

Produção de Forragem, Composição Química e Morfogênese de *Panicum maximum* cv. Vencedor sob Diferentes Níveis de Adubação Nitrogenada

Newton de Lucena Costa¹, Valdinei Tadeu Paulino², João Avelar Magalhães³

RESUMO - O efeito da adubação nitrogenada (0, 40, 80, 120 e 160 mg N/kg solo) sobre a produção e composição química da forragem e características morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Vencedor foi avaliado em condições de casa-de-vegetação. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. A adubação nitrogenada afetou positivamente e linearmente a produção de matéria seca e o tamanho médio de folhas, contudo implicou em decréscimos significativos dos teores de fósforo. As maiores taxas de aparecimento e de expansão foliar, o maior número de folhas/perfilho e o tamanho máximo de folhas foram obtidos, respectivamente, com a aplicação de 139,5; 115,4; 125,7 e 105,1 mg/ N/kg solo. A eficiência de utilização e a recuperação aparente de N foram inversamente proporcionais às doses de N aplicadas. A qualidade da forragem produzida foi melhorada pela adubação nitrogenada, apresentando maiores teores de N.

Palavras-chave: adubação, folhas, matéria seca, nitrogênio, perfilhos

Forage Yield, Chemical Composition and Morphogenesis of *Panicum maximum* cv. Vencedor at Different Nitrogen Fertilization Levels

ABSTRACT - The effect of nitrogen levels (0, 40, 80, 120 and 120 mg/dm³ of N) on dry matter (DM) yield, chemical composition and morphogenetic and structural characteristics of *Panicum maximum* cv. Vencedor, was evaluated under greenhouse with natural conditions of light and temperature. The experimental design was a complete randomized blocks, with three replications. Nitrogen fertilization increased linearly DM yields, and number of tillers/pot, however decreased significantly phosphorus contents. Maximum leaf appearance and elongation rates, leaves blade length and number of live leaves/tiller were obtained with the application of 139,5; 115,4; 125,7 and 105,1 mg/dm³ of N, respectively. The nitrogen efficiency utilization and the apparent recovery were inversely proportional to the increased nitrogen levels. Forage quality was improved by nitrogen fertilization, showing higher nitrogen contents.

Key Words: dry matter, fertilization, leaves, nitrogen, tillers

Introdução

Na Amazônia Ocidental, cerca de dez milhões de hectares de florestas estão atual-

mente ocupados com pastagens cultivadas. Desta área, quase 40% já apresenta pastagens em diferentes estágios de degradação, o que reflete na necessidade contínua de novos

¹ Mestre, Pesquisador da Embrapa Amapá, Caixa Postal 10, Macapá, Amapá (newton@cpafap.embrapa.br)

² Doutor, Pesquisador do Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, São Paulo.

³ Doutorando UFC. Pesquisador da Embrapa Meio-norte (avelar@cpamn.embrapa.br).

desmatamentos, a fim de alimentar adequadamente os rebanhos, resultando numa pecuária itinerante (Costa et al., 2004a). O desequilíbrio ecológico causado pelo desmatamento das florestas naturais para o estabelecimento de pastagens não adaptáveis aos tipos de solos da região pode ser considerado como o início do processo de degradação das pastagens. Na queimada e no preparo do solo, todos os nutrientes não voláteis da biomassa florestal são incorporados ao solo sob a forma de cinzas, o que implica no aumento do pH e da fertilidade do solo, favorecendo o estabelecimento e crescimento das pastagens. No entanto, esta alta fertilidade é apenas temporária. O nitrogênio (N) pode ser perdido por lixiviação, volatilização (transformação em gás) ou imobilização, um processo onde o nutriente torna-se inutilizável pela planta, sendo a sua deficiência apontada como uma das principais causas da degradação das pastagens (Costa e Oliveira, 1994; Costa et al., 2004b).

As pastagens cultivadas, notadamente as formadas exclusivamente com gramíneas, necessitam de uma fonte para a reposição do N (química ou biológica), com o objetivo de manter a produção de forragem, e conseqüentemente evitar sua degradação (Costa et al., 2004a,b; Werner, 1986). O N é considerado como o principal nutriente para a manutenção da produtividade e persistência de uma pastagem de gramínea, sendo o principal constituinte das proteínas que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal, sendo responsável pelas características estruturais da planta (tamanho de folha, densidade de perfilho e folhas por perfilho), além de características morfológicas (taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar e senescência foliar). Nos solos deficientes em N, o crescimento e desenvolvimento da planta tornam-se lentos, a produção de perfilhos é negativamente afetada e o teor de proteína torna-se deficiente para o atendimento das exigências do animal (Costa et al., 2004a).

