

Planaltina, DF / Março, 2025

Impacto da aplicação de fósforo e calcário na produtividade e composição químico-nutritiva de genótipos de Panicum

Gustavo José Braga⁽¹⁾, Allan Kardec Braga Ramos⁽¹⁾, Marcelo Ayres Carvalho⁽¹⁾, Cláudio Takao Karia⁽¹⁾, Mateus Figueiredo Santos⁽²⁾ e Liana Jank⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. ⁽²⁾ Pesquisadores, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Resumo – O objetivo foi avaliar a produção de matéria seca (PMS), a composição química e o valor nutritivo de genótipos de Panicum (*Panicum maximum*) em resposta a doses de fósforo e calcário. O ensaio foi conduzido em solo argiloso durante 3 anos. O delineamento foi inteiramente ao acaso com parcelas subdivididas e três repetições. O Fósforo (0, 60 e 400 kg/ha de P₂O₅) foi alocado na parcela e o Genótipo (Massai, Mombaça, BRS Zuri, PM34, PM39 e PM40) na subparcela. O delineamento foi replicado em duas áreas para avaliação de doses de Calcário (saturação por bases de 35 e 50%). No 1º ano, a PMS na dose 60 foi de 7.457, 7.125, 6.937, 6.568, 5.585 e 4.897 kg/ha para Massai, Zuri, PM34, Mombaça, PM40 e PM39, respectivamente, demonstrando aumento em relação à média obtida na dose 0 (857 kg/ha). A partir do 2º ano, a cultivar Massai não respondeu ao P₂O₅, influenciada pelo aumento em maior proporção da PMS na dose 0, o que também ocorreu para Zuri e Mombaça no 3º ano. O aumento do calcário aumentou a PMS na dose 0 de P₂O₅ (3.764 vs. 4.780 kg/ha). A proteína bruta (PB) do PM39 e do PM40 foi mais elevada comparada aos demais (8,3 e 8,5%, respectivamente), enquanto a cultivar Mombaça (8,0%) superou tanto o PM34 (7,7%) como a cultivar Massai (7,7%), todos os três similares a cultivar Zuri (7,9%). Exclusivamente para o PM39, Ca e Mg na planta se mantiveram acima do nível crítico, mesmo na dose de calcário mais baixa (35%) (3,7 e 2,1 g/kg, respectivamente). A cultivar Zuri possui elevada capacidade produtiva e responde ao fósforo tanto quanto a cultivar Mombaça, ambas mais exigentes que a cultivar Massai, assim como os demais genótipos avaliados.

Termos para indexação: adubação fosfatada, BRS Zuri, correção do solo, digestibilidade, Massai, Mombaça.

Impact of the application of phosphorus and limestone on the productivity and chemical-nutritive composition of Panicum genotypes

Abstract – The objective was to evaluate dry matter yield (DMY), chemical composition and nutritive value of Panicum genotypes (*Panicum maximum*) in response to phosphorus and limestone. The experiment was conducted in a clayey soil for 3 years. The experiment was a completely randomized

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília /
Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
www.embrapa.br/cerrados
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
Presidente
Eduardo Alano Vieira

Secretária-executiva
Lidiamar Barbosa de Albuquerque

Membros
Alessandra de Jesus Boari
Alessandra Silva G. Faleiro
Angelo Aparecido Barbosa Sussel
Fábio Gelape Faleiro
Fabiola de Azevedo Araujo
Giuliano Marchi
Jussara Flores de Oliveira Arbues
Karina Pulrolnik
Maria Emília Borges Alves
Natália Bortoleto Athayde Maciel

Edição executiva e
revisão de texto
Jussara Flores O. Arbues

Normalização bibliográfica
Marilaine Shaun Pelufe
(CRB-1/2045)

Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio
Diagramação
Wellington Cavalcanti

Publicação digital: PDF

Todos os direitos
reservados à Embrapa.

design in a split-plot arrangement with three replications. The phosphorus (0, 60 and 400 kg/ha of P_2O_5) was allocated to the plot and the Genotype (Massai, Mombaça, BRS Zuri, PM34, PM39 and PM40) to the subplot. The design was replicated in two areas to evaluate doses of Limestone aiming soil base saturation of 35 and 50%. In the 1st year, DMY at 60 was 7,457, 7,125, 6,937, 6,568, 5,585 and 4,897 kg/ha for Massai, Zuri, PM34, Mombaça, PM40 and PM39, respectively, demonstrating the response to P_2O_5 when compared to 0 dose (mean 857 kg/ha). From 2nd year onwards, Massai no longer responded to P_2O_5 , influenced by the greater DMY increase for dose 0, which also occurred for Zuri and Mombaça in the 3rd year. Dry matter yield was higher as consequence of the limestone increase for 0 P_2O_5 dose (3,764 vs. 4,780 kg/ha). The PM39 and PM40 had higher crude protein (CP) compared to all other genotypes (8.3 and 8.5%, respectively), while Mombaça (8.0%) surpassed PM34 (7.7%) and Massai (7.7%), all three similar to Zuri (7.9%). Exceptionally for PM39, the concentrations of Ca and Mg in the plant shoot remained above the critical level, even at 35% base saturation (3.7 and 2.1 g/kg, respectively). Zuri cultivar has high productive capacity and responds to phosphorus as much as Mombaça, both more demanding than Massai, as well as the other genotypes evaluated.

Index terms: phosphate fertilizer, BRS Zuri, soil correction, digestibility, Massai, Mombaça.

Introdução

O plantio de forrageiras da espécie *Panicum maximum* Jacq. (syn. *Megathyrus maximus* B. K. Simon & S. W. L. Jacobs) é uma das maneiras de promover o aumento da produtividade média da pecuária bovina baseada no uso de pastagens. No entanto, solos ácidos (pH < 5,0) com altos níveis de alumínio tóxico e baixa disponibilidade de fósforo, condição comum do bioma Cerrado, tornam indispensável o uso de corretivos e fertilizantes no plantio de espécies forrageiras consideradas mais produtivas e exigentes em fertilidade do solo (Vilela et al., 2004, Martha Junior et al., 2007). A espécie *P. maximum* é responsiva ao manejo da adubação (Freitas et al., 2005, Costa et al., 2009, 2023) e quando atendida a sua exigência nutricional proporciona elevada produção de forragem durante a estação das chuvas, o que permite suprir grande parte da demanda de forragem na propriedade, evitando o superpastejo e a degradação das pastagens (Cordeiro et al., 2022).

As cultivares de *P. maximum* disponíveis no mercado de sementes de forrageiras têm sido exploradas em sistemas de produção de bovinos de corte e de leite visando incrementos em relação à taxa de lotação média das pastagens e consequentemente na produtividade animal (Euclides et al., 2010; Jank et al., 2014). A espécie, entretanto, é mais difícil de ser manejada, pois são plantas de porte alto e mais exigentes em fertilidade do solo quando comparadas às forrageiras tradicionalmente cultivadas em regiões de Cerrado (e.g. *Brachiaria brizantha* e *B. decumbens*) (Correa; Haag, 1993, Karia et al., 2006), à exceção da cultivar Massai, que além do porte baixo, tem sido utilizada em regiões com solos de fertilidade mais baixa, mesmo sem estudos de longo prazo que corroborem a sua maior adaptação (Capim-massai [...], 2001). Já a cv. BRS Zuri (código PM32), lançada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em 2014, quando manejada sob altas doses de adubação nitrogenada (> 200 kg/ha/ano de nitrogênio) é considerada mais produtiva que as cvs. Mombaça, Tanzânia e Massai (Fernandes et al., 2014, Jank et al., 2022).

