

Invloed van stikstofbemesting, grondtipe en waterstremming op die produksie en watergebruikdoeltreffendheid van *Digitaria eriantha* cv. Irene onder glashuistoestande

PA Pieterse, NFG Rethman and J van Bosch

Departement Plantproduksie en Grondkunde, Fakulteit Biologiese en Landbou Wetenskappe,
Universiteit van Pretoria 0002, Suid-Afrika.

Abstract

The influence of N-fertilization, soil type and water stress on the growth rate and water-use efficiency (WUE) of *Digitaria eriantha* was evaluated in a pot trial at the University of Pretoria. There were five levels of N, on three soil types and the treatment combinations were replicated under conditions of sufficient water supply and water stress. It was concluded that N fertilization, at levels higher than 80 kg N-ha⁻¹, had a significant effect on both growth rate and WUE. In the case of growth rate, the influence was overshadowed by soil type. Water stress had a severe effect on growth rate, but only at relative high levels of N application was WUE affected. Growth rate and therefore also WUE, decreased as the season progressed. It would therefore be good policy to scale down or stop irrigation as soon as the crop's growth rate start to decrease.

Uittreksel

Die invloed van N-bemesting, grondtipe en waterstremming op die groeitempo en watergebruikdoeltreffendheid (WGD) van *Digitaria eriantha* is in 'n potproef aan die Universiteit van Pretoria ondersoek. Daar was vyf N-peile op drie grondtipes en al die behandelings-kombinasies is onder toestande van voldoende watervoorsiening en waterstremming toegepas. Daar is tot die gevolgtrekking gekom dat N-bemesting teen peile van meer as 80 kg N-ha⁻¹, 'n betekenisvolle invloed op beide groeitempo en WGD van *D. eriantha* het. In die geval van groeitempo, word dié effek oorskadu deur die invloed van grondtipe. Waterstremming het 'n skerp afname in groeitempo tot gevolg gehad, maar het slegs by relatief hoë N-peile 'n invloed op die WGD gehad. Die groeitempo en daarom ook die WGD, het afgeneem soos die seisoen gevorder het. Dit mag dus goeie beleid wees om besproeiing van die gewas af te skaal of heeltemal te stop sodra die groeitempo afneem.

Extended summary

The aim of this trial was to determine the influence of N fertilization, soil type and water stress on the growth rate and water use efficiency (WUE) of *Digitaria eriantha*. The research was conducted as a pot trial in a controlled environment and was done over three seasons, using a different type of soil each season. In the 89/90 season, it was on sandy clay loam1 with a clay content of 34% and the N levels were 0, 20, 60, 180 and 300 kg N-ha⁻¹. In the 90/91 season, it was repeated on sandy clay loam2 with a clay content of 21% and the N levels were 0, 20, 60, 180, and 540 kg-ha⁻¹. In the 91/92 season, it was done on a clay soil with a clay content of 46% and the N levels were 0, 80, 160, 240 and 320 kg-ha⁻¹. All the N was applied in a single dressing. There were 2 levels of irrigation: half the pots were watered to 90% of the mass at field capacity every 2 to 3 d (treatment (a)), the other half received on average 19.3 mm per week (treatment (b)), with the result that this treatment eventually observed frequent water stress. The grass was harvested at a height of 70 mm, when the first inflorescences appeared, resulting in four cuts per season on the treatment (a) and three cuts on treatment (b).

From the results it is obvious that N levels of less than 80 kg N-ha⁻¹ had little or no effect on the growth rate or water-use efficiency of *D. eriantha*. The highest growth rate was obtained

on sandy clay loam2, when water was freely available and N was applied at a rate of 450 kg N-ha⁻¹. WUE was greatly effected by level of N application. Where water was freely available, soil type did not have a influence on WUE, but it did have a significant effect under conditions of water stress. On any particular soil, water stress only had an effect on WUE, where relatively high levels of N was applied. The highest WUE under irrigation can be achieved at an N application of between 350 and 400 kg N-ha⁻¹. Because WUE decreased as the season progress, it may be recommended to scale down or stop irrigation as soon as the growth rate has decreased considerably, under local conditions, usually at the second half of March, after which the crop should produce and survive on natural precipitation. The effect of this on growth in subsequent seasons need to be investigated. The highest stubble mass was also obtained with the highest N application when water application was sufficient, but not when the plants were water stressed. It must, however, be stressed that the data was obtained from a pot trial and need to be validated in the veld.

