

Produtividade e índice de área foliar de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes doses de nitrogênio e tensões hídricas*

K. R. A. Marcelino**, G. G. Leite***, L. Vilela, J. M. da S. Diogoj e A. F. Guerra***

Introdução

A estacionalidade na produção forrageira é um dos principais fatores que contribuem para que ocorram baixos índices produtivos nos rebanhos bovinos na região do Cerrado do Brasil. Para aumentar o potencial de produção animal torna-se necessária a introdução de espécies forrageiras mais produtivas e a adoção de algumas práticas de manejo, dentre elas, a adubação e irrigação. A introdução de gramíneas africanas vem sendo utilizada nesta região, sendo que as espécies mais utilizadas são do gênero *Brachiaria*. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em razão da sua alta produção de forragem e resistência às cigarrinhas das pastagens, foi amplamente difundida no Brasil, sendo recomendada para solos de média à boa fertilidade (Embrapa-Cnpq, 1984).

A utilização da adubação em pastagens, principalmente a nitrogenada, apresenta grande influência sobre a produção de novas células (Skinner e Nelson, 1995), melhorando a eficiência fotossintética e a redistribuição prioritária do carbono para a formação da parte aérea. Isso resulta em maior área fotossintetizante e a disponibilidade imediata desse elemento após o corte, aumenta o perfilhamento e eleva o índice de área foliar (IAF), (Nabinger, 1997). O aumento do IAF é descrito como a relação entre a área foliar e a área de solo que essas folhas ocupam, possibilitando um melhor entendimento das relações entre a interceptação de luz e o acúmulo de forragem.

Um maior IAF proporciona um aumento da luz interceptada, no entanto, o aumento demasiado provocará o auto-sombreamento, acarretando a diminuição na taxa fotossintética média por unidade de área foliar, o que ocorre em razão da maior resistência imposta pelos estômatos e mesófilo foliar à absorção do CO₂ (Gomide, 1994). Porém, a eficiência da absorção de nitrogênio pela planta em níveis elevados é dependente de umidade proveniente das chuvas ou da irrigação (Vilela e Alvim, 1998). Todavia, a deficiência hídrica influencia todos os processos de crescimento das plantas provocando mudanças em sua anatomia, fisiologia e bioquímica, sendo que os efeitos dependem do tipo de planta e do grau de duração da deficiência hídrica (Kramer, 1983). A primeira estratégia da planta para se adaptar as condições de estresse hídrico é a redução da parte aérea em favor das raízes, levando a uma limitação na capacidade de competir por luz, pela diminuição da área foliar (Nabinger, 1997).

A adubação nitrogenada associada à irrigação vem sendo adotada na região do Cerrado, entretanto, existem poucas informações sobre o comportamento regional das gramíneas, quando são adubadas e irrigadas. Este trabalho objetivou verificar a influência de diferentes níveis de nitrogênio e tensões hídricas no solo sobre a produção de forragem, a taxa de produção de matéria seca (MS) e índice de área foliar (IAF) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, cultivada na região do Cerrado.

Materiais e métodos

O trabalho foi conduzido no período março de 2000 a janeiro de 2001 em um Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cerrados), em Planaltina (DF),

* Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

** Estudante de Doutorado, Departamento de Zootecnia da FV, Universidade Federal de Viçosa-MG. (kramarcelino@yahoo.com.br)

*** Pesquisadores da Embrapa Cerrados, Planaltina-DF. Professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília-DF.

Brasil, localizada a 1000 m.s.n.m., 15° 35' 30" de latitude Sul e 47° 42' 30" de longitude Oeste. Os dados referentes à temperatura do ar são apresentados na Figura 1. A precipitação pluviométrica total do período experimental foi de 799.5 mm, e as temperaturas médias máxima e mínima foram de 28° C e 16° C, respectivamente.

A análise do solo, na camada de 0 a 20 cm, apresentou as seguintes características químicas: $pH_{(H_2O)} = 5.4$; $Al = 0.03 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$; $Ca + Mg = 4.58 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$; $K = 373 \text{ mg}/\text{dm}^3$; $P = 60 \text{ mg}/\text{dm}^3$; $H + Al = 4.94 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, matéria orgânica = 24.6 g/dm³ e saturação por bases = 53%.

