

FOSFATO NATURAL REATIVO APLICADO EM ÉPOCAS DISTINTAS E ASSOCIADO A FERTILIZANTES NITROGENADOS AFETAM A PRODUÇÃO DE CAPIM-MARANDU¹

F. M. BORTOLUZZI², C. E. A. CABRAL^{3*}, R. A. F. MACHADO², J. G. ABREU⁴, C. H. A. CABRAL³, L. V. BARROS⁴

¹Recebido em 27 de outubro de 2016. Aprovado em 10 de março de 2017.

²Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil.

³Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, MT, Brasil.

⁴Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

*Autor correspondente: carlos.eduardocabral@hotmail.com

RESUMO: Objetivou-se avaliar a época de aplicação de fosfato natural reativo associado a fertilizantes nitrogenados na adubação do capim-marandu. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em delineamento de blocos ao acaso, com seis tratamentos e seis repetições. Utilizou-se esquema fatorial 3x2, com três épocas de incorporação de fosfato natural reativo (antes, junto e depois da calagem) e duas fontes de nitrogênio (sulfato de amônio e ureia). Não houve interação entre as épocas de incorporação de fosfato natural reativo e os fertilizantes nitrogenados. Entretanto, no primeiro corte, o fosfato natural reativo, quando aplicado depois da calagem, proporcionou maior número de folhas e perfilhos (47 folhas/vaso e 13 perfilhos/vaso, respectivamente), contudo quando incorporado junto com a calagem proporcionou maior massa de lâminas foliares (4,26 g/vaso). No segundo e terceiro cortes, a época de incorporação não influenciou nenhuma das variáveis mencionadas, com exceção da massa seca de resíduo que foi menor (20,17 g/vaso) quando incorporado antes da calagem. O tratamento com sulfato de amônio resultou menor pH nos três cortes realizados. No segundo e terceiro cortes, notou-se maior massa seca de lâminas foliares (12,5 e 14,8 g/vaso, respectivamente), maior número de folhas (95 e 111 folhas/vaso, respectivamente) e perfilhos (29 e 39 perfilhos/vaso, respectivamente) no tratamento com sulfato de amônio. A época de incorporação do fosfato natural reativo não apresentou diferença significativa na eficiência agrônômica nos três cortes. No entanto, no terceiro corte a incorporação do fosfato natural reativo junto e depois da calagem foram superiores à fonte fosfatada solúvel. Independente do fertilizante nitrogenado, o fosfato natural reativo deve ser incorporado junto ou depois da calagem. O sulfato de amônio otimiza o desenvolvimento do capim-marandu a partir da rebrota dessa forrageira.

Palavras-chave: acidez do solo, *Brachiaria brizantha*, ureia, sulfato de amônio.

REACTIVE NATURAL PHOSPHATE APPLIED AT DIFFERENT TIME POINTS AND COMBINED WITH NITROGEN FERTILIZERS AFFECTS THE PRODUCTION OF MARANDU GRASS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the ideal time of application of reactive natural phosphate combined with nitrogen fertilizers for Marandu grass fertilization. The experiment was conducted in a greenhouse using a random block design with six treatments and six replicates. A 3x2 factorial scheme consisting of three times of application of reactive natural phosphate (before, together and after liming) and two nitrogen sources (ammonium sulfate and urea) was used. No interaction was observed between the time of reactive natural phosphate application and nitrogen fertilizer. However, in the first cut, reactive natural phosphate resulted in a larger number of leaves and tillers (47 leaves/pot and 13 tillers/pot) when applied after liming and increased leaf blade mass (4.26 g/pot) when applied together with liming. In the second and third cut, the time of application did not influence any of the variables studied, except for residual dry matter which was lower (20.17 g/pot) when reactive natural phosphate was applied before liming. Treatment with ammonium sulfate resulted in a lower pH in the three cuts performed.