Different reactions to N application and water stress were observed on the different soils and it has been concluded that although the level of N application does have an influence on growth rate and water use efficiency, other soil factors overshadow this influence, especially when it comes to growth rate.

* To whom all correspondence should be addressed.

☎ (012) 420-3226; Fax: (012) 342-2713; E-mail: pieter@scientia.up.ac.za
Received 15 September 1994; accepted in revised form 26 June 1995.

Inleiding

Digitaria eriantha cv. Irene (*D. smutsii*) is 'n seleksie van 'n inheemse grasspesie, wat op die plaas Doornkloof van die destydse veldmaarskalk JC Smuts versamel is, vandaar die populêre naam van Smutsvingergras (Meredith, 1955). Die spesifieke kultivar is veral goed aangepas in gebiede met 'n gemiddelde jaarlikse reënval van meer as 500 mm, waar dit as wei-, hooi- of standehooi-gewas aangeplant word (Dannhauser, 1991). Stikstof is een van die belangrikste faktore wat die produksie van grasweidings beïnvloed. Wanneer die potproef-resultate wat deur Pieterse (1986) met N-bemesting van die kultivar verkry is, vergelyk word met dié wat onder dieselfde toestande met ander spesies (*Cenchrus ciliaris*, *Anthephora pubescens*, *Panicum maximum* en *Eragrostis curvula*) verkry is, is dit duidelik dat die N-behoefte van die spesie relatief laag is (Du Toit et al., 1973; Burger et al., 1975; Pretorius et al., 1975; Kruger, 1981). In die Mpumalanga Hoëveld het Rethman (1987) 'n byna 100% toename in produksie gekry toe hy 'n aangeplante weiding van *Digitaria eriantha* met 122.5 kg N·ha⁻¹, in die vorm van kalksteenammoniumnitraat (KAN), bemest het. Geen verdere toename in produksie is egter verkry toe die bemesting tot 245 kg N·ha⁻¹ verhoog is nie (reënval vir die groeiseisoen was 440 mm). Dannhauser (1991) beveel toedienings van so laag as 20 kg N·ha⁻¹·j⁻¹ vir gebiede met 'n reënval van minder as 500 mm·j⁻¹, 50 tot 90 kg N·ha⁻¹·j⁻¹ vir gebiede met 'n neerslag van tussen 500 en 700 mm·j⁻¹ en 120 kg N·ha⁻¹·j⁻¹ vir gebiede wat meer as 700 mm·j⁻¹ ontvang aan.

Geen verwysing met betrekking tot die invloed van waterspanning op die produksie van *D. eriantha*, of watergebruikdoeltreffendheid (WGD) van die gewas, kon in die literatuur opgespoor word nie. Ng et al. (1975) het egter die invloed van waterstremming op die groei en waterverhoudings van *P. maximum* var. *trichoglume* ondersoek en bevind dat plante wat aan stremming blootgestel is, stadiger ontwikkel en ook kleiner is. In proewe deur Stout (1992) op 4 gronde in sentraal Pennsylvania, is gevind dat beide grondtipe en N-bemesting 'n invloed op die WGD van *Panicum virgatum* het. Afhangende van grond en stikstofpeil, het die WGD syfer gewissel tussen 161 en 282.3 kg·ha⁻¹·cm⁻¹ H₂O toegedien. Stout (1992) is egter van mening dat die plantspesie die belangrikste faktor by die bepaling van WGD is. Plaaslik is daar nog geen navorsingsresultate oor die reaksie van *D. eriantha* op lae N-peile of die WGD van die spesie, gepubliseer nie.

Die doel van hierdie ondersoek was om die invloed van N-bemesting en waterstremming op die produksie en WGD van *D. eriantha* cv. Irene op drie grondtipes te ondersoek.

Metode

Die proef is in 10 potte met 'n bodeursnit van 257 mm en 'n hoogte van 245 mm, in 'n glashuis waarin temperatuur beheer is (min. 18 - maks. 32°C), op die proefplaas van die Universiteit van Pretoria