Os tratamentos consistiram de quatro tensões hídricas (35, 60, 100 e 500 kPa) e cinco doses de nitrogênio (0, 45, 90, 180 e 360 kg/ha) em parcelas estabelecidas com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, plantadas em novembro de 1999. A fonte de nitrogênio utilizada foi uréia, parcelada em quatro aplicações em março, maio, agosto e novembro (Tabela 1). A adubação de plantio constou de 40 kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato simple e, a de manutenção com 400 kg/ha da fórmula 00-25-25, aplicados após 6 meses.

Utilizou-se delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e três repetições. Cada bloco foi composto de quatro parcelas, onde foram testadas as tensões hídricas e nas subparcelas as doses de nitrogênio (N).

A irrigação foi realizada por microaspersão com vazão de 0.28 l/seg. Após a emergência das plântulas, foram instalados tensiômetros nas profundidades de 15, 30, 45, 60 e 75 cm e blocos de gesso a 15 e 30 cm. As leituras nos tensiômetros e nos blocos eram feitas diariamente pela manhã. O momento de irrigação foi determinado quando a tensão de água no solo, na profundidade de 15 cm, atingiu os valores correspondentes a cada tratamento, estabelecendo-se dessa forma, as lâminas brutas de água para irrigação para a camada de 0 a 35 cm.

Após o corte de uniformização (16/03/00), as parcelas foram submetidas a cinco cortes. As datas de corte, lâmina de água aplicada, frequência média de irrigação e variações climáticas (insolação e precipitação) em cada período, são apresentadas na Tabela 2.

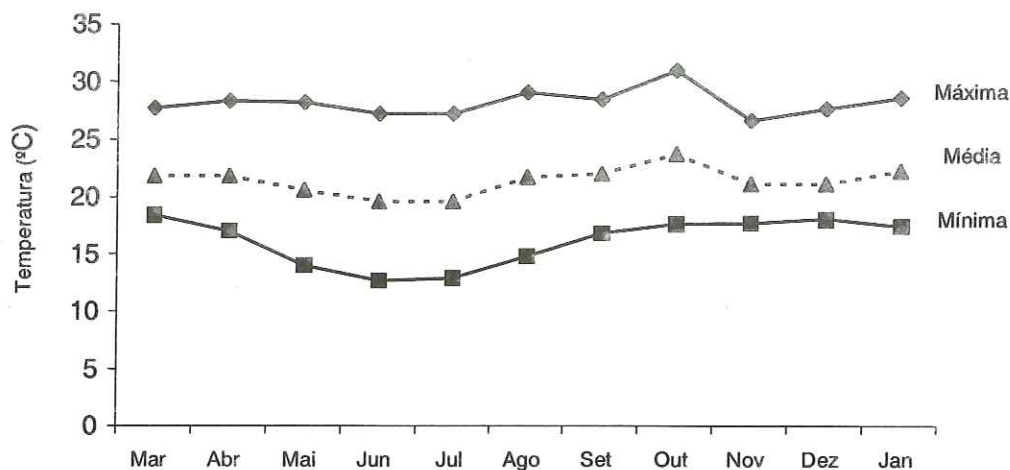


Figura 1. Temperaturas máximas, médias e mínimas (média mensal) durante o período experimental.

Tabela 1. Datas de aplicação e quantidades (doses) de nitrogênio aplicadas.

Datas	Doses de N (kg/ha)				
	0	45	90	180	360
29/03/00	0	7.5	15	30	60
31/05/00	0	7.5	15	30	60
16/08/00	0	15	30	60	120
01/11/00	0	15	30	60	120

Tabela 2. Datas de corte, insolação total, temperatura média, precipitação pluviométrica total e quantidade total de água fornecida durante o período experimental.