In the second and third cut, a higher leaf blade dry mass (12.5 and 14.8 g/pot, respectively) and a larger number of leaves (95 and 111 leaves/pot, respectively) and tillers (29 and 39 tillers/pot, respectively) were observed for the treatment with ammonium sulfate. The time of application of reactive natural phosphate exerted no significant effect on the agronomic efficiency of the three cuts. However, in the third cut, the application of reactive natural phosphate together with or after liming was superior to the soluble phosphate source. Reactive natural phosphate should be applied together with or after liming, regardless of the nitrogen fertilizer used. Ammonium sulfate optimizes the development of Marandu grass after regrowth of this forage.

Keywords: soil acidity, *Brachiaria brizantha*, urea, ammonium sulfate.

INTRODUÇÃO

Existem no Brasil cerca de 215,2 milhões de bovinos (IBGE, 2015) e essa produção é baseada quase que exclusivamente em pastagens (FONSECA *et al.*, 2011). De modo geral, em virtude do menor custo, a produção de bovinos ocorre em pastagens, em que há predomínio de gramíneas do gênero *Brachiaria*. Entre os cultivares de *Brachiaria brizantha*, o Marandu é o mais utilizado em pastagens, pois apresenta uma elevada produção de massa seca e boa distribuição ao longo do ano.

Devido ao aumento de áreas de pastagens degradadas, a preocupação com a fertilidade do solo e o manejo adequado dessa forrageira tem crescido muito. Estima-se que na área de pastagens nos cerrados, cerca de 80% dos 45 a 50 milhões de hectares encontram-se em algum estágio de degradação (COSTA *et al.*, 2009). Um dos principais nutrientes limitantes à produção nessas áreas é o fósforo, já que este nutriente tem grande influência no desenvolvimento inicial da planta, principalmente no crescimento das raízes e no perfilhamento das plantas. Observa-se em solos de cerrado, de modo geral, baixos teores de fósforo, com predominância deste nutriente na forma não lábil (SANTOS *et al.*, 2008) ou mesmo precipitados com o alumínio.

Uma das maneiras para minimizar essa limitação é a utilização de fontes solúveis, devido à disponibilidade instantânea desse nutriente. Contudo, esses fertilizantes apresentam elevado custo devido ao processo de industrialização, além de que parte do fósforo destas fontes está sujeito a fixação pelo contato com o solo, o que em longo prazo reduz novamente a disponibilidade às plantas (LIMA *et al.*, 2007). Desse modo, uma alternativa é a utilização de fontes menos solúveis, como por exemplo, o fosfato natural reativo. O fosfato natural reativo é dependente da acidez do solo, causando uma restrição no uso desses fertilizantes após a realização da calagem. Uma alternativa

é a aplicação do fosfato natural reativo antes da calagem, contudo, pelo longo período de contato do fertilizante com o solo até a sementeira, essa prática facilita a fixação do fósforo (KAMINSKI e MELO, 1984).

Um recurso adequado para otimizar o uso de fosfato natural reativo na adubação de gramíneas forrageiras, é a adubação nitrogenada. O nitrogênio é o nutriente mais importante para a manutenção de pastagens (VILELA *et al.*, 2004) e seu processo de nitrificação, que é mediada por microrganismos, acidifica o solo (CIOTTA *et al.*, 2002). Assim, a intensa adubação nitrogenada pode permitir o uso do fosfato natural reativo na adubação de forrageiras. Com relação às fontes de nitrogênio, o sulfato de amônio propicia maior acidificação do solo do que a ureia, porém, essa última fonte apresenta menor custo de produção.

Por meio da compreensão de que o momento de incorporação do fosfato natural e o uso de fertilizante nitrogenado podem otimizar o estabelecimento de gramíneas forrageiras, objetivou-se identificar o momento adequado para aplicação do fosfato natural reativo e o fertilizante nitrogenado que permite o uso desse fertilizante fosfatado no capim-marandu.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com seis tratamentos e seis repetições. Adotou-se esquema fatorial 3x2, sendo constituídos de três épocas de incorporação de fosfato natural reativo de Bayóvar (antes, junto e depois da calagem) e duas fontes de nitrogênio (sulfato de amônio e ureia).