Neste trabalho foram avaliados os efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção

de forragem, composição química e características morfológicas de *Panicum maximum* cv. Vencedor.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação, utilizando-se um Latossolo Amarelo, textura argilosa, o qual apresentava as seguintes características químicas: pH = 4,8; Al = 1,3 cmol/dm³; Ca + Mg = 1,7 cmol/dm³; P = 2 mg/kg e K = 73 mg/kg. O solo foi coletado na camada arável (0 a 20 cm), destorroado e passado em peneira com malha de 6 mm e posto para secar ao ar.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos consistiram de cinco doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 mg/kg de solo, correspondendo a 0, 80, 160, 240 e 320 kg de N/ha), aplicadas sob a forma de uréia, parceladas de três vezes; a primeira no plantio, uniformemente misturada com o solo. As demais em cobertura, a intervalos de 28 dias, coincidindo com o primeiro e o segundo corte das plantas. A adubação de estabelecimento constou da aplicação de 44 mg/dm³ de P, sob a forma de superfosfato triplo. Cada unidade experimental constou de um vaso com capacidade para 4,0 dm³ de solo seco. Dez dias após a emergência das plantas executou-se o desbaste, deixando-se duas plantas/vaso. O controle hídrico foi realizado diariamente através da pesagem dos vasos, mantendo-se o solo em 80% de sua capacidade de campo.

Durante o período experimental foram realizados três cortes a intervalos de 28 dias e a 15 cm acima do solo. Os parâmetros avaliados foram: rendimento de matéria seca (MS), teores de nitrogênio e fósforo, número de perfilhos/planta (NP), número de folhas/perfilho (NFP), taxa de aparecimento de folhas (TAF), taxa de expansão foliar (TEF) e tamanho médio de folhas (TMF). As TEF e TAF foram calculadas dividindo-se o comprimento acumulado de folhas e o número total de folhas no

perfilho, respectivamente, pelo período de rebrota. O TMF foi determinado pela divisão do alongamento foliar total do perfilho pelo seu número de folhas. A recuperação aparente de nitrogênio foi calculada pela fórmula: $NRec. = 100 \times N \text{ extraído pelas plantas fertilizadas} - N \text{ extraído pelas plantas não fertilizadas}$, dose de N aplicada. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Assistat (Silva, 1996).

Resultados e Discussão

Os rendimentos de MS foram significativamente ($P < 0,05$) incrementados pela adubação nitrogenada, sendo a relação linear e descrita pela equação: $Y = 9,53 + 0,1174 X$ ($r^2 = 0,98$) (Tabela 1). Da mesma forma, Freitas et al. (2005) constataram incrementos lineares na produção de forragem de *P. maximum* cv. Mombaça com a aplicação de até 140 mg N/kg solo. Para *P. maximum* cv. Tanzânia, Oliveira et al. (2001) detectaram interação significativa entre adubação nitrogenada e frequências de corte; o efeito foi linear com a aplicação de até 300 mg N/kg solo, contudo cortes a cada 40 dias proporcionaram um incremento de 50% no rendimento de forragem, comparativamente a cortes a cada 25 dias (1.914 vs. 1.276 kg de MS/ha).

A eficiência de utilização e a recuperação aparente de N foram inversamente proporcionais às doses de N aplicadas (Tabela 1), sendo as relações, respectivamente, descritas pelas equações: $Y = 98,74 - 0,4426 X$ ($r^2 = 0,94$) e $Y = 86,05 - 0,1138 X$ ($r^2 = 0,98$). Da mesma forma, Costa et al. (2004a,b) constataram comportamento semelhante para pastagens de *P. maximum* cv. Centenário e *B. dictyoneura*. Primavesi et al. (2005), com *B. brizantha* cv. Marandu verificaram que a eficiência de recuperação aparente de N foi afetada pelas doses (0, 50, 100 e 200 kg N/ha/corte) e fontes utilizadas (uréia e nitrato de amônio). A recuperação média de todas as doses de N aplicadas sob a forma de uréia foi de 84% da obtida com

o nitrato de amônio, cuja recuperação variou de 38 a 51%.