Quando o fornecimento de nutrientes minerais, como no caso do fósforo, não atende as necessidades da planta forrageira, o estabelecimento da pastagem fica comprometido e a sua longevidade é reduzida (Martha Junior et al., 2007, Ferreira et al., 2008). Em razão da maior capacidade produtiva, novas cultivares de *P. maximum* poderão, em tese, exigir maior aporte de fósforo, tanto no plantio como na manutenção da pastagem, aumentando os custos na aquisição de fertilizantes. Desse modo, genótipos visando alta produção e qualidade selecionados em programas de melhoramento genético têm sido avaliados no que diz respeito à sua adaptação regional e resposta ao uso de fertilizantes e corretivos (Jank et al., 2014). O objetivo do estudo foi avaliar a produção de matéria seca (PMS), o valor nutritivo e a composição química de genótipos de *Panicum maximum*, incluindo as cultivares Mombaça, Massai e BRS Zuri e os três acessos PM34, PM39 e PM40, em resposta a doses de fósforo e calcário no plantio.

Material e métodos

O experimento foi realizado em Planaltina, Distrito Federal (15°35' S, 47°42' W, 1007 m de altitude), entre janeiro de 2012 e março de 2015 em área de Latossolo Vermelho muito argiloso distrófico (Tabela 1). Durante o período experimental, a precipitação pluviométrica e a temperatura do ar foram registradas a cerca de 1 km do local do ensaio e revelaram maior volume de chuvas e temperaturas mais

elevadas entre os meses de outubro a abril, condizentes com a média mensal histórica (Tabela 2).

As cultivares Mombaça, Massai e BRS Zuri e os acessos PM34, PM39 e PM40, todos oriundos do programa de melhoramento genético de *P. maximum* da Embrapa, foram avaliados sob efeito de três doses de fertilizante fosfatado solúvel (0, 60 e 400 kg/ha de P_2O_5) utilizando como fonte o superfosfato triplo (45% de P_2O_5) e duas doses de calcário dolomítico (1,6 e 3,2 t/ha de calcário) de PRNT 80%. As doses de calcário atenderam a necessidade de calagem para elevar a saturação por bases (V) para 35 e 50%, tendo como referência a camada de solo de 0–20 cm de profundidade (Martha Júnior et al., 2007) (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi completamente ao acaso em arranjo de parcelas subdivididas com três repetições (rep), com o fator P_2O_5 alocado na parcela e o fator Genótipo alocado na subparcela. As subparcelas tinham dimensão de 2,5 × 3,5 m com bordadura de 0,5 m, totalizando 6 m² de área útil. O arranjo de tratamentos foi replicado em duas áreas homogêneas e contíguas, cada uma delas sob efeito de uma dose de Calcário. A aplicação das duas doses de calcário foi feita a lanço em superfície em 25 de novembro de 2011. Após o preparo do solo por meio de grade aradora e grade niveladora, o plantio foi realizado manualmente em 13 de janeiro de 2012, quando o superfosfato triplo foi aplicado no sulco de plantio junto às sementes em linhas espaçadas de 0,5 m, numa taxa de semeadura equivalente a 3 kg/ha de sementes puras viáveis.

Tabela 1. Propriedades físicas e químicas do solo da área experimental nas camadas de 0–20 cm e 20–40 cm de profundidade. Planaltina, DF.

Variável	Camada (cm)	
	0–20	20–40
Argila (%)	78	68
Silte (%)	12	25
Areia (%)	10	7
pH (CaCl ₂)	4,2	4,0
P (Mehlich-1) (mg/dm ³)	0,33	0,07
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,96	0,46
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,54	0,27
K ⁺ (cmol _c /dm ³)	0,28	0,25
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0,56	0,83
H + Al (cmol _c /dm ³)	6,90	6,10
B (mg/dm ³)	0,14	0,32
Cu (mg/dm ³)	0,65	0,50
Fe (mg/dm ³)	95	90
Mn (mg/dm ³)	10,5	4,9
Zn (mg/dm ³)	0,07	0,01
Soma de bases (SB) (cmol _c /dm ³)	1,78	0,98
Saturação por bases (V) (%)	21	14
Saturação por alumínio (m) (%)	24	46
Capacidade de troca catiônica (CTC a pH 7,0) (cmol _c /dm ³)	8,68	7,08
Matéria orgânica (%)	3,1	2,7

Tabela 2. Temperatura média do ar e precipitação pluviométrica mensal durante o período experimental (2012 a 2015) e média mensal histórica (1973 a 2005) da área experimental. Planaltina, DF.

Mês	Temperatura					Precipitação pluviométrica				
	2012	2013	2014	2015	1973–2005	2012	2013	2014	2015	1973–2005
	°C					mm				
Janeiro	21,5	21,3	22,1	22,9	22,3	217	319	123	92	254
Fevereiro	22,4	23,1	22,0	21,7	22,5	116	96	91	191	184
Março	22,9	22,4	21,4	20,9	22,6	65	143	300	278	214
Abril	22,4	21,3	21,6	21,6	22,3	171	97	116	301	93
Mai	20,2	21,1	20,7	20,1	21,0	35	19	7	7	27
Junho	20,6	20,5	19,3	19,7	19,9	1	51	21	0	5
Julho	20,2	20,1	19,1	20,0	19,9	0	0	2	1	5
Agosto	20,3	21,4	21,1	21,4	21,6	0	2	0	0	16
Setembro	23,7	22,8	23,8	24,4	23,1	11	56	9	6	41
Outubro	24,4	22,4	23,7	25,3	23,3	32	126	87	97	137
Novembro	21,7	21,9	21,8	23,6	22,5	333	188	257	145	191
Dezembro	22,7	21,3	21,2	23,4	22,3	128	221	338	90	230
Total						1.108	1.318	1.350	1.207	1.397

A produção de matéria seca (PMS) foi avaliada por meio de 5 cortes anuais realizados a 20 cm de altura do solo. Todo o material coletado na subparcela foi pesado e uma subamostra foi acondicionada em estufa de circulação forçada de ar a 58 °C por 72 horas para cálculo da matéria seca (MS). Os cortes foram realizados por 3 anos consecutivos nas seguintes datas 1º ano – 20 de março de 2012 (apenas para a dose 400 kg/ha de P_2O_5), 26 de abril de 2012 (apenas para as doses de 60 e 400 kg/ha de P_2O_5), 11 de julho de 2012, 3 de dezembro de 2012 e 30 de janeiro de 2013; 2º ano – 22 de março de 2013, 13 de maio de 2013, 26 de agosto de 2013, 27 de novembro de 2013 e 29 de janeiro de 2014; 3º ano – 27 de março de 2014, 21 de maio de 2014, 21 de agosto de 2014, 17 de dezembro de 2014 e 6 de março de 2015. Os primeiros cortes do 1º ano não foram realizados para as doses 0 e 60 kg/ha de P_2O_5 , pois a altura do dossel não havia ultrapassado 20 cm. A adubação de manutenção foi feita a lanço em superfície com 50 kg/ha de N (nitrogênio) e 50 kg/ha de K_2O (cloreto de potássio), imediatamente após a realização dos cortes realizados em 20 de março de 2012, 03 de dezembro de 2012, 22 de março de 2013, 27 de novembro de 2013, 27 de março de 2014 e 17 de dezembro de 2014, totalizando 100 kg/ha/ano de N e 100 kg/ha/ano de K_2O . Após a realização do primeiro corte, foi feita aplicação a lanço em superfície de 50 kg/ha de FTE BR12 (*fritted trace elements*) contendo 1,8% de B, 0,8% de Cu, 2% de Mn, 0,10% de Mo e 9% de Zn.