Data do corte	Insolação (h)	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Água fornecida (mm)			
		Máxima	Média	Mínima		35 kPa	60 kPa	100 kPa	500 kPa
16/03/00									
25/05/00	594.2	28.28	16.54	21.61	95.8	141.5 (9) ^a	124.8 (13)	104.4 (21)	41.1 (50)
09/08/00	705.8	27.44	12.76	19.72	1.7	206.9 (7)	184.0 (9)	169.5 (14)	123.0 (21)
20/09/00	321.7	28.86	16.20	21.97	94.0	62.2 (12)	94.0 (14)	63.1 (15)	80.2 (16)
29/11/00	440.7	28.77	17.34	22.43	348.1	129.5 (11)	129.0 (13)	132.1 (16)	80.7 (30)
10/01/01	197.1	27.74	18.36	21.95	259.9	38.0 (21)	0	0	0
Total	2259.5				799.5	578.1	531.8	469.5	325.0

a. Valores entre parênteses referem-se à frequência média de irrigação em dias.

Foram avaliadas a produção de MS, taxa de produção de matéria seca (TPMS) e IAF. A MS correspondeu à forragem cortada a 10 cm do solo, em dois quadrados de 50 cm de lado, dispostos aleatoriamente em cada unidade experimental de 4 x 5 m. Mediante as produções de MS em cada período, foram calculadas as taxas de acúmulo, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$TPMS = (MS_2 - MS_1) / (t_2 - t_1).$$

onde,

MS_1 e MS_2 é a matéria seca colhida em dois tempos sucessivos, t_1 (tempo inicial) e t_2 (tempo final).

O IAF foi determinado através de leituras tomadas em todas as parcelas antes do corte, utilizando-se um medidor de área foliar LAI - 2000 (LI-COR). Foram tomadas medidas de radiação interceptada, utilizando-se ainda um fator de correção (4.31), devido aos índices subestimados pela sobreposição de folhas. O fator foi obtido por intermédio dos índices de um integrador de área foliar Hayashi Denkoh (modelo AA-C400) em comparação aos obtidos com o aparelho LAI - 2000. No período de 16/03 a 25/05 não foi determinado o IAF.

Nas análises de variância utilizou-se o aplicativo Statistical Analysis System, sendo feitas comparações de médias pelos testes 't' Student e Tukey. Para o ajuste de equações de regressão utilizou-se o aplicativo Sigma Plot.

Resultados e discussão

A produção total de MS em relação às doses de N, foi avaliada para cada uma das tensões hídricas testadas (Figura 2). A maior produção (27.9 t/ha de MS) foi

obtida na tensão hídrica de 60 kPa e na máxima dose de N (360 kg/ha) enquanto que, a menor produção (17.9 t/ha de MS) foi encontrada na tensão de 100 kPa e sem adubação nitrogenada. Não se verificou efeito ($P > 0.05$) das doses de N na tensão hídrica de 35 kPa (Figura 2), sendo que as produções foram de 24.9, 26.1, 26.7, 25.3 e 26.5 t/ha de MS, entretanto observou-se maior produção nas doses 45 e 90 kg/ha de N e sem N, em relação às outras tensões.

Houve resposta linear ($P < 0.01$) para doses crescente de N, proporcionando aumento na produção de MS na tensão hídrica de 60 kPa (Figura 2). Aumentos lineares na produtividade no capim cv. Marandu em resposta a doses crescentes de N também foram reportados por Alexandrino et al. (2000). Considerando as produções elevadas de MS seca, a eficiência no uso de N de 17.7 (MS, kg)/(N, kg) aplicado, encontra-se próxima à observada por Paulino et al. (1995) que obtiveram aumentos na produção de MS de *Brachiaria decumbens* de 19.8 (MS, kg)/(N, kg) aplicado na forma de uréia.

Nas tensões hídricas de 100 e 500 kPa (Figura 2) as maiores produções foram obtidas na dose de 360 kg/ha de N (25.9 e 25.9 t/ha de MS, respectivamente). Entretanto, as respostas as doses de N aplicadas foram assintóticas, apresentando limitação na utilização do N em doses mais elevadas. Na tensão de 100 kPa, com a aplicação de 45, 90, 180 e 360 kg/ha de N, observou-se aumentos respectivos (%) de: 13.5, 21.5, 21.1 e 29.8 na MS produzida. Na tensão de 500 kPa, o aumento da produção nas doses de 45, 90, 180 e 360 kg/ha de N em relação ao tratamento sem N, foi (%) de: 13, 18.7, 21.1 e 27.8, respectivamente. Isto pode ser atribuído à redução no aproveitamento do N aplicado em condições de déficit hídrico.