Cada parcela foi representada por um vaso com capacidade de 3,2 dm³, contendo cinco plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-marandu). O solo utilizado foi LATOSSOLO AMARELO de textura média, coletado na camada de 0-20 cm na

região de Sinop, MT (Tabela 1), cuja caracterização química e granulométrica foi realizada de acordo com a metodologia descrita por EMBRAPA (1997). Após a coleta, o solo foi peneirado em malha de 4 mm e transferido para os vasos. A saturação por bases do solo foi elevada para 40% (VILELA *et al.*, 2004), aplicando-se calcário dolomítico, que reagiu no solo por 30 dias. Nesse período, a umidade do solo foi mantida a 60% da máxima capacidade de retenção de água no solo, sendo após a semeadura mantida na máxima capacidade de retenção. A manutenção de umidade de solo, ao longo de todo o experimento, foi realizada pelo método gravimétrico. A máxima capacidade de retenção de água no solo foi feita conforme descrito por BONFIM-SILVA *et al.* (2011).

A incorporação do fosfato natural reativo de Bayóvar foi realizada conforme os tratamentos, em três momentos distintos: a) 20 dias antes da calagem; b) no mesmo dia que calagem; c) 20 dias depois da calagem (junto com a semeadura). A dose de fósforo (P_2O_5) utilizada foi de 300 mg/dm³.

A semeadura foi realizada com 25 sementes de capim-marandu por unidade experimental. Sete dias após a emergência das plântulas foi realizado desbaste, deixando-se três plantas por vaso. O critério para o desbaste foi a uniformidade das plântulas. Dois dias após o desbaste foi realizada a adubação com nitrogênio e potássio, nas doses de 200 e 100 mg/dm³, respectivamente. Os fertilizantes utilizados foram ureia e sulfato de amônio, conforme os tratamentos, e o cloreto de potássio.

Foram realizados três cortes nas forrageiras. Trinta dias após o desbaste foram contados o número de folhas e perfilhos, medido o pH do solo, e em seguida foi realizado o primeiro corte das plantas. Para a mensuração do pH do solo em água, retirou-se amostras de cada parcela experimental. Cada amostra foi submetida à secagem ao ar e em seguida, peneirada. Dessa amostra peneirada, misturou-se 10 cm³ de solo com 25 mL de água destilada, com posterior agitação com bastão de vidro. Após o repouso de uma hora, agitou-se novamente cada amostra e procedeu-se a leitura em potenciômetro (EMBRAPA, 1997).

O corte da parte aérea da planta foi feito a 10 cm do solo, e em seguida, procedeu-se a separação em lâmina foliar e colmo+bainha. Esse mesmo procedimento foi repetido vinte dias após o primeiro e o segundo cortes. Após cada corte foi reaplicada a adubação com nitrogênio e potássio, em doses de 200 e 100 mg/dm³, respectivamente, com os mesmos fertilizantes mencionados.

No terceiro corte, além dos mesmos procedimentos dos cortes anteriores, foram coletadas a massa de resíduo e as raízes, que foram peneiradas em malha de 4 mm e lavadas. A massa de resíduo é a massa vegetal presente abaixo da altura de corte. Todo o material coletado foi submetido à secagem em estufa com ventilação forçada a 55±5°C por 72 horas e, posteriormente, determinada a massa. As variáveis avaliadas foram: pH do solo, número de folhas, perfilhos, massa seca de lâminas foliares, colmo+bainha, parte aérea, raízes, resíduo e eficiência agrônômica.

A eficiência agrônômica do fosfato natural reativo foi calculada com base na equação abaixo (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2008), considerando como referência a massa seca da parte aérea do capim-marandu adubado com superfosfato simples e ureia, tendo em vista que são as fontes usualmente mais utilizadas:

$$\text{Eficiência agrônômica} = (M_{\text{Str}_{\text{TRAT}}} - MS_{\text{T0}}) / (MS_{\text{SU}} - MS_{\text{T0}}) \times 100$$

em que: MS_{TRAT} : massa seca do tratamento, MS_{SU} : massa seca do tratamento com superfosfato simples e ureia, MS_{T0} : massa seca do tratamento sem adubação fosfatada.