uitgevoer. Die pottê is vooraf met plastieksakke uitgevoer, om loring van N en ander elemente te vermy en met 12 kg lugdroë grond gevul. Vir die bepaling van produksie, is 3 gronde wat voortaan sandkleileem1, sandkleileem2 en klei genoem sal word, gebruik. Die gronde is uit die Potchefstroomgebied, vanaf lokaliteite waarop daar ook proefaanplantings van *D. eriantha* cv. Irene gevestig is, verkry. As gevolg van personeelprobleme gedurende die eerste seisoen, is die WGD-bepalings en die stoppelmassabepalings net op sandkleileem2 en kleigrond gedoen. Voor die aanvang van die proef is die gronde fisies en chemies ontleed (Tabel 1). Die waterhouvermoë van die 3 gronde is bepaal deur 'n 10 l pot, waaruit water vrylik kon dreineer, met 12 kg lugdroë grond te vul. Die massa van die pot plus droë grond is bepaal, waarna dit benat is totdat die water uit die pot begin dreineer het. Hierna is die pot met 'n plastieksak bedek, om verdamping vanaf die grondoppervlak te voorkom en vir 2 d gelaat. Na 2 d is die massa van die pot met die nat grond bepaal. Die waterhouvermoë van 'n grond is bereken as die verskil tussen die nat en die droë massa. Die waterhouvermoë, uitgedruk as % van die lugdroë massa van die sandkleileem1, sandkleileem2 en klei, was onderskeidelik 31.5, 24.8 en 38.5 %.

Saad van *D. eriantha* cv. Irene, wat in die handel verkry is, is in die lente in die potte gesaai en die potte is daarna met gedeïoniseerde water tot 90% van massa by veldkapasiteit benat. Die stand is geleidelik uitgedun, totdat daar teen die tyd dat die saailinge gevestig was, net 5 plante per pot oorgebly het.

Na die laaste uitdunning, teen ongeveer 20 Desember, is KAN teen vyf peile, eenmalig aan die potte toegedien. Die proef is oor drie seisoene uitgevoer, elke seisoen op 'n ander grond. In die eerste seisoen (85/90) is sandkleileem1 gebruik en was die N-toedienings ekwivalent aan 0, 20, 60, 180 en 300 kg N·ha⁻¹·j⁻¹ onderskeidelik. N-peile is so gekies om die hele spektrum wat in die praktyk aanbeveel word in te sluit. In die tweede seisoen (90/91) is dit op sandkleileem2 herhaal en was die N-toedienings, met die uitsondering van die hoogste toediening wat verhoog is tot 540 kg N·ha⁻¹·j⁻¹, dieselfde as in die vorige seisoen. Aangesien daar in die vorige twee seisoene weinig of geen reaksie met die 20 en/of 60 kg N·ha⁻¹ verkry is nie, is daar besluit om dit in die derde seisoen (91/92), toe die proef op die kleigrond uitgevoer is, uit te laat en was die N-peile 0, 80, 160, 240 en 320 kg N·ha⁻¹·j⁻¹.

Na bemesting is die potte geweeg en tot 90% van die massa by veldkapasiteit benat. Die potte in die behandeling wat voldoende water ontvang het, is daarna vir die duur van die proefperiode elke 2 tot 3 dae geweeg en tot op dieselfde vlak (90% van die massa by veldkapasiteit) benat. Hierdie potmassas is genoteer en aan die einde van die seisoen gebruik in die berekening van WGD.

Die stremmingsbehandeling is nadat die N-bemesting toegedien is, benat tot op 90% van massa by veldkapasiteit, maar daarna volgens die langtermyn gemiddelde reënval op Potchefstroom. Die watertoedienings is bereken deur die gemiddelde maandelikse

TABEL 1
GESELEKTEERDE FISIESE EN CHEMIESE EIENSAPPE VAN GRONDE WAAROP DIE INVLOED VAN N-BEMESTING OP DIE WATERGEBRUIKDOELTREFFENDHEID EN PRODUKSIE VAN DIGITARIA ERIANTHA CV. IRENE GEËVALUEER IS

Grondtipe	Sand %	Slik %	Klei %	Fosfor mg·kg ⁻¹	Kalium mg·kg ⁻¹	Kalsium mg·kg ⁻¹	Magnesium mg·kg ⁻¹	pH (H ₂ O)
Sandkleileem1	55	11	34	22	279	1153	409	6.8
Sandkleileem2	64	15	21	12	113	1035	158	6.2
Klei	37	17	46	26	261	3238	1184	5.7

reënval in paaime te van ongeveer 19.3 mm (1£ per pot) toe te dien. Die toedienings het dan as volg geskied: Desember - die ekwivalent van 20.7 mm elke 6 dae = 103.5 mm vir maand; Januarie - die ekwivalent van 18.9 mm elke 5 dae = 113.4 mm vir maand; Februarie - die ekwivalent van 18.9 mm elke 6 dae = 94.5 mm vir maand; Maart - die ekwivalent van 21.2 mm elke 7 dae = 85.6 mm vir maand en April - die ekwivalent van 23.1 mm elke 15 dae = 46.2 mm vir maand.