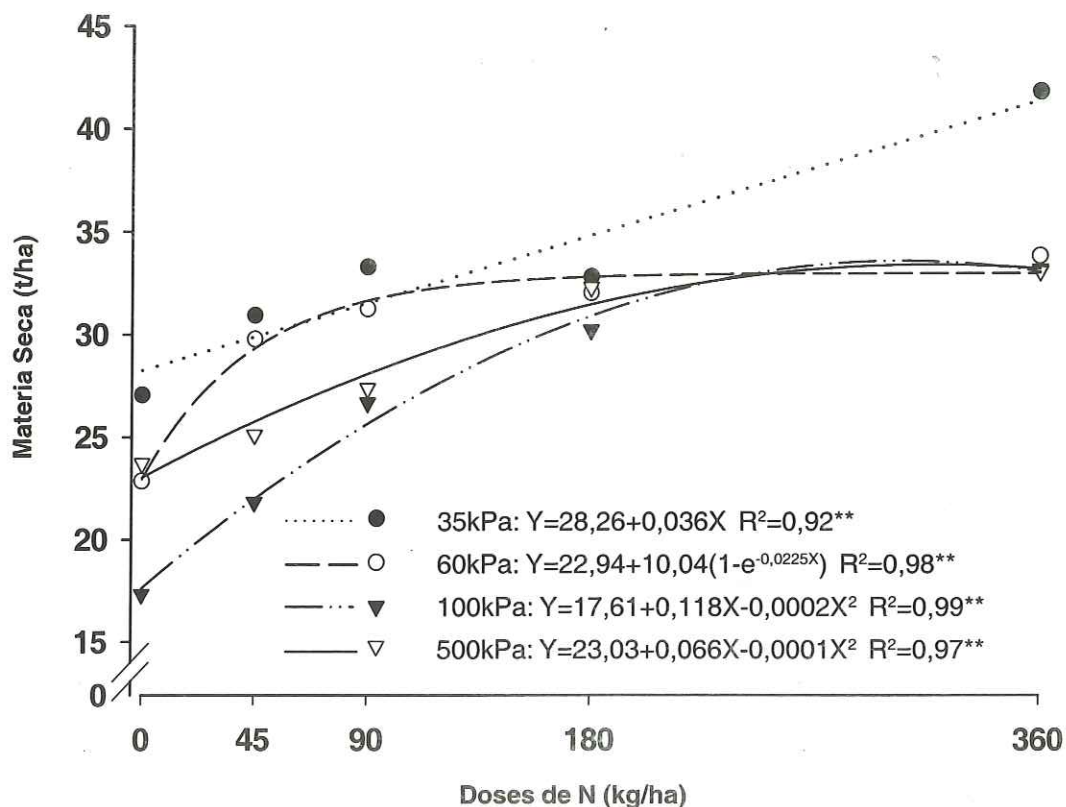


Figura 2. Produção de matéria seca (t/ha) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, por tensões hídricas em diferentes doses de nitrogênio.

Paulino et al. (1995) observaram redução na parte aérea da *Brachiaria decumbens* adubada com 100 kg/ha de N, quando submetida à deficiência hídrica. Eles não recomendam o uso de N sem o fornecimento de água. Trabalhos realizados com milho, mostram maiores produções de MS com elevação nas doses de N e com tensões variando entre 33 e 100 kPa. Porém, apenas doses acima de 180 kg/ha de N aumentam a produtividade sob tensões hídricas menores, sendo que tensões elevadas ocasionam redução na produtividade (Guerra et al., 1997). Trabalhos com *Cynodon dactylon* cv. Coastcross irrigado evidenciam aumentos na produção de MS até doses de 675 kg/ha de N na época chuvosa; entretanto, sem irrigação e no período seco, esses aumentos foram somente até a dose de 225 kg/ha de N (Fernandez et al., 1986).

