na bereiking van PVP benat).

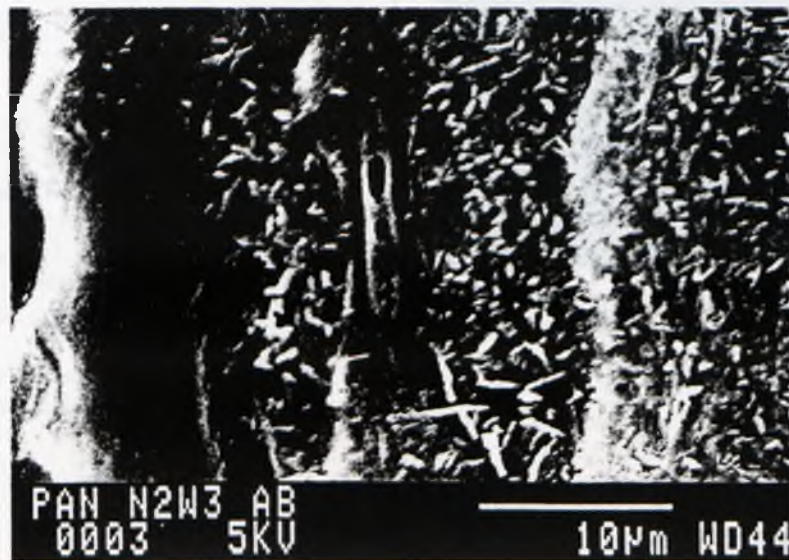
W1



W2



W3



*Figuur 3: Die invloed van waterstremming op die kutikula op die abaksiale kant van blare van Panicum maximum (W1 = plante elke twee tot drie dae benat; W2 = plante een dag na bereiking van permanente verwelkpunt (PVP) benat; W3 = plante vier dae na bereiking PVP benat).*

## LITERATUURVERWYSINGS

1. Ashton, F.M. (1956). Effects of a series of cycles of alternating low and high water content on the rate of apparent photosynthesis in sugar cane. *Plant Physiology*, 31, 266-274.
2. Alcocer-Ruthling, M., Robberecht, R., Thill, D.C (1989) The response of *Bouteloua scorpioides* to water stress at two phenological stages. *Botany Gaz.*, 159, 454-461.
3. Bogdan, A.V. (1977). Tropical pasture and fodder plants. (Longman Inc., New York).
4. Boyer, J.S. (1968). Relationship of water potential to growth of leaves. *Plant Physiology*, 43, 1056-1062.
5. Busser, C.A., Richards, J.H., Chatterton, N.J. (1990). Non-structural carbohydrates and spring regrowth of two cool-season grasses: Interaction of drought and clipping. *Journal of Range Management*, 43, 336-343.
6. Hull, H.M., Wright, L.N., Bleckma, C.A. (1978). Ecuticular wax ultrastructure among lines of *Eragrostis lehmanniana* Nees development for seedling drought tolerance. *Crop Science*, 18, 699-704.
7. Moolman A.C., Van Rooyen, N., Van Rooyen, M.W. (1996). The effect of drought stress on the morphology of *Antheophora pubescens* Nees, *South African Journal of Botany*, 62, 36-39.
8. Moolman, A.C., Van Rooyen, N., Van Rooyen, M.W. (1996). The effect of drought stress on the dry matter production, growth rate and biomass allocation of *Antheophora pubescens* Nees, *South African Journal of Botany*, 62, 41-45.
9. Pieterse, P.A., Rethman, N.F.G., Van Bosch, J. (1994). Die invloed van N-peil, grondtipe en waterstremming op die produksie en watergebruiksdoeltreffendheid van *Panicum maximum* cv. Gatton. *Water SA*, 20, 259-263.
10. Pieterse, P.A., Van Bosch, J., Rethman, N.F.G. (1997). Production, water use efficiency and quality of four cultivars of *Panicum maximum* at different levels of nitrogen fertilization. *Tropical Grasslands*, 31, 117-123.
11. Robertse, P.J. (Persoonlike mededeling). Departement Plantproduksie en Grondkunde, Universiteit van Pretoria.
12. Sieling, K., Christen, O., Richterharder, H., Hanus, H. (1994). Effects of temporary water stress after anthesis on grain yield and yield components of in different tiller categories of two spring wheat varieties. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 173, 32-40.
13. Snyman, H.A. (1993). The effect of defoliation during wilting on the production of *Themeda triandra* and *Eragrostis lehmanniana* in semi-arid grassland. *African Journal of Range and Forage Science*, 10, 113-117.
14. Snyman, H.A., Venter, W.D., Van Rensburg, W.L.J. (1997). Transpiration and water-use efficiency in response to water stress in *Themeda triandra* and *Eragrostis lehmanniana*. *South African Journal of Botany*, 63(1), 55-59.
15. Steynberg, R.E. (1992). Waterverbruik en aanpassing by droogtestremming van sekere gematigde eenjarige voergewasse. D.Sc.(Agric.)-proefskrif. Departement Plantproduksie, Universiteit van Pretoria, Pretoria.
16. Turner, N.C., Begg, J.E. (1978). Responses of pasture plants to water deficits. In *Plant Relation in Pastures*. Wilson, J.R. (ed.) (CSIRO Melbourne, Australia) pp. 50-66.



*Pieter Andreas Pieterse is op 2 September 1952 in Reivilo gebore en matriculeer in 1969 aan die Hoërskool Reivilo. Hy verwerf die B.Sc.Agric., B.Sc.Agric.Hons. en M.Sc.Agric. in Weidingkunde aan die Universiteit van Pretoria. Hy het so pas sy Ph.D.-proefskrif met die titel, Stikstofbemesting van subtropiese meerjarige grasse, ingedien. Hy is tans 'n senior lektor in die Departement Plantproduksie en Grondkunde aan die Universiteit van Pretoria en is outeur van verskeie publikasies en samevattinge van voordragte wat op nasionale en internasionale kongresse gelewer is.*