Utilizou-se o mesmo número de repetições para os tratamentos utilizados exclusivamente para o cálculo da eficiência agrônômica (adubação com superfosfato simples e ureia; ausência de adubação fosfatada e ureia e ausência de adubação fosfatada e sulfato de amônio).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos, ao teste de Scott Knott, ambos a 5% de probabilidade de erro, por meio do software SISVAR, versão 5.4.

Tabela 1. Caracterização granulométrica e química de LATOSSOLO AMARELO proveniente de Cerrado nativo

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	CTC	V	m	Areia	Silte	Argila
H ₂ O	mg/dm ³		cmol _c /dm ³					%		g/kg		
5,25	2,9	111	1,71	0,62	0,25	5,25	8,11	32	8,7	650	79	271

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação entre as épocas de incorporação de fosfato natural reativo e os fertilizantes nitrogenados (Tabela 2) em nenhuma das variáveis avaliadas ($P>0,05$). Quanto aos efeitos isolados, houve maior efeito dos fertilizantes nitrogenados comparativamente a época de incorporação do fosfato natural, de modo que à época evidenciou efeito somente para número de perfilhos, massa seca de lâminas foliares (primeiro corte), pH do solo (primeiro corte) e massa seca de raízes. Os fertilizantes nitrogenados influenciaram o número de perfilhos (todos os cortes), número de folhas (segundo e terceiro cortes), massa seca da parte aérea (terceiro corte) e massa seca de lâminas foliares (segundo e terceiro cortes) e pH do solo (todos os cortes).

No primeiro corte, o fosfato natural reativo, quando aplicado depois da calagem proporcionou maior número de folhas e perfilhos (Tabela 3). Contudo quando incorporado junto com a calagem, proporcionou maior massa de lâminas foliares (Tabela 3). No segundo e terceiro cortes a época de incorporação não influenciou nenhuma das variáveis mencionadas, com exceção da massa seca de resíduo. Mesmo que a época de incorporação de fosfato natural tenha influenciado pouco no desenvolvimento do capim-marandu, é importante salientar dois aspectos negativos da incorporação do fosfato natural antes da calagem. Primeiro, a incorporação do fosfato natural reativo antes da

calagem proporcionou menor massa seca de lâmina foliar no primeiro corte, que é a fração da forrageira com maior valor nutritivo e digestibilidade (SOARES *et al.*, 2009). Segundo, a incorporação do fosfato antes da calagem exigirá em campo, o uso de máquinas, implementos e mão de obra, o que gera maior custo de produção. Além disso, como o fosfato natural reativo ficará por mais tempo no solo, o que poderá ocasionar, dependendo da mineralogia do solo, maior fixação de fósforo. Observa-se no fósforo elevada interação com a fração argila do solo, de modo que em LATOSSOLO ocorre expressiva redução da concentração deste nutriente na solução do solo 24 horas após a sua aplicação (SANTOS *et al.*, 2011). Dessa forma, é recomendável que a incorporação do fosfato natural reativo seja realizada no mesmo momento ou depois da calagem, e neste último caso, junto com a gradagem niveladora que antecede a semeadura das forrageiras.

A menor massa seca de resíduo do capim-marandu foi observada quando o fosfato natural reativo foi incorporado antes da calagem, o que pode limitar a rebrota da forrageira em longo prazo. Em gramíneas forrageiras, a massa seca do resíduo está relacionada ao potencial de rebrota, o que influencia na perenidade do pasto. Com a desfolha da gramínea (corte/pastejo) ocorre limitação quanto a área foliar e menor eficiência fotossintética das folhas remanescentes, o que limita o desenvolvimento da forrageira. Neste momento, raízes e a base do colmo, estas últimas presentes na massa de resíduo, redirecionam reservas orgânicas (carboidratos/

Tabela 2. Síntese de análise de variância (Pr>Fc) de forrageiras submetidas a época de incorporação de fosfato natural reativo (E), fertilizantes nitrogenados (F) e interação entre estes dois fatores (ExF)