As subamostras de forragem, coletadas nos cortes de 30 de janeiro de 2013, 29 de janeiro de 2014 e 6 de março de 2015, foram moídas em moinho tipo Willey (peneira de 1 mm) e avaliadas quanto ao seu valor nutritivo. A proteína bruta (PB) (AOAC, 1990), a fibra em detergente neutro (FDN), a fibra em detergente ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991) e a digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) (Tilley; Terry, 1963, modificado por Moore; Mott, 1974) foram analisadas por espectroscopia de infravermelho próximo NIRS (near infrared spectroscopy) (FOSS), utilizando modelos previamente calibrados para a espécie *Panicum maximum* e validados com os métodos analíticos de referência. A análise de macronutrientes (P, Ca, Mg, K e S) no tecido da parte aérea da planta foi realizada nas subamostras de forragem colhidas no corte realizado em 29 de janeiro de 2014, após a secagem e moagem do material (Carmo et al., 1998). Em 20 de setembro de 2013, aproximadamente 1 ano e 9 meses após o plantio, foi realizada amostragem de solo na camada de 0–20 cm de profundidade para análise de pH (H_2O), P (Mehlich-1), K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H+Al,

S (SO_4^{2-}) e matéria orgânica conforme Embrapa (2017). A amostra de solo de cada subparcela foi composta de seis subamostras coletadas em três pontos na entrelinha e três pontos próximos da linha de plantio.

A análise estatística foi realizada por meio de medidas repetidas no tempo usando o Proc Mixed (SAS Institute, 2020). Os efeitos principais de Ano, Genótipo, P_2O_5 , Calcário e das interações foram considerados fixos. Os efeitos rep(Calcário) e rep × P_2O_5 (Calcário) foram considerados aleatórios. Para as variáveis de valor nutritivo, o efeito de Ano foi considerado aleatório. As médias (*lsmeans*) foram comparadas pelo teste t (5%) e para o fator P_2O_5 , foram testados polinômios ortogonais para os efeitos linear e quadrático, cujos coeficientes foram gerados usando o Proc IML (SAS Institute, 2020).

Resultados e discussão

Houve efeito de Ano × P_2O_5 × Genótipo sobre a PMS ($P < 0,05$). No 1º ano após o plantio, a resposta ao aumento da dose de P_2O_5 foi positiva para todos os genótipos, enquanto no 2º e 3º anos, a cultivar Massai não respondeu ao P_2O_5 , ocorrendo o mesmo no 3º ano para as cultivares Mombaça e Zuri (Tabela 3). A resposta ao P_2O_5 diminuiu de intensidade a partir do 2º ano de avaliação, com aumento proporcionalmente maior da PMS na dose 0 em relação ao ocorrido nas demais doses, assim como observado por Soares et al. (1999) com *B. decumbens*. O aumento tardio do volume de solo explorado pelas raízes e sua associação com micorrizas arbusculares (Baligar et al., 2001) provavelmente explicam o aumento da PMS a partir do 2º ano de avaliação na ausência do fertilizante fosfatado. A intensa resposta ao P_2O_5 no 1º ano, caracterizada pelo efeito linear (L) e quadrático (Q) altamente significativos, é ilustrativa da importância do fertilizante fosfatado solúvel no plantio da forrageira (Lima et al., 2007, Ferreira et al., 2023). Ainda que nos 2 anos seguintes o impacto do P_2O_5 tenha diminuído, a sua aplicação no plantio impede o crescimento de plantas daninhas em razão da alta velocidade de crescimento da planta forrageira, favorecendo o pleno estabelecimento da pastagem. Além da aplicação do P_2O_5 no plantio, Martha Junior et al. (2007) recomendaram a sua reposição em cobertura ao menos a cada 2 anos a fim de evitar a diminuição da PMS, como ocorrido no 3º ano do presente estudo. Na prática, diferentemente da condição do presente experimento com parcelas manejadas sob corte, apesar da maior parte dos nutrientes extraídos via consumo de forragem retornarem à pastagem via

urina e fezes (~80%) (Castillo et al., 2010), a sua distribuição irregular e concentrada faz com que a

reposição via fertilizantes seja indispensável na manutenção da produção.

Tabela 3. Produção de matéria seca (PMS) (média ± erro-padrão) média de genótipos de *Panicum maximum* (Massai, Mombaça, PM34, PM39, PM40 e Zuri) em resposta a doses de fertilizante superfosfato triplo aplicados no plantio (0, 60 e 400 kg/ha de P_2O_5) e doses de calcário dolomítico (necessidade de calagem para atingir 35 e 50% de saturação por bases) em 3 anos de avaliação. Planaltina, DF.

P_2O_5	1º ano após plantio						P ⁽¹⁾
	Massai	Mombaça	PM34	PM39	PM40	Zuri	
	----- kg/ha -----						
0	1.478 ± 438	1.318 ± 438	603 ± 438	221 ± 584	767 ± 438	756 ± 438	0,4069
60	7.457 ± 475 a	6.568 ± 438 ab	6.937 ± 438 a	4.897 ± 438 c	5.585 ± 438 bc	7.125 ± 438 a	0,0001
400	11.495 ± 475 a	10.136 ± 438 b	9.397 ± 438 bc	8.740 ± 438 c	9.947 ± 438 b	10.146 ± 475 b	0,0009
L ⁽²⁾	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
Q ⁽²⁾	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
P_2O_5	2º ano após plantio						P
	Massai	Mombaça	PM34	PM39	PM40	Zuri	
	----- kg/ha -----						
0	9.406 ± 438 a	6.024 ± 438 b	5.186 ± 438 bc	4.192 ± 488 c	5.995 ± 438 b	5.642 ± 468 b	<,0001
60	9.217 ± 438 a	7.572 ± 438 b	7.357 ± 438 bc	6.758 ± 438 c	7.273 ± 438 c	8.438 ± 438 ab	0,0006
400	10.238 ± 438 a	8.050 ± 438 b	7.707 ± 438 c	8.295 ± 438 bc	9.273 ± 438 ab	9.071 ± 438 b	0,0003
L ⁽²⁾	0,0975	0,0089	0,0021	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
Q ⁽²⁾	0,5899	0,0329	0,0023	0,0016	0,1738	0,0002	
P_2O_5	3º ano após plantio						P
	Massai	Mombaça	PM34	PM39	PM40	Zuri	
	----- kg/ha -----						
0	7.968 ± 438 a	6.400 ± 438 b	5.168 ± 438 c	4.648 ± 488 c	4.690 ± 438 c	6.434 ± 438 b	<,0001
60	7.061 ± 438 a	5.692 ± 438 b	5.995 ± 438 bc	5.081 ± 438 c	5.129 ± 438 c	6.572 ± 438 ab	0,0043
400	8.106 ± 438 a	6.264 ± 438 b	6.627 ± 438 b	6.628 ± 438 b	6.862 ± 438 b	7.183 ± 438 ab	0,0401
L ⁽²⁾	0,3750	0,8062	0,0363	0,0014	0,0003	0,2004	
Q ⁽²⁾	0,1115	0,2371	0,2935	0,8192	0,8410	0,9624	

⁽¹⁾Valores de P (probabilidade).

⁽²⁾Polinômio ortogonal: valores de P para o efeito linear (L) e quadrático (Q) de P_2O_5 (fertilizante superfosfato triplo). Médias seguidas de letras iguais para o efeito de cultivar não diferem entre si pelo teste t (5%).

A partir do 2º ano após o plantio, a cultivar Massai foi mais produtiva em relação aos demais genótipos, especialmente na dose 0 de P_2O_5 , enquanto a cultivar Zuri, quando adubada (e.g. 60 kg/ha P_2O_5), equiparou-se à cultivar Massai ($P < 0,05$). O aumento da PMS da cultivar Massai do 1º para o 2º ano também foi observado em ensaio de competição conduzido em Planaltina, DF (14,6 vs. 18,9 t/ha), em contraponto a maior estabilidade observada para as

cultivares Mombaça (15,5 vs. 15,8 t/ha) e Zuri (17,2 vs. 16,5 t/ha) (Fernandes et al., 2014). Na prática, a cultivar Massai tem se mostrado menos exigente em fertilidade do solo quando comparada às principais cultivares de *P. maximum* (Valentim et al., 2001; Volpe et al., 2008), e, no 1º ano do presente estudo, apresentou com a cultivar Mombaça, valores aparentemente mais elevados de PMS na ausência do fertilizante fosfatado (0 kg/ha de P_2O_5), embora não

tenha sido detectada diferença significativa entre genótipos ($P > 0,05$). No 2º ano, ao contrário da cultivar Massai, que apresentou aumento proporcionalmente maior da PMS na dose 0, os demais genótipos continuaram respondendo ao P_2O_5 , mas com ganhos de produtividade significativamente inferiores em relação aos verificados no primeiro ano. No 3º ano, apenas os acessos PM34, PM39 e PM40 responderam ao P_2O_5 , apresentando PMS mais baixa na dose 0, comparado às três cultivares avaliadas.