As in aanmerking geneem word dat die evapotranspirasie gemiddeld 6 - 10 mm per dag beloop het wanneer die plante volgroei was, is dit duidelik dat die plante in hierdie deel van die proef, mettertyd 'n gereelde watertekort ondervind het. Daar is dan ook waargeneem dat die plante gereeld permanent verwelk was. Omdat die grond gekrimp het met uitdroging, het dit van die wand van die potte af weggetrek en barste gevorm. Daarom was benatting nie net tot die boonste grondlagie beperk nie.

Daar was deurgaans 4 herhalings per behandelings-kombinasie en die potte is eenmaal per week geroteer om die invloed van omgewingsvariasie uit te skakel.

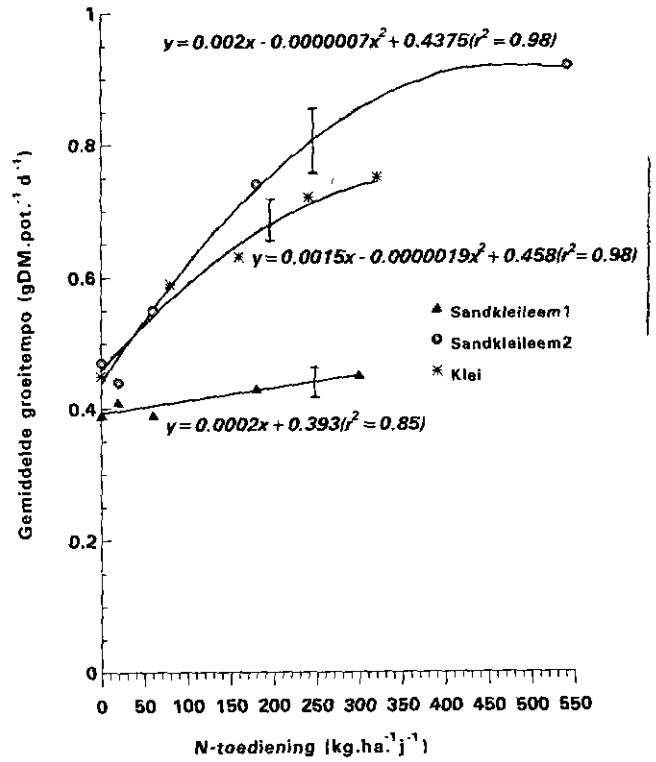
Die plante is op 'n hoogte van 70 mm afgesny, sodra die eerste bloeiwyses verskyn het. Die behandeling wat voldoende water ontvang het, is 4 keer per seisoen gesny terwyl daar net drie snysels van die watergestremde behandeling verkry kon word. Die laaste snysel is aan die einde van die groeiseisoen (eerste week in Mei) geneem. Die ge-oeste materiaal is vir 24 tot 48 uur tot 'n konstante massa in 'n oond by 75°C gedroog en daarna geweeg. Aan die einde van die seisoen is die stoppelmasse bepaal deur die bogrondse groei wat na die laaste oes oorgebly het, uit die pot te verwyder, te droog en die massa daarvan te bepaal. Die seisoenale WGD in die gedeelte van die proef wat voldoende water ontvang het is bereken deur die opbrengs wat met die eerste drie snysels verkry is, deur die hoeveelheid water (omgewerk na mm·ha⁻¹) wat oor dieselfde periode toegedien is, te deel. Die motivering hiervoor was dat die groei na die derde snysel baie swak was en dit dus tot gevolg sou hê dat die WGD te laag geskat sou word. Omdat die produksie met die laaste snysel, op die deel wat aan waterstremming onderwerp was, relatief hoog was, is al drie snysels gebruik.

Die produksiedata word aangebied as g·pot⁻¹·d⁻¹, terwyl WGD as kg·ha⁻¹·mm⁻¹ aangebied word. Die data is met behulp van die GLM prosedure, wat in die SAS program beskikbaar is, ontleed en die regressiekrommes is met behulp van Lotus bepaal.