O efeito da adubação nitrogenada sobre os teores de nitrogênio e fósforo foi linear, sendo descrito, respectivamente, pelas equações $Y = 17,59 + 0,6367 X$ ($r^2 = 96$) e $Y = 1,93 - 0,001525 X$ ($r^2 = 0,95$) (Tabela 1). A maior concentração de proteína na forragem, notadamente nas folhas, contribui para a diluição dos componentes da parede celular, reduzindo o teor de fibras e aumentando a fração de compostos solúveis e prontamente disponível e utilizável pelos animais. Costa et al. (2004b) evidenciaram efeito linear e positivo da adubação nitrogenada sobre os teores de N de *P. maximum* cv. Tanzânia com a aplicação de até 150 mg N/kg solo, ocorrendo o inverso quanto aos teores de fósforo. Resultados semelhantes foram reportados por Oliveira et al. (2001), avaliando a mesma gramínea, submetida a diferentes doses de N (0, 50, 200 e 300 mg N/kg solo).

A adubação nitrogenada afetou positiva e linearmente o NPP ($Y = 13,9 + 0,1225 X - r^2 = 0,96$). A correlação entre NPP e rendimento de MS foi positiva e significativa ($r = 0,98$; $P < 0,01$), a qual explicou em 96% os incrementos verificados nos rendimentos de MS da gramínea, em função da adubação nitrogenada (Tabela 2). Patês et al. (2005), independentemente da adubação fosfatada (0 e 90 kg de P205/ha), constataram incrementos significativos no NPP de *P. maximum* cv. Tanzânia com a aplicação de até 50 mg N/kg solo, enquanto que Garcez Neto et al. (2002) estimaram o máximo potencial de perfilhamento de *P. maximum* cv. Mombaça com a aplicação de 175,5 mg N/kg solo. Segundo Nabinger (1996), o nitrogênio interfere intensamente na ativação dos tecidos meristemáticos (gemas axilares); seu déficit aumenta o número de gemas dormentes, enquanto que o adequado suprimento permite o máximo perfilhamento da gramínea. Para Garcez Neto et al. (2002), o perfilhamento constitui característica estrutural fortemente influenciada por uma larga combinação de fatores

nutricionais, ambientais e de manejo, os quais definem as características morfológicas, que, por sua vez, são determinantes para a resposta morfológica das plantas forrageiras. A produção de novos perfilhos é, normalmente, um processo contínuo, o qual pode ser acelerado pela desfolhação da planta e conseqüente melhoria

do ambiente luminoso na base do dossel. Como os perfilhos individuais têm duração de vida limitada e variável, em função de fatores bióticos e abióticos, a sua população pode ser mantida por uma contínua reposição dos perfilhos mortos, sendo este mecanismo o ponto-chave para a perenidade das gramíneas.

Tabela 1 - Produção de matéria seca (MS), eficiência de utilização e taxa de recuperação aparente de nitrogênio, teores de nitrogênio e fósforo de *Panicum maximum* cv. Vencedor, em função da adubação nitrogenada

Table 1 - Production of dry matter (DM), use efficiency and rate of apparent recovery of nitrogen, levels of nitrogen and phosphorus of *Panicum maximum* cv. Vencedor, in function of the nitrogen fertilization

Nitrogênio (mg/kg solo) <i>Nitrogen</i> (mg/kg soil)	MS (g/vaso) <i>Dry matter</i> (g/pot)	Eficiência de utilização mg MS/mg N <i>Nitrogen efficiency utilization</i> mg N/mg dry matter	Recuperação aparente de N (%) <i>Apparent recovery</i> nitrogen (%)	Nitrogênio <i>Nitrogen</i> (g/kg).	Fósforo <i>Phosphorus</i> (g/kg)
0	9,35 ^e	--	--	17,01 ^e	1,96 ^a
40	14,27 ^d	89,18 ^a	81,12 ^a	20,24 ^d	1,87 ^b
80	17,06 ^c	53,31 ^b	77,76 ^a	23,58 ^c	1,80 ^{bc}
120	19,80 ^b	41,25 ^b	71,88 ^b	25,47 ^b	1,74 ^{cd}
160	21,88 ^a	34,18 ^b	67,90 ^b	27,13 ^a	1,72 ^d

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

* Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability by Tukey's test.