A TPMS foi diferente ($P < 0.01$) entre os períodos de corte (Tabela 3). As menores TPMS foram verificadas no período de 26/05 a 09/08. Nesse período, as condições climáticas não foram favoráveis, com ocorrência de temperaturas baixas e a TPMS variou de 39.41 a 45.28 kg/ha por dia. Todavia, no período de 10/08 a 20/09 ocorreram maiores TPMS, variando de 120.57 a 157.31 kg/ha por dia. Isto pode

ser atribuído à influência de fatores climáticos, onde as baixas temperaturas e a luminosidade podem ter sido o fator limitante à produção. Houve diferença na TPMS em relação às doses de N ($P < 0.01$) e interação entre períodos de corte e doses de N aplicadas ($P < 0.05$). Entretanto, analisando-se o efeito das doses de N, verificou-se efeito de N no período de 10/08 a 29/11 (terceiro e quarto) (Figura 3).

No período de 21/09 a 29/11 as TPMS variaram de 96.38 a 135.70 kg/ha por dia e foram inferiores às observadas no período de 21/09 a 29/12 (121 a 157 kg/ha por dia). Este comportamento pode ser atribuído às temperaturas elevadas verificadas no período, bem como ao efeito das épocas de aplicação de N, que podem ter reduzido a eficiência na utilização do nutriente (Tabela 2). Herling et al. (1998) observaram aumento na TPMS do *Panicum maximum* cv. Colômbio com a elevação nas doses de N, com média de 81.9 kg/ha por dia sem adubação nitrogenada e 104.9 kg/ha por dia quando aplicaram 320 kg/ha de N. Paulino et al. (1995) trabalhando com *B. decumbens* cv. Basilisk também observaram resposta crescente à adição de N, entretanto não recomendam o uso de fontes nitrogenadas no período seco.

Tabela 3. Taxa de produção de matéria seca (kg/ha por dia) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu nos cinco períodos avaliados, nas doses de nitrogênio e tensões hídricas testadas.

Doses de N (kg/ha)	Períodos				
	16/03-25/05	26/05-09/08	10/08-20/09	21/09-29/11	30/11-10/01
	MS (kg/ha por dia)				
0	55.22	43.52	120.57	96.38	57.30
45	60.19	39.41	123.83	112.23	68.50
90	61.11	42.80	139.06	115.02	66.57
180	61.73	45.28	139.91	113.81	66.34
360	63.71	41.49	157.31	135.70	65.51
Média	60.39 C*	42.49 D	136.14 A	114.63 B	64.84 C
Tensão hídrica (kPa)					
35	65.79	43.61	143.68	131.71	65.76
60	55.78	43.57	128.37	134.47	76.43
100	60.48	44.16	131.83	94.41	52.74
500	59.53	38.66	140.67	97.91	64.46
Média	60.39 C	42.49 D	136.14 A	114.63 B	64.84 C

* Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

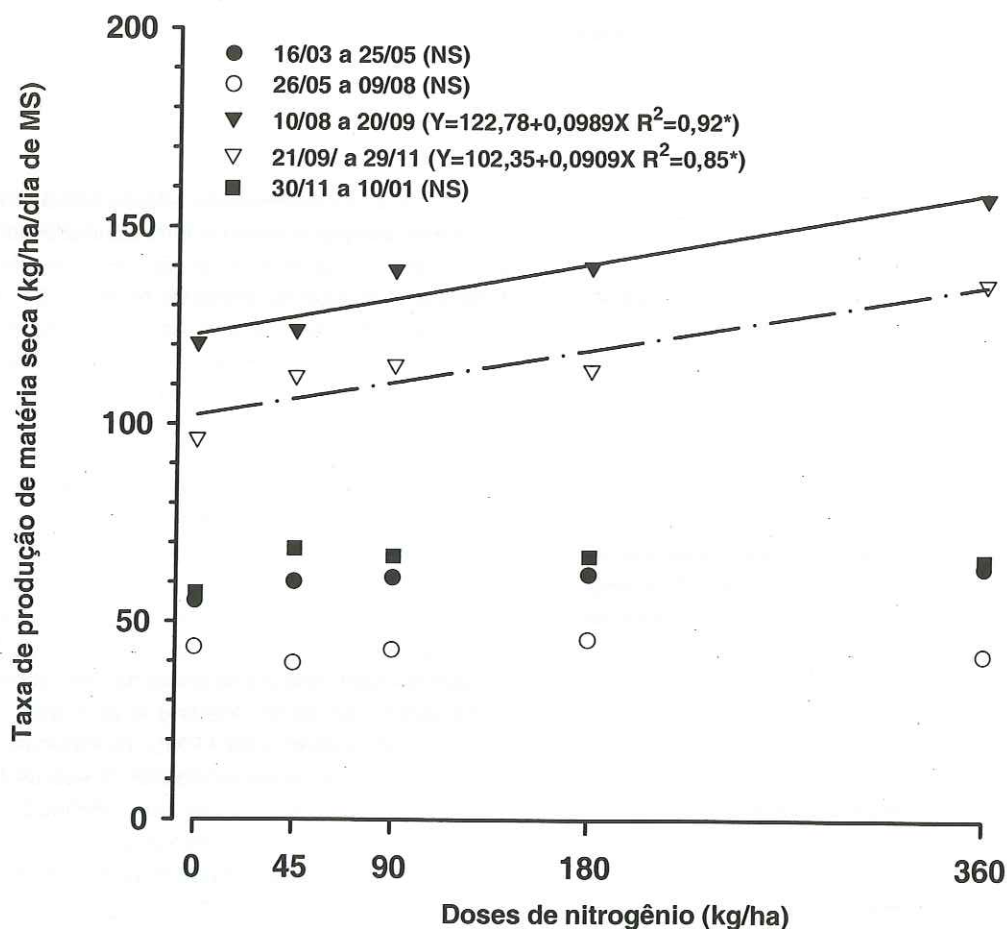


Figura 3. Taxa de produção de matéria seca (kg/ha por dia) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em diferentes doses de nitrogênio.

No período de 16/03 a 25/05 não houve resposta à aplicação de N (Tabela 1). A falta de resposta à aplicação de N foi, provavelmente, em razão da alta disponibilidade desse nutriente no solo. A extração de N no tratamento que não recebeu adubação com este nutriente foi de 107 kg/ha. A falta de adubação nitrogenada após o corte de 29/11 pode ter contribuído para redução das TPMS observadas no período de 30/11 a 10/01. Além disso, nesse período verificou-se menor insolação, prejudicando o desenvolvimento da gramínea.

No período de 26/05 a 09/08, além de não haver resposta à aplicação de N ($P > 0.05$), foram verificadas as menores taxas de crescimento sendo, respectivamente, 43.5, 39.4, 42.8, 45.3 e 41.5 kg/ha por dia, nas doses de 0, 45, 90, 180 e 360 kg/ha de N (Tabela 3). Isso, provavelmente, ocorreu em consequência das condições climáticas ocorridas no período (temperaturas baixas), reduzindo os benefícios da irrigação e da adubação nitrogenada. A redução média na taxa de produção de MS, em relação à máxima obtida (10/08 a 20/09) foi de 73%.

Não houve resposta ($P > 0.05$) para as tensões hídricas, entretanto, no período de 21/09 a 29/11 observou-se tendência de maiores TPMS nas menores tensões (Tabela 3). França (1999) trabalhando com milho observou que redução da disponibilidade hídrica afetou a produção de MS.

Houve efeito ($P < 0.01$) de níveis de N sobre o IAF. Nas doses maiores de N houve elevação do IAF

médio, que variou de 8.58 a 10.97; nos tratamentos sem N e 360 kg/ha de N, respectivamente. Entretanto, nos cinco períodos verificou-se efeito ($P < 0.05$) somente no período de 21/09 a 29/11 (Tabela 4). Provavelmente essas diferenças na área foliar foram devido ao efeito benéfico do N sobre a expansão foliar, quando as condições de temperatura e luminosidade eram favoráveis. Queiroz (1982) encontrou variação de 3 a 10.8 no IAF do capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) na ausência de N e com 320 kg/ha de N, respectivamente.