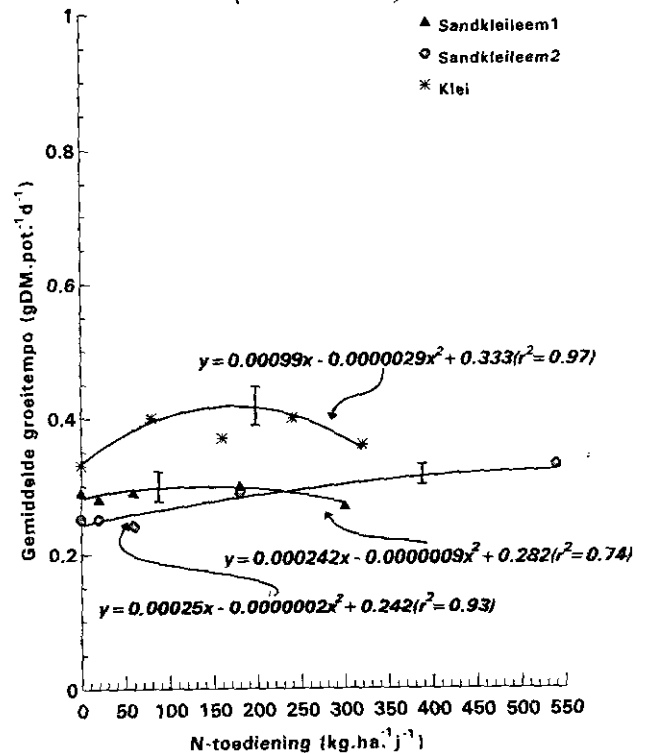
Resultate en bespreking

Groeitempo

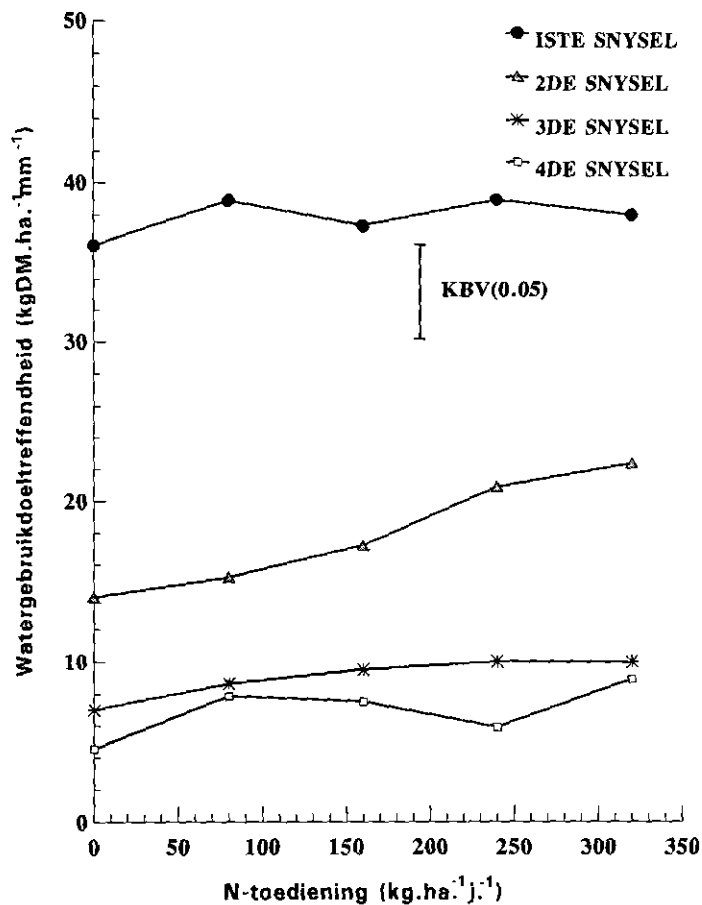
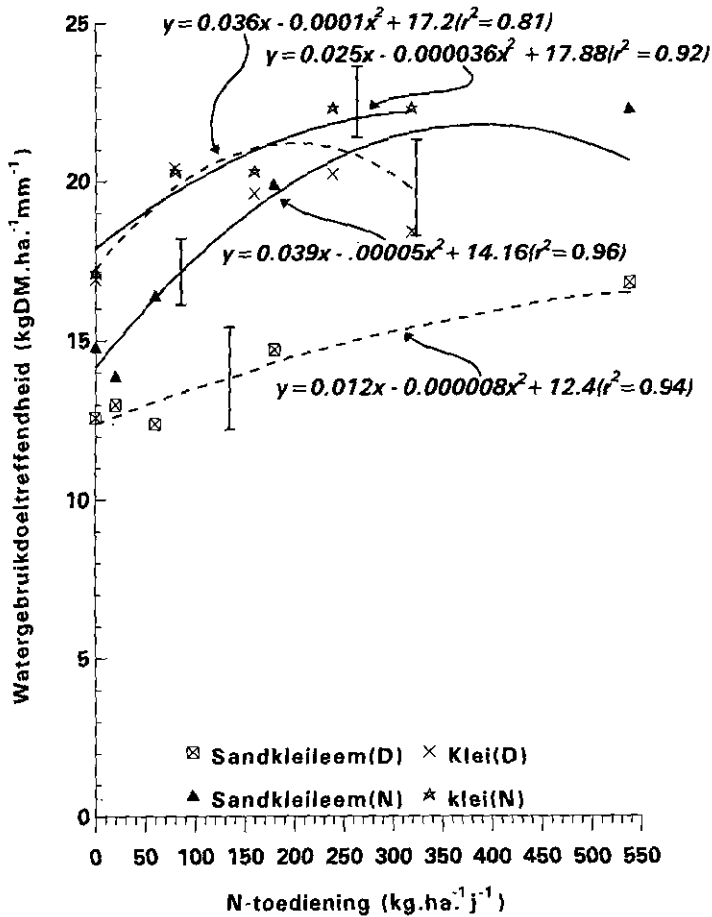
Daar was slegs 'n geringe verskil in groeitempo op die klei en sandkleileem2, met die hoogste groeitempo by 'n toediening van 540 kg N·ha⁻¹ op sandkleileem2 (Fig. 1a). Dit is in teenstelling met die proefresultate van Pieterse et al. (1994) met *Panicum maximum*, waar die hoogste groeitempo op die klei en die laagste op die sandkleileem2 verkry is. Die groeitempo op die sandkleileem1 was deurgaans, met die uitsondering van die kontrole en die 20 kg N·ha⁻¹·j⁻¹, laer as op die ander twee gronde. In