¹ Variáveis	Primeiro corte			Segundo corte			Terceiro corte		
	E	F	ExF	E	F	ExF	E	F	ExF
NF	0,0086	0,2332	0,4245	0,1814	0,0136	0,3295	0,4871	0,0201	0,4330
NP	0,0284	0,0247	0,3482	0,9216	0,0268	0,8410	0,3699	0,0363	0,2825
MSPA	0,0910	0,1625	0,5914	0,6133	0,0844	0,6309	0,5860	0,0101	0,8722
MSLF	0,0489	0,1792	0,6393	0,3740	0,0190	0,4516	0,6769	0,0229	0,4815
MSCB	0,2156	0,1411	0,3886	0,5755	0,5146	0,9163	0,3395	0,9668	0,5307
MSR	-	-	-	-	-	-	0,8054	0,1194	0,8753
MSRES	-	-	-	-	-	-	0,0019	0,4876	0,4500
EFIC	0,0552	0,2356	0,6023	0,6132	0,0804	0,6309	0,5502	0,0578	0,8282
pH	0,0485	0,0027	0,1483	0,8770	<0,001	0,4576	0,7492	<0,0001	0,3295

¹NF: número de folhas; NP: número de perfilhos; MSPA: massa seca da parte aérea; MSLF: massa seca lâmina foliar; MSCB: massa seca colmo+bainha; MSR: massa seca de raiz; MSRES: massa seca de resíduo; EFIC: eficiência agrônômica; pH: acidez ativa do solo.

Tabela 3. Número de folhas e perfilho, massa seca da parte aérea, lâminas foliares, colmo+bainha, raiz, resíduo, eficiência, pH do solo, do capim-marandu submetido à adubação com fosfato natural reativo em três épocas de aplicação em três cortes

Época	¹ Variáveis								
	NF	NP	MSPA	MSLF	MSCB	MSR	MSRES	EFIC	pH
	nº/ vaso		g/vaso				%		H ₂ O
Primeiro corte									
Antes	38 b	11 b	4,27 a	3,44 b	0,83 a	-	-	70 a	5,36 a
Junto	40 b	10 b	5,36 a	4,26 a	1,10 a	-	-	88 a	5,07 b
Depois	47 a	13 a	5,08 a	4,01 b	1,08 a	-	-	84 a	5,31 a
CV (%)	16,29	16,59	21,66	19,72	30,96	-	-	21,66	5,14
Segundo corte									
Antes	80 a	27 a	16,42 a	10,77 a	5,65 a	-	-	84 a	4,94 a
Junto	88 a	27 a	17,61 a	12,11 a	5,50 a	-	-	94 a	5,03 a
Depois	92 a	27 a	17,33 a	11,91 a	6,42 a	-	-	92 a	5,08 a
CV (%)	17,34	13,31	25,05	22,70	38,10	-	-	25,05	9,58
Terceiro corte									
Antes	104 a	35 a	19,19 a	12,82 a	6,37 a	8,54 a	20,17 b	94 a	4,87 a
Junto	105 a	33 a	20,19 a	13,58 a	6,61 a	8,53 a	37,81 a	106 a	4,96 a
Depois	98 a	36 a	21,41 a	13,94 a	7,47 a	9,18 a	29,91 a	102 a	4,97 a
CV (%)	12,57	13,96	13,43	13,87	17,40	26,41	30,63	13,43	5,77

¹NF: número de folhas; NP: número de perfilhos; MSPA: massa seca da parte aérea; MSLF: massa seca lâmina foliar; MSCB: massa seca colmo+bainha; MSR: massa seca de raiz; MSRES: massa seca de resíduo; EFIC: eficiência agrônômica; pH: acidez ativa do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem pelo teste de Scott Knott (P>0,05).

proteínas) que aceleram o restabelecimento da forrageira (RODRIGUES *et al.*, 2007). Dessa forma, o resíduo é a porção da forrageira que apresenta área foliar residual e gemas basais e laterais para uma rebrota adequada do capim.