A resposta ao Calcário ocorreu somente na dose 0 de P_2O_5 , independentemente de Genótipo, embora decorrente de interação $P_2O_5 \times$ Calcário, próxima do limite da significância assumida ($P = 0,0636$). Na saturação por bases de 35% a PMS média dos seis genótipos foi de 3.764 ± 277 kg/ha nos 3 anos, enquanto na saturação por bases de 50%, foi de 4.780 ± 269 kg/ha. Nas demais doses de P_2O_5 , não houve efeito de Calcário ($P > 0,05$), demonstrando uma relativa adaptação da espécie aos níveis de fertilidade do solo obtidos com uso de 35% de saturação por bases, embora as recomendações de calagem para a espécie variem entre 40 e 60% de saturação por bases (Martha Junior et al., 2007). Volpe et al. (2008) verificaram que não houve aumento de produção de forragem da cultivar Massai em solo de textura argilo-arenosa em resposta à aplicação de calcário para elevar a saturação por bases acima de 40%. Do mesmo modo, Luz et al. (2002) não observaram aumento de produção de forragem da cultivar Tobiatã (*P. maximum*) em resposta ao aumento da dose de

calcário correspondente ao aumento da saturação por bases de 40 para 60% visando a recuperação da fertilidade e da capacidade produtiva da pastagem em solo argiloso.

Houve efeito de $P_2O_5 \times$ Calcário e Genótipo sobre a PB ($P < 0,05$) e o aumento da dose de P_2O_5 levou a uma diminuição quadrática, ou seja, menos acentuada a partir da dose 60 (Tabela 4). A PB foi mais elevada na saturação de 35% comparada a saturação de 50% somente para a dose 400 de P_2O_5 . Os acessos PM39 e PM40 apresentaram PB superior em relação a todos os demais genótipos ($P < 0,05$) (Tabela 5). Já a cultivar Mombaça superou tanto o acesso PM34 como a cultivar Massai, todos os três similares a cultivar Zuri. Houve efeito de $P_2O_5 \times$ Calcário sobre FDA e FDN ($P < 0,05$). O aumento da dose de P_2O_5 provocou aumento linear nos valores de ambas as variáveis nas duas doses de calcário ($P < 0,05$) (Tabela 4). Entretanto, nas doses 0 e 60, os valores de FDA e FDN foram mais baixos na saturação de 50%, enquanto na dose 400, não houve diferença entre doses de calcário. Sob efeito de Genótipo ($P < 0,05$), a FDA foi mais elevada para a cultivar Massai em relação aos demais genótipos (Tabela 5). Para a FDN houve efeito de Calcário \times Genótipo ($P < 0,05$) e semelhante ao ocorrido com a FDA, a cultivar Massai apresentou valores mais elevados, independentemente de Calcário. No entanto, a saturação de 50% provocou diminuição da FDN exclusivamente para o acesso PM40 e para a cultivar Zuri (Tabela 5).

Tabela 4. Proteína bruta, fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro média de seis genótipos de *Panicum maximum* obtidas entre os meses de janeiro a março em 3 anos de avaliação após plantio em resposta a doses de fertilizante superfosfato triplo (0, 60 e 400 kg/ha de P_2O_5) e doses de calcário (necessidade de calagem para atingir saturação por bases de 35 e 50%). Planaltina, DF.

P_2O_5	PB ⁽¹⁾		FDA ⁽²⁾		FDN ⁽³⁾	
	35%	50%	35%	50%	35%	50%
----- % -----						
0	9,3 a	9,2 a	37,5 a	36,5 b	68,4 a	67,0 b
60	7,8 a	8,1 a	38,3 a	37,4 b	69,3 a	67,8 b
400	7,1 a	6,7 b	39,3 a	39,5 a	70,1 a	70,4 a
EPM ⁽⁴⁾	$\pm 0,34$	$\pm 0,34$	$\pm 0,61$	$\pm 0,61$	$\pm 1,51$	$\pm 1,51$
L ⁽⁵⁾	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0013	<0,0001
Q ⁽⁵⁾	<0,0001	0,0009	0,0561	0,0826	0,0531	0,3696

⁽¹⁾Proteína bruta.

⁽²⁾Fibra em detergente ácido.

⁽³⁾Fibra em detergente neutro.

⁽⁴⁾Erro-padrão da média.

⁽⁵⁾Polinômio ortogonal: valores de P para o efeito linear (L) e quadrático (Q) de P_2O_5 (fertilizante superfosfato triplo). Médias seguidas de letras iguais para o efeito de doses de calcário não diferem entre si pelo teste t (5%).

Tabela 5. Proteína bruta, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro e digestibilidade in vitro da matéria seca de genótipos de *Panicum maximum* (Massai, Mombaça, PM34, PM39, PM40 e Zuri) obtidas entre os meses de janeiro a março em 3 anos de avaliação após plantio em resposta a doses de fertilizante superfosfato triplo (0, 60 e 400 kg/ha de P₂O₅) e doses de calcário dolomítico (necessidade de calagem para atingir 35 e 50% de saturação por bases). Planaltina, DF.

Variável	Genótipo						EPM ⁽¹⁾	P ⁽²⁾
	Massai	Mombaça	PM34	PM39	PM40	Zuri		
	----- % -----							
PB ⁽³⁾	7,7 c	8,0 b	7,7 c	8,3 a	8,5 a	7,9 bc	±0,34	<0,0001
FDA ⁽⁴⁾	39,4 a	37,5 c	38,6 b	36,8 d	37,9 c	38,3 bc	±0,60	<0,0001
FDN ⁽⁵⁾								
Cal-35%	71,0 Aa	68,0 Ac	69,8 Ab	67,5 Ac	69,4 Ab	69,8 Ab	±1,52	<0,0001
Cal-50%	71,1 Aa	67,5 Ac	69,0 Ab	66,6 Ad	68,1 Bc	67,8 Bc	±1,52	<0,0001
DIVMS ⁽⁶⁾								
P ₂ O ₅ -0	64,8 c	67,2 b	68,7 b	67,7 b	70,9 a	67,1 b	±1,41	<0,0001
P ₂ O ₅ -60	64,8 c	66,7 c	69,4 b	67,4 c	71,0 a	66,5 c	±1,41	<0,0001
P ₂ O ₅ -400	65,6 c	66,4b c	71,3 a	67,3 b	70,0 a	65,6 c	±1,41	<0,0001
L ⁽⁷⁾	0,2684	0,3675	0,0011	0,7039	0,1848	0,0501		
Q ⁽⁷⁾	0,9115	0,5683	0,6809	0,7711	0,7812	0,6026		

⁽¹⁾Erro padrão da média.

⁽²⁾Valores de P (probabilidade).

⁽³⁾Proteína bruta.

⁽⁴⁾Fibra em detergente ácido.

⁽⁵⁾Fibra em detergente neutro.

⁽⁶⁾Digestibilidade in vitro da matéria seca.

⁽⁷⁾Polinômio ortogonal: valores de P para o efeito linear (L) e quadrático (Q) de P₂O₅ (fertilizante superfosfato triplo).

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha para o efeito de Genótipo e letras maiúsculas iguais na coluna para o efeito de Calcário não diferem entre si pelo teste t (5%).