Para o NFP foi verificado efeito significativo (P<0,05) com a aplicação de até 80 mg N/kg solo (Tabela 2). A relação entre adubação nitrogenada e o NFP foi ajustada ao modelo quadrático de regressão e descrita pela equação $Y = 3,42 + 0,02267849 X - 0,00009017807 X^2$ (R² = 0,99), sendo o máximo NFP obtido com a aplicação de 125,7 mg N/kg solo. Os valores obtidos neste trabalho foram inferiores aos reportados por Farias et al. (2005) com *P. maximum* cv. Tanzânia, que estimaram 5,10 e 5,08 folhas verdes/perfilho, respectivamente para plantas cortadas com 20 e 30 cm acima do solo. Para Garcez Neto et al. (2002), o principal efeito do N sobre o NFP seria o aumento na duração de vida das folhas. A ação do N estaria associada à manutenção de maior capacidade fotossintética por períodos mais longos, sem que haja remobilização interna significativa do N das folhas mais velhas. No entanto, Patês et al. (2005) verificaram que o NFP

de *P. maximum* cv. Tanzânia foi inversamente proporcional às doses de N aplicadas (0, 15; 33 e 50 mg N/kg solo).

As TAF, TEF e TMF foram incrementadas (P<0,05) com a aplicação de até 80 mg N/kg solo. Os valores obtidos neste trabalho foram superiores aos reportados por Petry et al. (2005), avaliando *P. maximum* cv. Tanzânia, em condições de campo, que estimaram valores médios de 0,126 e 0,137 folhas/perfilho/dia e 2,05 e 3,61 cm/dia/perfilho, respectivamente para 0 e 200 mg N/kg solo. A relação entre adubação nitrogenada e as TAF, TEF e o TMF foi ajustada ao modelo quadrático de regressão e, definida, respectivamente, pelas equações: $Y = 0,122 + 0,00082357 X - 0,00000330357 X^2$ (R² = 0,98); $Y = 3,43 + 0,049243 X - 0,00021339 X^2$ (R² = 0,98) e $Y = 28,24 + 0,16039 X - 0,000763394 X^2$ (R² = 0,96), sendo os valores máximos obtidos, respectivamente, com a aplicação de 139,5; 115,4 e 105,1

mg N/kg solo. No presente trabalho, a correlação entre o rendimento de MS e as TAF ($r = 0,93$; $P < 0,05$) e de TEF ($r = 0,90$; $P < 0,05$) foram positivas e significativas. A TEF explicou em 81% os incrementos verificados nos rendimentos de MS da gramínea, em função da idade da adubação nitrogenada. Da mesma forma, Petry et al. (2005) constataram efeito quadrático da adubação nitrogenada (0, 50, 100, 150 e 200 mg N/kg solo) sobre a TAF, TEF e TMF de *P. maximum* cv. Mombaça, estimando os valores máximos com a aplicação de 73; 121 e 103 mg N/kg solo, respectivamente. O papel do suprimento de N sobre a TAF pode ser analisado como resultado da combinação simultânea de uma série de fatores, como altura de bainha, alongamento foliar e temperatura. A taxa à qual as folhas se alongam age alterando o padrão de aparecimento de lâminas foliares, em função da modificação do tempo gasto pela folha, desde sua iniciação no meristema até o seu aparecimento acima do pseudocolmo formado pelas folhas mais velhas (Duru e Ducrocq,

2000). Para Garcez Neto et al. (2002), a TEF, ao responder ao suprimento de N, seria o principal agente modificador da TAF. Folhas sucessivas aparecendo em níveis de inserção muito próximos, mas sob elevadas taxas de alongamento, suportadas pelo suprimento adicional de N, estabeleceriam maior TAF. Segundo Zarrough et al. (1984), as TAF e TEF apresentam uma correlação negativa, indicando que quanto maior a TAF, menor será o tempo disponível para o alongamento. Neste trabalho a correlação entre estas duas variáveis foi positiva e significativa ($r = 0,97$; $P < 0,01$), possivelmente, como consequência da utilização de condições ambientais controladas, as quais permitiram que as plantas expressassem seu máximo potencial de crescimento. Grant et al. (1981) observaram que a TEF foi positivamente correlacionada com a quantidade de folhas verdes remanescentes no perfilho após a desfolhação, sendo o tamanho do perfilho o responsável pela longa duração da TEF.