Figuur 1a
Invloed van N-bemesting en grondtipe op die groeitempo van *D. eriantha* cv. Irene met voldoende watervoorsiening (1 KBV- P=0.05)



Figuur 1b
Invloed N-bemesting en grondtipe op die groeitempo van *D. eriantha* cv. Irene waar plante aan waterstremming onderwerp is (1 KBV- P=0.05)



teenstelling met die ander twee gronde, was daar feitlik geen reaksie op N-bemesting nie, terwyl daar met *Panicum maximum* op dieselfde grond onder dieselfde toestande, wel 'n reaksie verkry is (Pieterse et al., 1994). Volgens die regressiekrommes vind daar op sandkleileem2 'n afplating in die groeitempo, by 'n toediening van ongeveer 400 kg N-ha⁻¹ plaas. Die hoogste N-toediening op die klei was te min om 'n draaipunt te bereik, maar met ekstrapolasie word 'n draaipunt by tussen 350 en 400 kg N-ha⁻¹ verkry.

Waar die plante aan waterstremming onderwerp is, was die produksie op sandkleileem1, sandkleileem2 en klei, gemiddeld 30, 53 en 41% laer as waar voldoende water toegedien is (Fig. 1b). Volgens die regressiekrommes is die hoogste groeitempo onder watergestremde toestande op klei, met 'n bemesting van ongeveer 160 kg N-ha⁻¹ verkry. Op die sandkleileem2 is die hoogste groeitempo by die hoogste N-peil aangeteken. Die eerste betekenisvolle groeitempo-ophoging op die sandkleileem2 is by 'n peil van 180 kg N-ha⁻¹.j⁻¹ verkry. Behalwe vir 'n betekenisvolle verlaging in groeitempo tussen 180 en 300 kg N-ha⁻¹.j⁻¹, het N-peil geen betekenisvolle invloed op die groeitempo van *D. eriantha* op die sandkleileem1 gehad nie. Die groeitempo onder watergestremde toestande op die beide die sandkleileem1 en klei, was feitlik deurgaans hoër as op die sandkleileem2, wat waarskynlik aan beter watervoorsieningsvermoë toegeskryf kan word.

Watergebruikdoeltreffendheid (WGD)

Waar voldoende water toegedien is, was daar slegs by die lae N-peile 'n noemenswaardige verskil in die WGD op die sandkleileem2 en die klei (Fig. 2). Die hoogste WGD op die gronde is by 'n N-toediening van tussen 350 en 400 kg-ha⁻¹ gerealiseer.