A DIVMS sofreu efeito de P₂O₅ × Genótipo (P < 0,05) com efeito positivo do P₂O₅ para o acesso PM34 e sem resposta para os demais genótipos (Tabela 5). O acesso PM40 apresentou DIVMS mais elevada em relação aos demais genótipos, assim como o acesso PM34 na dose 400 de P₂O₅. A DIVMS da cultivar Massai foi consistentemente mais baixa e somente na dose 400 apresentou valores similares ao das cultivares Mombaça e Zuri. De modo similar ao presente estudo, Fernandes et al. (2014) verificaram que entre os genótipos de *P. maximum* que produziram mais lâminas foliares, o acesso PM40 com a cultivar Quênia (código PM46) apresentaram maior DIVMS de lâminas foliares (68 e 69%, respectivamente), superando os acessos PM34 e PM39 (65 e 64%, respectivamente) e as cultivares Mombaça e Massai (média de 63%).

O aumento da FDA e da FDN em função do aumento de P₂O₅, além da diminuição da PB, esteve associado ao simultâneo aumento da PMS, o que, a princípio, explica o maior valor nutritivo (e.g. >PB, >DIVMS, <FDA e <FDN) dos genótipos menos produtivos em relação aos mais produtivos. No entanto,

no caso do acesso PM34, a DIVMS aumentou em função de P. O crescimento da planta gera mudanças na estrutura do dossel e na sua composição morfológica, o que pode ter acarretado em maior acúmulo de colmos de baixo valor nutritivo quando houve aumento da PMS, assim como observado por Ferreira et al. (2008) avaliando doses de P no plantio da cultivar Mombaça. No entanto, para a maior parte dos genótipos não houve efeito de P sobre a DIVMS, o que revela menor influência da PMS e da estrutura do dossel, provavelmente sobrepujados pelo impacto decorrente da utilização do mesmo período de rebrota nas diferentes doses de P₂O₅. Independentemente disso, é reconhecida a menor qualidade da cultivar Massai comparada às demais cultivares de *P. maximum* (Brâncio et al., 2002; Maciel et al., 2018; Braga et al., 2019) em razão do seu baixo valor nutritivo, como pôde ser observado no presente estudo. A baixa fragilidade digestiva em razão da alta frequência de estrutura anatômica tipo girder I é a provável causa do menor acesso dos microrganismos do rúmen ao conteúdo celular da cultivar Massai (Euclides et al., 2008).

Houve efeito de $P_2O_5 \times$ Calcário sobre a concentração de P na parte aérea da planta ($P < 0,05$) e nas doses 0 e 400 os valores foram superiores para a saturação de 50% em relação à saturação de 35% (Tabela 6), similar ao verificado por Fonseca et al. (2000) para o capim Colonião (*P. maximum*) em solo corrigido com calcário. Em função da diminuição da concentração de P no solo na dose 60, um efeito quadrático um pouco acima do limite assumido ($P = 0,0570$) foi constatado para a saturação de 50%, ao contrário da ausência de resposta ao P_2O_5 observada na saturação de 35%. Embora observada apenas na saturação de 50%, a diminuição da concentração de P na dose 60 pode ter ocorrido em função do aumento da PMS e do consequente efeito de diluição do elemento na parte aérea da planta, que aparentemente foi preponderante em relação ao efeito do aumento da disponibilidade de P via fertilizante. Costa et al. (2023), avaliando cultivares de *P. maximum* (Zuri, Tamani e Quênia) em solo com 50% de saturação por bases, observaram que a concentração de P na parte aérea aumentou linearmente de 2,1 a 2,5 g/kg em resposta a doses de P_2O_5 variando de 0 a 120 kg/ha de P_2O_5 no plantio. Considerando a variação na PMS dos genótipos avaliados e a concentração de P na parte aérea da planta, que não sofreu efeito de Genótipo ($P > 0,05$), em média, as cultivares Zuri e Massai apresentaram maior razão de eficiência do P em relação aos demais genótipos. No caso da cultivar Massai, isso ficou ainda mais evidente na ausência do fertilizante fosfatado. De acordo com Baligar et al. (2001), a

razão de eficiência, ou seja, quanto de matéria seca foi produzida para cada unidade de nutriente absorvido, é um dos principais indicadores utilizados na seleção de genótipos mais eficientes.

Houve efeito de P_2O_5 sobre a concentração de K na parte aérea da planta ($P < 0,05$) e o aumento da dose provocou diminuição quadrática, ou seja, menos acentuada a partir da dose 60 (Tabela 6). A concentração média na cultivar Massai e no acesso PM39 foi de $10,2 \pm 2,0$ e $10,8 \pm 2,0$ g/kg de K, respectivamente, valores inferiores aos observados para as cultivares Mombaça ($11,4 \pm 2,0$ g/kg) e Zuri ($12,5 \pm 2,0$), bem como para os acessos PM34 ($11,8 \pm 2,0$ g/kg) e PM40 ($11,4 \pm 2,0$ g/kg), essa diferença decorre de um valor de P próximo ao limite estabelecido ($P = 0,0648$). De um modo geral, a concentração de K ficou abaixo do nível crítico para a espécie *Panicum maximum* (15 a 30 g/kg) (Werner et al., 1996). A concentração de S na planta foi afetada pela dose de P_2O_5 ($P < 0,05$), diminuindo de modo linear à medida que a dose de P_2O_5 aumentou, independentemente de Calcário e Genótipo (Tabela 6). A concentração média para o acesso PM39 foi de $0,93 \pm 0,13$ g/kg de S, inferior ao observado nos genótipos Massai ($1,13 \pm 0,13$ g/kg), PM34 ($1,08 \pm 0,13$ g/kg), PM40 ($1,11 \pm 0,13$ g/kg) e Zuri ($1,11 \pm 0,13$ g/kg), sendo similar ao obtido para a cultivar Mombaça ($1,01 \pm 0,13$ g/kg), decorrente de um valor de P próximo do limite estabelecido ($P = 0,0581$).

Tabela 6. Concentração média de fósforo, potássio e enxofre na parte aérea da planta de seis genótipos de *Panicum maximum* em resposta a doses de fertilizante superfosfato triplo (0, 60 e 400 kg/ha P_2O_5) e doses de calcário (necessidade de calagem para atingir 35 e 50% de saturação por bases) aplicadas no plantio (média \pm erro padrão da média). Planaltina, DF.

P_2O_5	P ⁽¹⁾		K ⁽²⁾	S ⁽³⁾
	35%	50%		
----- g/kg -----				
0	0,92 \pm 0,25b	1,80 \pm 0,25a	14,8 \pm 2,15	1,27 \pm 0,13
60	1,26 \pm 0,25a	1,48 \pm 0,27a	10,9 \pm 2,19	1,01 \pm 0,13
400	1,33 \pm 0,25b	2,86 \pm 0,25a	8,12 \pm 2,15	0,90 \pm 0,13
L ⁽⁴⁾	0,1299	0,0003	0,0007	0,0231
Q ⁽⁴⁾	0,1503	0,0570	0,0250	0,0827

⁽¹⁾Fósforo.

⁽²⁾Potássio.

⁽³⁾Enxofre.

⁽⁴⁾Polinômio ortogonal: valores de P (probabilidade) para o efeito linear (L) e quadrático (Q) de P_2O_5 (fertilizante superfosfato triplo). Médias seguidas de letras iguais para o efeito de calcário não diferem entre si pelo teste t (5%).

As concentrações de Ca e Mg da parte aérea da planta sofreram efeito de $P_2O_5 \times$ Calcário \times Genótipo ($P < 0,05$). Em geral, a dose de 50% de saturação por bases provocou aumento na concentração dos dois elementos, à exceção do ocorrido para o acesso PM39 na dose 0 de P_2O_5 (Figura 1A e 1B), que, na saturação de 35%, apresentou a maior concentração, assim como nas doses 60 e 400 na saturação por bases de 50% (Figura 1C, 1D, 1E e 1F). De acordo com Werner et al. (1996), o nível crítico de Ca e Mg na planta para *P. maximum* se situa

entre 3 e 8 g/kg e entre 1,5 e 5 g/kg, respectivamente. Em geral, a saturação por bases de 50% manteve os valores de Ca e Mg dentro da faixa em comparação com a saturação de 35%. Entre os genótipos, o acesso PM39 apresentou em média valores de Ca e Mg acima do nível crítico mesmo na saturação por bases de 35% ($3,7 \pm 0,83$ e $2,1 \pm 0,43$ g/kg, respectivamente), diferente do acesso PM40, que mesmo na saturação por bases de 50% apresentou concentração média de Ca abaixo do nível crítico ($2,5 \pm 0,83$ g/kg).