Quanto à fonte nitrogenada associada ao fosfato natural reativo, no primeiro corte, o tratamento com sulfato de amônio resultou menor pH (Tabela 4), o que favoreceu o fosfato natural reativo, uma vez que acidez solubiliza este fertilizante (GOEDERT E LOBATO, 1984; GUEDES *et al.*, 2009). Tal fato, não alterou a massa seca de parte aérea, lâmina foliar e colmo+bainha, possivelmente, pelo curto período entre a semeadura e o primeiro corte, uma vez que foram observados efeitos na massa seca de lâmina foliar no segundo e terceiro cortes da forrageira. Este efeito do sulfato de amônio pode estar associado a duas hipóteses: acidificação do solo, que favorece a solubilização de fosfato natural reativo e ao suprimento de enxofre. Existem maior número de artigos científicos que não verificaram efeito pronunciado do enxofre sobre a rebrota de forrageiras (OLIVEIRA *et al.*, 2005; BATISTA e MONTEIRO,

2006; BONFIM-SILVA *et al.*, 2007), que o inverso (De BONA e MONTEIRO; 2010). Isso demonstra que, nesta pesquisa, a acidificação do solo teve efeito mais pronunciado, uma vez que em solos adubados com sulfato de amônio houve menor pH do solo (Tabela 4).

Embora as duas fontes de nitrogênio acidifiquem o solo devido à ocorrência da nitrificação, observou-se nos solos adubados com ureia maiores valores de pH (Tabela 4). A menor acidificação do solo adubado com ureia ocorre devido à perda de amônia por volatilização (COSTA *et al.*, 2008; SANGOI *et al.* 2009; SOUSA e SILVA, 2009), que disponibiliza quantidades menores de amônio para nitrificação, que é um processo que libera hidrogênios para o solo (BARBOSA FILHO *et al.*, 2005). Além disso, a primeira reação da ureia no solo eleva o pH do solo na proximidade do grânulo do fertilizante (ERNANI *et al.*, 2001; ROCHETTE *et al.*, 2009).

No segundo e terceiro cortes, foi observado maior massa seca de lâminas foliares e maior número de folhas e perfilhos no tratamento com sulfato de amônio (Tabela 4). Evidencia-se que

Tabela 4. Massa seca da parte aérea, lâminas foliares, colmo+bainha, raiz, resíduo, eficiência, pH, número de perfilho e folhas do capim-marandu submetido à adubação com fosfato natural reativo e fontes nitrogenadas em três cortes

Fertilizante	¹ Variáveis								
	NF	NP	MSPA	MSLF	MSCB	MSR	MSRES	EFICI	pH
	n ^o /vaso			g/vaso			%	H ₂ O	
	Primeiro corte								
Ureia	40 a	11 b	4,67 a	3,73 a	0,94 a	-	-	77 a	5,42 a
Sulfato de amônio	44 a	13 a	5,11 a	4,06 a	1,05 a	-	-	84 a	5,08 b
CV (%)	16,29	16,59	21,66	19,72	30,96	-	-	21,66	5,14
	Segundo corte								
Ureia	80 b	26 b	15,92 a	10,2 b	5,68 a	-	-	83 a	5,43 a
Sulfato de amônio	95 a	29 a	18,63 a	12,5 a	6,06 a	-	-	99 a	4,44 b
CV (%)	17,34	13,31	25,05	22,70	38,10	-	-	25,05	9,58
	Terceiro corte								
Ureia	98 b	32 b	19,24 b	12,5 b	6,72 a	8,15 a	30,25 a	94 a	5,33 a
Sulfato de amônio	111 a	39 a	21,78 a	14,8 a	6,90 a	9,67 a	27,70 a	111 a	4,30 b
CV (%)	12,57	13,96	13,43	13,87	17,40	26,41	30,63	13,43	5,77

¹NF: número de folhas; NP: número de perfilhos; MSPA: massa seca da parte aérea; MSLF: massa seca lâmina foliar; MSCB: massa seca colmo+bainha; MSR: massa seca de raiz; MSRES: massa seca de resíduo; EFIC: eficiência agrônômica; pH: acidez ativa do solo.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem pelo teste de Scott Knott (P>0,05).

a acidez proporcionada pelo sulfato de amônio viabiliza a utilização de fosfato natural reativo mesmo associado com a calagem, enquanto a ureia não causa acidez no solo suficiente para solubilizar o fosfato natural reativo. Segundo CABRAL (2014, 2016), mesmo após a calagem, a acidificação resultante da nitrificação do amônio proveniente do fertilizante nitrogenado no solo é capaz de fazer com que o fosfato natural reativo seja solubilizado.