Op die klei het waterstremming slegs by peile hoër as 160 kg N-ha⁻¹, 'n negatiewe invloed op die WGD van *D. eriantha* gehad (Fig. 2). Op die sandkleileem was daar 'n geleidelike toename in WGD met 'n verhoging in N toediening, hoewel nie betekenisvol nie, maar WGD was deurgaans laer as waar daar voldoende water beskikbaar was. Daar was dus 'n interaksie tussen watervoorsiening en N-bemesting, sover dit WGD betref. Wanneer daar waterstremming is, is die hoogste WGD op die klei met 'n toediening van ongeveer 175 kg

Figuur 2 (links bo)
Invloed van N-bemesting, grondtipe en watervoorsiening op die watergebruikdoeltreffendheid van *D. eriantha* cv. Irene ((N)=voldoende water, (D)=waterstremming) (1 KBV- P=0.05).

Figuur 3 (links onder)
Invloed van N-bemesting op die watergebruikdoeltreffendheid van *D. eriantha* cv. Irene tydens die verskillende snysels op 'n kleigrond met voldoende watervoorsiening

N-ha⁻¹ verkry, terwyl dit eers by 540+ kg N.ha⁻¹ op sandkleileem2 verkry sal word.

Die hoogste WGD is met die eerste snysel verkry, waarna dit met elke snysel afgeneem het, namate die groeitempo van die gewas afgeneem het. Die tendens is oor beide seisoene waargeneem, maar slegs die data van die 1991/92 seisoen word gegee (Fig. 3), omdat die bemestingspeile tussen seisoene gevarieer het.

Stoppelmassa

Waar watervoorsiening voldoende was, is die eerste betekenisvolle verhoging in die stoppelmassa op die klei en sandkleileem2 met N-toedienings van onderskeidelik 160 en 180 kg N.ha⁻¹ verkry. Daar was geen wesenlike verskil tussen die twee gronde nie (Fig.4). By die stremmingsbehandeling, was die stoppelmassa baie laer. Op albei die gronde was daar 'n afname in stoppelmassa met 'n verhoging in N-bemesting.

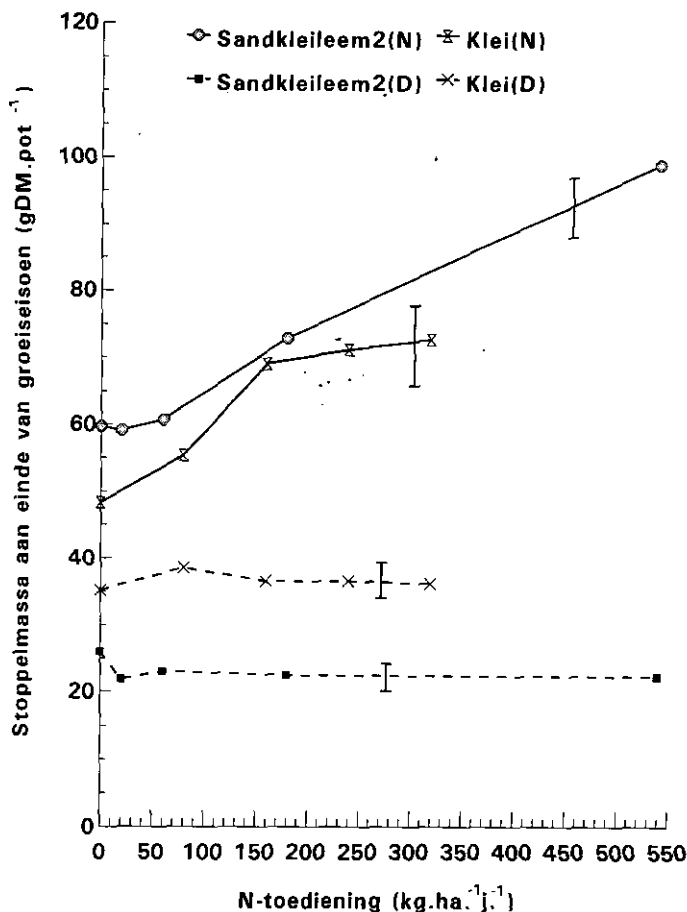
Gevolgtrekking

Uit voorafgaande is dit duidelik dat in ooreenstemming met die resultate van Stout (1992), stikstofbemesting 'n invloed op sowel die groeitempo as WGD van *D. eriantha* het, maar dat grondtipe ook 'n belangrike rol speel, veral sover dit die groeitempo beref. In ooreenstemming met veldproewe aan die Universiteit van Pretoria (Pieterse en Rethman, 1995) asook op Potchefstroom (Du Plessis, 1994), dui die resultate op 'n drempelwaarde van ongeveer 80 kg N.ha⁻¹.j⁻¹, waaronder daar feitlik geen opbrengsverhoging is nie. Dit is dus nie lonend om minder as 80 kg N.ha⁻¹ toe te dien nie. In die vestigingseisoen blyk dit soms onnodig te wees om enigsins N toe te dien, waarskynlik as gevolg van die hoë stikstofleweringsvermoë van sekere gronde.