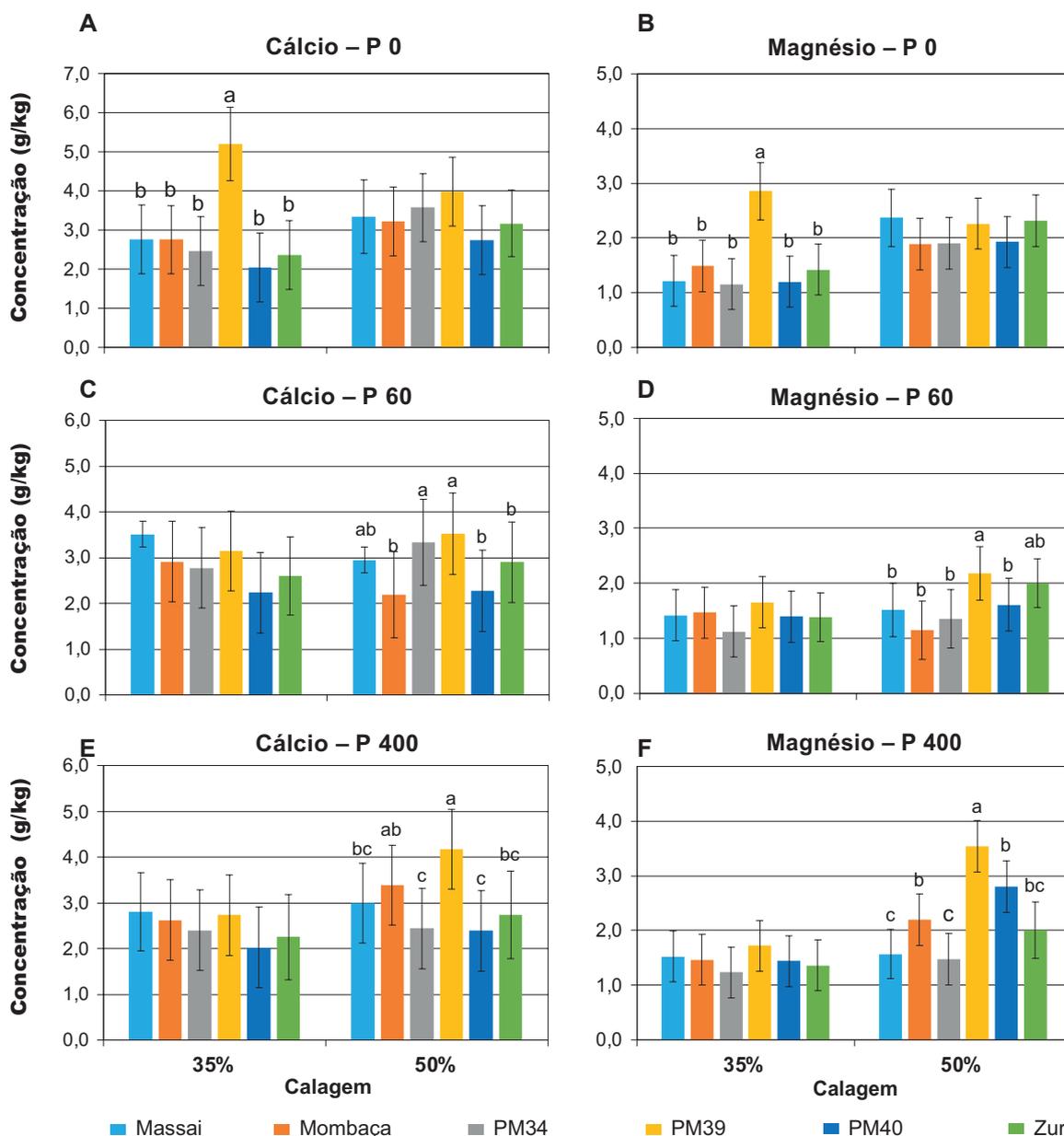


Figura 1. Concentração de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na parte aérea da planta de *Panicum maximum* (Massai, Mombaça, PM34, PM39, PM40 e Zuri) sob efeito de doses de calcário (necessidade de calagem para atingir 35 e 50% de saturação por bases) e doses de fertilizante superfosfato triplo (0, 60 e 400 kg/ha de P_2O_5) aplicados no plantio. (A) Ca/0 de P_2O_5 ; (B) Mg/0 de P_2O_5 ; (C) Ca/60 de P_2O_5 ; (D) Mg/60 de P_2O_5 ; (E) Ca/400 de P_2O_5 ; e (F) Mg/400 de P_2O_5 (n = 3). As barras verticais correspondem ao \pm erro padrão da média. Médias seguidas de letras iguais para o efeito de cultivar não diferem entre si pelo teste t (5%). Planaltina, DF.

Houve efeito de $P_2O_5 \times$ calcário sobre os teores de P, K^+ e $S-SO_4^{2-}$ do solo ($P < 0,05$). Os teores de P no solo aumentaram linearmente em função da dose de fertilizante fosfatado, embora, na saturação de 50%, tenha sido precisamente iguais nas doses 0 e 60 (Tabela 7). Esse resultado está coerente com a diminuição verificada da concentração de P na parte aérea da planta entre as doses 60 e 400 (Tabela 6), além do efeito de diluição em função do aumento da PMS. O efeito positivo do aumento das doses de calcário sobre o teor de P ocorreu nas doses 0 e 400. Houve efeito de genótipo sobre o P do solo ($P < 0,05$) e a cultivar Mombaça e o acesso PM40 apresentaram valor superior ($1,47 \pm$

$0,08 \text{ mg/dm}^3$) em relação aos demais genótipos (média de $1,07 \pm 0,08 \text{ mg/dm}^3$).

Em razão da maior extração de K, o aumento da dose de P_2O_5 provocou diminuição dos teores de K^+ no solo (Tabela 7), com os valores se estabilizando a partir da dose 60 na saturação de 35%, ao contrário do ocorrido na saturação de 50%, em que houve efeito linear. Ao contrário dos teores de P, o efeito positivo do aumento das doses de calcário sobre o K^+ ocorreu apenas na dose 60, inclusive ocorrendo efeito contrário na dose 0. Houve efeito significativo de P_2O_5 sobre a matéria orgânica do solo ($P < 0,05$), promovendo um aumento linear nos valores observados (Tabela 7).

Tabela 7. Teores médios de fósforo, potássio, enxofre e matéria orgânica na camada de 0–20 cm de profundidade do solo avaliados 1 ano e 9 meses após o plantio dos seis genótipos de *Panicum maximum* em resposta a doses de fertilizante superfosfato triplo (0, 60 e 400 kg/ha de P_2O_5) e calcário (necessidade de calagem para atingir 35% e 50% de saturação por bases) aplicados no plantio. Planaltina, DF

P_2O_5	P ⁽¹⁾		K ⁺⁽²⁾		S-SO ₄ ²⁻⁽³⁾		Matéria orgânica
	35%	50%	35%	50%	35%	50%	
	----- mg/dm ³ -----		----- cmol _c /dm ³ -----				
0	0,64b	0,91a	0,16a	0,14b	59,5b	89,6a	3,19
60	0,84a	0,91a	0,11b	0,14a	70,6a	81,0a	3,33
400	1,58b	2,34a	0,11a	0,12a	64,9b	100,1a	3,39
EPM ⁽⁴⁾	±0,09	±0,09	±0,01	±0,01	±8,0	±8,1	±0,04
L ⁽⁵⁾	<0,0001	<0,0001	0,0052	0,0404	0,8285	0,0225	0,0178
Q ⁽⁵⁾	0,5963	0,0922	0,0017	0,2854	0,1048	0,1260	0,0618

⁽¹⁾Fósforo.