Não houve efeito de tensão hídrica ($P > 0.05$) sobre o IAF nos períodos avaliados. Entretanto, observou-se tendência de maior IAF (10.18) na tensão de 100 kPa. Nabinger (1997) e Paulino et al. (1995) relatam redução do IAF em plantas submetidas a déficit hídrico. Trabalhos realizados com milho mostram que a ocorrência de déficit hídrico durante o estágio vegetativo afetam negativamente a evolução do IAF, mostrando comportamento diferenciado em função da disponibilidade hídrica (França 1999).

O IAF variou no período de 21/09 a 29/11 ($P < 0.01$), sendo maior nas doses de 90, 180 e 360 kg/ha de N, respectivamente. Isso pode ser atribuído às elevadas temperaturas e insolação, que proporcionaram maior perfilhamento. Além disso, neste período verificou-se o maior intervalo entre cortes (Tabela 2).

No período de 30/11 a 10/01 foram observados os menores IAF (Tabela 4), o que pode ser atribuídos à

Tabela 4. Índice de área foliar de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em quatro períodos avaliados, nas doses de nitrogênio e tensões hídricas testadas.

Doses de N (kg/ha)	Períodos				Médias
	26/05-09/08	10/08-20/09	21/09-29/11	30/11-10/01	
0	8.63	9.15	9.71 c*	6.82	8.58
45	8.80	10.33	11.15 bc	6.13	9.10
90	9.01	9.86	13.14 ab	7.48	9.87
180	8.93	10.69	12.79 ab	6.22	9.66
360	9.73	10.67	14.86 a	8.62	10.97
Média	9.02	10.14	12.33	7.05	9.64
Tensão hídrica (kPa)					
35	9.03	10.25	12.77	7.42	9.87
60	9.49	10.69	13.11	7.43	10.18
100	8.77	9.75	12.50	5.94	9.24
500	8.80	9.87	10.96	7.43	9.26
Média	9.02	10.14	12.33	7.05	9.64

* Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

baixa luminosidade e também ao menor intervalo entre cortes do período (42 dias), já que o aumento no período luminoso reduz progressivamente o nível de hormônios inibidores de crescimento presentes na planta. Provavelmente, com temperaturas elevadas houve reinício ou aceleração no desenvolvimento de gemas.

Conclusões

Maior produção de MS do *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi obtida quando solo foi mantido na tensão hídrica de 60 kPa e adubado com 360 kg/ha de N. As maiores taxas de produção de MS ocorreram durante os períodos com temperaturas do ar mais elevadas associados às tensões hídricas de 35 kPa e 60 kPa na dose de 360 kg/ha de N. O maior IAF foi obtido na dose de 360 kg/ha de N no período com maiores temperaturas.

Resumen

Entre marzo de 2000 y junio de 2001 en un Latossolo Vermelho Escuro arcilloso de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cerrados), em Planaltina (DF), Brasil, localizada a 1000 m.s.n.m., 15° 35' 30" de latitud sur y 47° 42' 30" de longitud oeste, se realizó un trabajo con el objeto de evaluar la respuesta en producción de MS, tasa de producción de MS (TPMS) e índice de área foliar (IAF) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cuando se sometió a los niveles de tensión hídrica 35, 60, 100 e 500 kPa y a la aplicación de 45, 90, 180, 360 kg/ha más un testigo sin N, en un diseño de bloques al azar en parcelas subdivididas y tres repeticiones. La mayor producción de MS (27.9 t/ha) se obtuvo con la tensión hídrica de 60 kPa y 360 kg/ha de N, lo que fue equivalente a 11.7 kg de MS por kg de N aplicado. La menor producción de MS (17.9 t/ha) ocurrió con una tensión de 100 kPa sin aplicación de N. En el período 10/08 a 29/11 se observaron las mayores TPMS (94.4 a 157.3 kg/ha por día) y las mejores respuestas a la aplicación de N, por el contrario, en el período 26/05 a 09/08 se observaron las menores TPMS (38.7 a 45.3 kg/ha por día) debido, posiblemente, a las bajas temperaturas que ocurrieron en esta época. No se observaron diferencias en la TPMS por efecto de las tensiones hídricas incluidas en el estudio. En el período 21/09 a 29/11 el IAF varió entre 8.56 y 10.97 en las dosis de N evaluadas, siendo mayor en las dosis más altas. En los demás períodos no se observaron efectos del N ni de las tensiones hídricas sobre el IAF.