Tabela 2 - Número de perfilhos/vaso, número de folhas/perfilho, taxas de aparecimento foliar (TAF), taxas de expansão foliar (TEF) e tamanho médio de folhas (TMF) de *Panicum maximum* cv. Vencedor, em função da adubação nitrogenada

Table 2 - Number Tiller/pot, number leaves/tiller, emergence rates to foliate (TAF), expansion rates to foliate (TEF) and medium size of leaves (TMF) of *Panicum maximum* cv. Vencedor, in function of the nitrogen fertilization

Nitrogênio (mg/kg solo) <i>Nitrogen</i> (mg/kg soil)	Número de perfilhos/vaso <i>Number of</i> <i>tillers/pot</i>	Número de folhas/perfilho <i>Number of</i> <i>leaves/tiller</i>	TAF (folhas/dia/perfilho) <i>Leaf appearance rate</i> (leaves/day/tiller)	TEF (cm/dia/perfilho) <i>Leaf elongation</i> <i>rate (cm/day/tiller)</i>	TMF (cm) <i>Leaf blade</i> <i>length (cm)</i>
0	12,5 ^d	3,46 ^c	0,123 ^c	3,45 ^d	27,9 ^d
40	19,0 ^c	4,12 ^b	0,147 ^b	5,02 ^c	34,1 ^c
80	24,5 ^b	4,68 ^a	0,367 ^a	6,05 ^{ab}	36,2 ^a
120	29,0 ^a	4,90 ^a	0,175 ^a	6,26 ^a	35,8 ^a
160	32,5 ^a	4,72 ^a	0,168 ^a	5,85 ^b	34,7 ^{ab}

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

* Means followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability by Tukey's test.

Conclusões

A adubação nitrogenada afetou positivamente a produção de MS, taxas de aparecimento e de expansão foliar, tamanho médio de folhas, número de perfilhos e de folhas/perfilho, contudo implicou em decréscimos significativos dos teores de fósforo;

A eficiência de utilização e a recuperação aparente de N foram inversamente proporcionais às doses de N aplicadas.

A qualidade da forragem produzida foi melhorada pela adubação nitrogenada, apresentando maiores teores de N.

Referências Bibliográficas

COSTA, N.L. et al. Rendimento, composição química e valor nutritivo da forragem. In: COSTA, N.L. (Ed.). **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004a. p.116-136.

COSTA, N.L.; OLIVEIRA, J.R.C. Evaluación agronómica de accesiones de *Panicum maximum* en Rondônia. **Pasturas Tropicales**, v.16, n.2, p.44-46, 1994.

COSTA, N.L. et al. Calagem e adubação de pastagens. In: COSTA, N.L. (Ed.). **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004b. p.81-115.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, v.85, p.645-653, 2000.

FARIAS, M.A. et al. Perfilhamento do capim Tanzânia submetido a diferentes adubações e intensidades de cortes na rebrotação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 3p. CD-ROM.

FREITAS, K.R. et al. Avaliação do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) subme-

tido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, n.1, p.83-89, 2005.

GARCEZ NETO, A.G. et al. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1890-1900, 2002.

GRANT, S.A. et al. Components of regrowth in grazed and cut Lolium perene swards. **Grass and Forage Science**, v.36, p.155-168, 1981.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p.15-96.

OLIVEIRA, V.S. et al. Efeitos de doses de nitrogênio e de intervalos entre cortes sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do capim Tanzânia (*Panicum maximum*) na região do vale do Cotinguiba. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA FAP-SE, 2., 2001, Aracaju. **Anais...** Aracaju: FAP-SE, 2001, p.1-4, 2001.

PATÊS, N.M.S. et al. Respostas estruturais do *Panicum maximum* cv. Tanzânia submetido a diferentes doses de adubação nitrogenada e fosfatada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 3p. CD-ROM.

PETRY, L. et al. Morfogênese de *Panicum maximum* cultivares Mombaça, Tanzânia e Millenium sob doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 3p. CD-ROM.

PRIMAVESI, A.C. et al. Recuperação aparente do nitrogênio de adubos nitrogenados aplicados em capim-Marandu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...**

Goiânia: SBZ, 2005. 3p. CD-ROM.

SILVA, F.A.S. The Assisat: statistical assistance. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 6., Cancun, 1996. **Anais...** Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.

WERNER, J.C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. (Boletim Técnico, 18).

ZARROUGH, K.M. et al. Interrelationships between rates of leaf appearance and tillering in selected tall fescue populations. **Crop Science**, v.24, p.565-569, 1984.