⁽²⁾Potássio.

⁽³⁾Enxofre.

⁽⁴⁾Erro-padrão da média.

⁽⁵⁾Polinômio ortogonal: valores de P (probabilidade) para o efeito linear (L) e quadrático (Q) de P_2O_5 (fertilizante superfosfato triplo). Médias seguidas de letras iguais para o efeito de calcário não diferem entre si pelo teste t (5%).

Houve efeito de calcário sobre Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , pH, CTC, matéria orgânica do solo e saturação por bases ($P < 0,05$). O aumento da dose promoveu aumento dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , pH, matéria orgânica e saturação por bases e diminuição do Al^{3+} (Tabela 8), assim como esperado e já observado por Luz et al. (2001) em solo argiloso e Volpe et al. (2008) em solo argilo-arenoso para a espécie *Panicum maximum*.

Independentemente das doses de calcário, o aumento da PMS em função de P_2O_5 aumentou a extração de K do solo, cujos valores, a partir da dose 60, se aproximaram do nível crítico de

$0,13 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ (Martha Junior et al., 2007), embora o contrário tenha ocorrido com a matéria orgânica do solo. A avaliação sob desfolhação mecânica torna mínima a deposição no solo de tecidos mortos da planta e diferentemente de áreas sob pastejo não produz perdas de forragem por pisoteio, acamamento e retorno de dejetos animais, o que em tese diminui a reciclagem do K e aumenta a sua extração. Já o aumento da matéria orgânica verificado no presente estudo provavelmente decorreu do maior crescimento das raízes em resposta à adubação fosfatada e ao calcário.

Tabela 8. Teores de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), alumínio (Al^{3+}), pH (H_2O) e matéria orgânica (média \pm erro padrão da média) na camada de 0–20 cm de profundidade do solo cultivado com 6 genótipos de *Panicum maximum* em resposta a doses de calcário (necessidade de calagem para atingir 35 e 50% de saturação por bases) aplicadas no plantio. Planaltina, DF.

Variável	Saturação por bases (V)		P ⁽¹⁾
	35%	50%	
Ca^{2+} (cmol _c /dm ³)	0,69 \pm 0,09	1,57 \pm 0,09	<0,0001
Mg^{2+} (cmol _c /dm ³)	0,92 \pm 0,05	1,30 \pm 0,05	<0,0001
Al^{3+} , cmol _c /dm ³	0,38 \pm 0,03	0,15 \pm 0,03	0,0001
pH (H_2O)	5,22 \pm 0,05	5,55 \pm 0,05	0,0090
H + Al (cmol _c /dm ³)	5,75 \pm 0,12	5,41 \pm 0,12	0,0742
Matéria orgânica (%)	3,21 \pm 0,03	3,40 \pm 0,03	0,0021
Saturação por bases V (%)	22,8 \pm 1,47	35,6 \pm 1,47	<0,0001

⁽¹⁾Valores de P (probabilidade).

Com base nos resultados médios obtidos no presente estudo, estima-se que a extração média anual de N e K na dose 400 P_2O_5 foi de 94 kg/ha/ano de nitrogênio e de 70 kg/ha/ano de potássio, respectivamente, próximo da quantidade de fertilizante nitrogenado e potássico repostas anualmente (100 kg/ha/ano de nitrogênio e 83 kg/ha/ano de potássio, respectivamente). Com base apenas nos resultados do 1º ano, entretanto, a extração máxima de N foi de 116 kg/ha de nitrogênio e superou o N aplicado via fertilizante no período. Embora não significativa ($P > 0,05$), a diferença na concentração do K na parte aérea da planta entre as duas doses de calcário (6,6 vs. 9,6 g/kg) determinou para o 1º ano uma extração estimada de 66 e 96 kg/ha de potássio nas saturações de 35 e 50%, respectivamente. Portanto, a ausência de efeito das doses de calcário sobre a PMS nas parcelas submetidas a uma elevada fertilização fosfatada pode estar ligada a um déficit na reposição do K na saturação de 50% cujo estoque disponível no solo diminuiu além do recomendado.

De um modo geral, a diminuição e suspensão da resposta dos diferentes genótipos de *P. maximum* ao fertilizante fosfatado, sobretudo no 3º ano de cultivo, estão associadas à elevada presença da fração argilosa no solo da área experimental (Tabela 1). A retenção do P às partículas de argila torna indisponível o P às plantas, fazendo com que aplicações de fertilizante fosfatado nessas condições devam ser em maior quantidade e frequência do que em solos com teor de argila mais baixo. A correção da acidez é uma das principais maneiras de aumentar a disponibilidade do P no solo, efeito que pôde ser observado no presente estudo se comparar os teores de P originais da área experimental (Tabela 1) em relação aos verificados

após a aplicação do calcário (Tabela 7). Também o efeito positivo do aumento da dose de calcário sobre a PMS na ausência do fertilizante fosfatado está relacionado ao impacto que a correção da acidez causa no aumento da disponibilidade do P existente no solo (Sousa; Lobato, 2004), além dos efeitos diretos sobre os demais macronutrientes indispensáveis para o crescimento da planta (Ca^{2+} e Mg^{2+}).

A avaliação da capacidade produtiva de futuras cultivares da espécie *Panicum maximum* sob diferentes condições de fertilidade do solo e doses de corretivos e fertilizantes permite que o aumento de produtividade seja avaliado sob o enfoque da eficiência de utilização de nutrientes. Isso é desejável em função do elevado custo de aquisição do fertilizante mineral, uma das principais razões para a ocorrência de pastagens pouco produtivas e em processo de degradação, inclusive como resultado de falhas no plantio (Cordeiro et al., 2022). Apesar de seu valor nutritivo mais baixo, a cultivar Massai é um exemplo de forrageira que tem sido adotada em áreas de baixa fertilidade do solo e sistemas de produção extensivos com pouco uso de adubação em razão da sua elevada eficiência no uso do fósforo disponível no solo ao longo do tempo, sem desconsiderar sua elevada resposta à adubação fosfatada realizada no plantio. A cultivar Zuri, por sua vez, é uma alternativa na intensificação de sistemas de produção de carne e leite bovinos que se utilizam de adubação de pastagens, já que sua capacidade produtiva e valor nutritivo se equiparam e até mesmo superam as da cultivar Mombaça (Fernandes et al., 2014; Jank et al., 2022), assim como a elevada resposta à adubação fosfatada observada no presente estudo.

Conclusões

- 1) As cultivares Massai e Zuri são as mais produtivas entre os genótipos de *P. maximum* avaliados no estudo, com a cultivar Zuri respondendo ao fósforo tanto quanto a cultivar Mombaça, enquanto a cv. Massai é menos exigente.
- 2) O acesso PM39 apresenta alta concentração de proteína bruta, cálcio e magnésio na parte aérea, enquanto o acesso PM40, além do teor elevado de proteína, possui alta digestibilidade. No entanto, ambos estiveram associados a uma menor produção de forragem, especialmente na ausência de fertilizante fosfatado no plantio.
- 3) O efeito positivo do aumento da dose de calcário (necessidade de calagem para atingir 35% e 50% de saturação por bases) sobre a produção de forragem, observado no presente estudo na ausência de fertilização fosfatada, decorre do impacto da correção da acidez do solo no aumento da disponibilidade de fósforo em solo de baixa fertilidade.

Agradecimentos

À Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras (Unipasto) pelo apoio financeiro destinado à execução do experimento.

Referências

AOAC (Association of Official Analytical Chemists).

Official methods of analysis. Arlington, 1990.

BALIGAR, V. C.; FAGERIA, N. K.; HE, Z. L. Nutrient use efficiency in plants. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 32(7&8), p. 921-950, 2001.