Summary

The response in DM production, rate of DM production (RDMP), and leaf area index (LAI) of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu when submitted to four water tension levels (35, 60, 100, and 500 kPa) and five levels of N application (45, 90, 180, and 360 kg/ha) was evaluated at the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Cerrados) in Planaltina, located at 1000 m.a.s.l., 15° 35' 30" S latitude and 47° 42' 30" W longitude. The trial was carried out between March 2000 and June 2001 in a clayey Dark Red Latosol, using a randomized block design with split plots and three replications. The highest DM production (27.9 t/ha) was obtained with a water tension of 60 kPa and 360 kg N/ha, which was equivalent to 11.7 kg DM per kg N applied. The lowest DM production (17.9 t/ha) occurred with a water tension of 100 kPa without application of N. The highest RDMP (94.4-157.3 kg/ha per day) and the best response to N application from 10 August to 29 November; on the contrary, the lowest RDMP (38.7-45.3 kg/ha per day) was observed from 26 May to 9 August, possibly because of the prevailing low temperatures. Differences in RDMP due to the effect of the water tensions included in the study were not observed. From 21 September to 29 November, the LAI ranged between 8.56 and 10.97 at the N rates evaluated, being highest in the highest application rates. No effects of N or water tension on LAI were observed in the other periods.

Referências

- Alexandrino, E.; Nascimento Jr., D.; Mosquim, P. R.; Regazzi, A. J.; Fonseca, D. M. Da; e Souza, D. de P. 2000. Efeito de três doses de nitrogênio sobre as características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu após o corte de uniformização. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 37. Viçosa, MG. Anais...Viçosa. p. 87.
- Embrapa-Cnpq (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Centro de Pesquisa dos Cerrados). 1984. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande. Documentos, 21. 31 p.
- Fernandez, D.; Gomez, I.; e Paretas, J. J. 1986. Fertilización nitrogenada en bermuda cruzada-1 (*Cynodon dactylon*) sobre suelo pardo tropical. Pastos y Forrajes 6(1):27-49.
- França, S.; Bergamaschi, H.; e Rosa, L. M. 1999. Modelagem do crescimento em função da radiação fotossinteticamente ativa e do acúmulo de graus-dia, com e sem irrigação. Rev. Brasil. Agrometeor. 7(1):59-66.

- Gomide, J. A. 1994. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. En: Pastagens, Fundamentos da Exploração Racional. 2ª. Ed. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros (FEALQ). Piracicaba. p. 1-14.
- Guerra, A. F. e Antonini, J. C. dos. 1997. Irrigação suplementar para a cultura de soja. En: Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1991 a 1995. p. 99-100.
- Herling, V. R.; Jantalia, C. P.; Piazz, C.; Suda, C. H.; Luz, P. H. De; e Lima, C. G. 1998. Determinação da matéria seca disponível do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jack. cv. Mombaça) sob pastejo. En: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ), 35, Anais... Botucatu. p. 530-532.
- Kramer, P. 1983. Water relations of plants. New York. Academic Press. 489 p.
- Nabinger, C. 1997. Princípios da exploração intensiva de pastagens. En: Simpósio sobre Manejo de Pastagens, 13. Anais. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros (FEALQ). Piracicaba. p. 15-95.
- Paulino, V. T.; Beisman, D. A.; e Ferreri, E. Jr. 1995. Fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período da seca. Pastures Tropicales, 17(2):20-24.
- Queiroz, D. S. 1982. Efeito da frequência de cortes, da adubação de reposição e do espaçamento sobre a produtividade e o valor nutritivo do capim Jaraguá *Hyparrhenia rufa*. Universidade Federal de Viçosa. Dissertação (MS) Viçosa/MG. 48p.
- Skinner, R. H. e Nelson, C. J. 1995. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. Crop Sci.35(1):4-10.
- Vilela, D. e Alvim, J. M. 1998. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: Introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. En: Manejo de pastagens de Tifton, Coast-cross e Estrela, 15. Anais. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros (FEALQ). Piracicaba. p. 23-54. 1998.