Indien besproei word, kan tussen 350 en 400 kg N.ha⁻¹ gegee word, aangesien die hoogste WGD daarmee verkry is. Omdat die groeitempo en dus ook die WGD afgeneem het soos die seisoen gevorder het, mag dit voordelig wees om besproeiing af te skaal of heeltemal te staak, sodra die groeitempo van die gewas afneem. Die invloed van so 'n stap op die groeikragtigheid van die weiding in die daaropvolgende seisoen, sal ondersoek moet word. Die verdeling van die N-toediening in paaiemente van ongeveer 100 kg N.ha⁻¹, wat na elke snysel toegedien word om sodoende die WGD te verhoog, is 'n verdere alternatief wat ondersoek kan word. Dit moet egter net weer beklemtoon word dat data waaroor hier gerapporteer is, afkomstig is van 'n potproef en dat dit slegs as riglyne kan dien. Dié resultate behoort egter eers onder veldtoestande bevestig te word.

Dankbetuiging

Omnia word bedank vir die finansiële ondersteuning van die projek.



Figuur 4
Invloed van N bemesting, grondtipe en watervoorsiening op die stoppelmassa van *D. eriantha* cv. Irene ((N)=voldoende water, (D)=waterstremming) (1 KBV- P=0.05).

Literatuurverwysings

- BURGER, SJ, GRUNOW, JO en RABIE, JW (1975) Die reaksie van *Antheophora pubescens* Nees op verskillende intensiteite en frekwensies van ontblaring. *Hand. Weidingsveren. S. Afr.* **10** 29-34.
- DANNHAUSER, CS (1991) Die Bestuur van Aangeplante Weiding in die Somerreëvaldele. Die Verspreider, Posbus 56, Warmbad.
- DU PLESSIS, PIM (1994) Persoonlike mededeling. Hoëveld Landbou-ontwikkelingsinstituut, Potchefstroom.
- DU TOIT, J, RABIE, JW en GRUNOW, JO (1973) Voedings en produksiestudies op *Cenchrus ciliaris* L. cv Molopo. *Hand. Weidingsveren. S. Afr.* **8** 107-115.
- KRUGER, AJ (1981) Inname studies met skape en diverse produksiestudies op veertig ekotipes van *Eragrostis curvula* (Schrad) Nees. M.Sc. (Agric)-verhandeling, Fakulteit Landbouwetenskappe, Universiteit van Pretoria.
- MEREDITH, D (1955) *The Grasses and Pastures of South Africa*. Central News Agency, RSA.
- NG, TT, WILSON JR and LUDLOW, MM (1975) Influence of water stress on water relations and growth of a tropical (C₄) grass, *Panicum maximum* var. trichoglume. *Aust. J. Plant Physiol.* **2** 581-595.
- PIETERSE, PA (1986) Die invloed van die beskikbaarheid van nutriënte en ontblaringsbestuur op die produksie van *Digitaria eriantha* variëteit *eriantha*. *Tydskr. Weidingsveren. S. Afr.* **3** 103-108.
- PIETERSE, PA, RETHMAN, NFG en 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** (3) 259-263.

- PIETERSE, PA and RETHMAN, NFG (1995) Level of nitrogen fertilization and the production of a *Digitaria eriantha* cv. Irene pasture in the Transvaal middleveld. *Afr. J. Range For. Sci.* **12** (In press).
- PRETORIUS, JJ, GRUNOW, JO & RABIE, JW (1975) Voeding en produksiestudies op *Panicum maximum* Jacq cv Sabi. *Agroplantae* 7 1-6.
- RETHMAN, NFG (1987) The effect of form and level of nitrogen fertilization on the yield of *Digitaria eriantha* Steud. *J. Grassld Soc. South. Afr.* **4** 105- 08.
- STOUT, WL (1992) Water-use efficiency of grasses as effected by soil, nitrogen and temperature. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **56** 897-902.
-