BRAGA, G. J.; MACIEL, G. A.; GUIMARÃES Jr., R.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, M. A.; FERNANDES, F. D.; FONSECA, C. E. L.; JANK, L. Performance of young Nelore bulls on guineagrass pastures under rotational stocking in the Brazilian Cerrado. **Tropical Grasslands Forrajes Tropicales**, v. 7, p. 214-222, 2019. DOI: [https://doi.org/10.17138/tgft\(7\)214_222](https://doi.org/10.17138/tgft(7)214_222).

BRÂNCIO, P. A.; NASCIMENTO Jr., D.; EUCLIDES, V. P. B.; REGAZZI, A. J.; ALMEIDA, R. G.; FONSECA, D. M.; BARBOSA, R. A. Evaluation of three cultivars of *Panicum maximum* Jacq. under grazing: Chemical composition and in vitro organic matter digestibility. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1605-1613, 2002.

CAPIM-massai (*Panicum maximum* cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens. Campo

Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 5 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 69).

CARMO, C. A. F. S. do; NOGUEIRA, A. R. A.; OLIVEIRA, A. S.; ALMEIDA, D. G.; FERNANDES, F. D.; PITTA, G. V. E.; CARLOS, G. M.; OLIVEIRA, H.; MAMÃO, J. B.; ARMELIN, M. J. A.; SALDANHA, M. F. C.; MYAZAWA, M.; SCRAMIM, S.; BARRETO, W. O.; RUFINI, Y. A. Tecidos vegetais. In: NOGUEIRA, A. R. A.; MACHADO, P. L. O.; CARMO, C. A. F. S. do; FERREIRA, J. R. (ed.) **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos.** 1. Coleta, acondicionamento e preparo de amostras. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1998. p. 32-42.

CASTILLO, A. R.; GUZMÁN, G. A. B.; LÉON, M. A.; BARBOSA, O. P.; LOPES, O. P.; GUERRERO, S. C. **Establecimiento, manejo y utilización de recursos forrajeros en sistemas ganaderos de suelos ácidos.** Villavivencio: Corpoica, 2010. 252 p.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; RAMOS, A. K. B.; BRAGA, G. J.; MACIEL, G. A.; MARCHAO, R. L.; ALMEIDA, R. G. **Estratégias para recuperação e renovação de pastagens degradadas no Cerrado.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2022. 27 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 397).

CORREA, L. A.; HAAG, H. P. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em Latossolo vermelho amarelo álico: II. Experimento de campo. **Scientia Agricola**, v. 50, p. 109-116, 1993.

COSTA, N. L.; JANK, L.; BENDAHAN, A. B.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; SANTOS, F. J. S. Adubação nitrogenada e fosfatada em cultivares de *Megathyrus maximum* nos cerrados de Roraima. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 16, p. 22177-22190, 2023. DOI: [https://doi.org/10.55905/revconv.16n.10-206\(2023\)](https://doi.org/10.55905/revconv.16n.10-206(2023)).

COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; MAGALHÃES, J. A.; TOWNSEND, C. R.; PEREIRA, R. G. A. Níveis de calagem em *Panicum maximum* cv. Mombaça. **PUBVET**, v. 3, 2009. DOI: <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=542>.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo.** 3. ed. rev. atual. Brasília, DF, 2017. 573 p.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação dos capins Mombaça e Massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 18-26, 2008.

EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; ALMEIDA, R. G.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de**

- Zootecnia**, v. 39, p. 151-168, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300018>.
- FERNANDES, F. D.; RAMOS, A. K. B.; JANK, L.; CARVALHO, M. A.; MARTHA JUNIOR, G. B.; BRAGA, G. J. Forage yield and nutritive value of *Panicum maximum* genotypes in the Brazilian savannah. **Scientia Agricola**, v. 71, p. 23-29, 2014. DOI: 10.1590/S0103-90162014000100003.
- FERREIRA, E. A.; ABREU, J. G.; SILVA, W. M.; FERREIRA, D. P.; RAMOS, F. T. Calagem e fontes de fósforo na produtividade do capim BRS Zuri. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 44, p. 1029-1046, 2023.
- FERREIRA, E. M.; SANTOS, A. C.; ARAÚJO, L. C.; CUNHA, O. F. R. Características agrônômicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça submetido a níveis crescentes de fósforo. **Ciência Rural**, v. 38, p. 484-491, 2008.
- FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; ALVAREZ, V. H.; SILVA, A. P. R. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Absorção, utilização e níveis críticos internos de fósforo e perfilhamento em *Andropogon gayanus* e *Panicum maximum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1918-1929, 2000.
- FREITAS, K. R.; ROSA, B.; RUGGIERO, J. A.; NASCIMENTO, J. L.; HEINEMAN, A. B.; FERREIRA, P. H.; MACEDO, R. Avaliação do capim Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, p. 83-89, 2005.
- JANK, L.; BARRIOS, S. C.; VALLE, C. B.; SIMEÃO, R. M.; ALVES, G. F. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, v. 65, p. 1132-1137, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1071/CP13319>.
- JANK, L.; SANTOS, M. F.; BRAGA, G. J. (ed.). **O capim-BRS Zuri (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2022. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 163).
- KARIA, C. T.; DUARTE, J. B.; ARAÚJO, A. C. G. **Desenvolvimento de cultivares do gênero *Brachiaria* (trin.) Griseb. no Brasil**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 58 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 163).
- LIMA, S. O.; FIDELIS, R. R.; COSTA, S. J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 100-105, 2007.
- LUZ, P. H.C.; HERLING, V. R.; BRAGA, G. J.; VITTI, G. C.; LIMA, C. G. Tipos e doses de calcário nas características agrônômicas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata em função dos métodos de aplicação. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 155-159, 2002.
- LUZ, P. H.C.; ONOFRE SOBRINHO, E. M.; HERLING, V. R.; CONTI, R. M. C.; BRAGA, G. J.; LIMA, C. G. Efeitos de tipos e doses de calcário nas características químicas do solo e do capim-Tobiata (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiata). **Acta Scientiarum**, v. 23, p. 1091-1097, 2001.
- MACIEL, G. A.; BRAGA, G. J.; GUIMARÃES Jr., R.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, M. A.; FERNANDES, F. D.; FONSECA, C. E. L.; JANK, L. Seasonal liveweight gain of beef cattle on guineagrass pastures in the Brazilian Cerrados. **Agronomy Journal**, v. 110, p. 480-487, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2017.05.0262>
- Martha JUNIOR, G. B.; Vilela, L.; Sousa, D. M. G. **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 224 p.
- MOORE, J. E.; MOTT, G. O. Recovery of residual organic matter from in vitro digestion of forages. **Journal of Dairy Science**, v. 57, p. 1258-1259, 1974.
- SAS Institute Inc. **SAS® Studio: Task Reference Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2020.
- SOARES, W. V.; MACEDO, M. C. M.; VILELA, L.; SOUSA, O. C. **Resposta da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk ao fósforo e níveis críticos de P num Latossolo roxo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1999. 25 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 4).
- SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Grass and Forage Science**, v. 18, p. 104-111, 1963.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.
- VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; MOREIRA, P.; JANK, L.; SALES, M. F. L. **Capim massai (*Panicum maximum* Jacq): nova forrageira para a diversificação das pastagens do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 16 p. (Embrapa Acre. Circular Técnica, 41).
- VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUSA, D. M. G.; MACEDO, M. C. M. Calagem e adubação para pastagens. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (org.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 367-382.

VOLPE, E.; MARCHETTI, M. E.; MACEDO, M. C. M.; LEMPP, B. Acúmulo de forragem e características do solo e da planta no estabelecimento de capim-massai com diferentes níveis de saturação por bases, fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 228-237, 2008.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N. de O. Forrageiras. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 263-273 (Boletim Técnico, 100).



Ministério da
Agricultura e
Pecuária