Com relação à eficiência agrônômica, nos três cortes, a época não apresentou diferença significativa, porém, no terceiro corte a incorporação do fosfato natural reativo junto e depois da calagem apresentou eficiência superior à fonte fosfatada solúvel (maior que 100%), mostrando que em longo prazo a fonte solúvel perde eficiência e a fonte menos solúvel que solubiliza lentamente apresenta eficiência maior.

CONCLUSÃO

Independente da fonte de nitrogênio, o fosfato natural reativo deve ser incorporado junto ou depois da calagem. O sulfato de amônio otimiza o desenvolvimento do capim-marandu em LATOSSOLO AMARELO a partir da rebrota dessa forrageira.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K.; SILVA, O.F. Fontes, doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para feijoeiro comum irrigado. *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, p.69-76, 2005. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542005000100008>
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F.A. Respostas morfológicas e produtivas do capim-marandu adubado com doses combinadas de nitrogênio e enxofre. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.1281-1288, 2006. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982006000500005>
- BONFIM-SILVA, E.M.; MONTEIRO, F.A.; SILVA, T.J.A. Nitrogênio e enxofre na produção e no uso de água pelo capim-braquiária em degradação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 309-317, 2007. <https://doi.org/10.1590/s0100-06832007000200013>
- BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, T.J.A.; CABRAL, E.A.; KROTH, B.E.; REZENDE D.; Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. *Revista Caatinga*, v. 24, p.180-186, 2011.
- CABRAL, C.E.A. **Fosfato natural reativo e fertilizantes nitrogenados no cultivo do capim-marandu**. 2014. 74 f. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Mato Grosso, Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Cuiabá, 2014.

- CABRAL, C.E.A.; CABRAL, L.S.; BONFIM-SILVA, E.M.; CARVALHO, K.S.; KROTH, B.E.; CABRAL, C.H.A. Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fertilizantes nitrogenados associados ao fosfato natural reativo, **Comunicata Scientiae**, v.7, p.66-72, 2016. <https://doi.org/10.14295/cs.v7i1.964>
- CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; FONTOURA, S.M.V.; ALBUQUERQUE, J.A.; WOBETO, C. Acidificação de um Latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.1055-1064, 2002.
- COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; RODRIGUES, C.; SEVERIANO, E.C. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. I - Alterações nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 1591-2599, 2008. <https://doi.org/10.1590/s0100-06832008000400023>
- COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, L.P.; SEVERIANO, E.C.; OLIVEIRA, M.A. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, p.115-123, 2009.
- DE BONA, F.D.; MONTEIRO, F.A. Marandu palisadegrass growth under nitrogen and sulphur for replacing Signal grass in degraded tropical pasture. **Scientia Agricola**, v.67, p.570-578, 2010. <https://doi.org/10.1590/s0103-90162010000500011>
- ERNANI, P.R.; STECKLING, C.; BAYER, C. Características químicas de solo e rendimento de matéria seca de milho em função do método de aplicação de fosfatos, em dois níveis de acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.939-946, 2001. <https://doi.org/10.1590/s0100-06832001000400017>
- EMBRAPA. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.
- FONSECA, D.M.; SANTOS, M.E.R.; MARTUSCELLO, J.A. Importância das forrageiras no sistema de produção. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV: 2011. p.13-29.
- GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. Avaliação agrônômica de fosfatos em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.8, p.97-102, 1984.
- GUEDES, E.M.; FERNANDES, A.R.; LIMA, E.V.; GAMA, M.A.P.; SILVA, A.L.P. Fosfato natural de arad e calagem e o crescimento de *Brachiaria brizantha* em Latossolo Amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, v.52, p.117-129, 2009.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2015. **Produção pecuária municipal**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=3939&z=p&o=29>. Acesso em 20 ago. 2016.
- KAMINSKI, J.; MELO, F.A.F. Época de aplicação de fosfatos em relação ao calcário no suprimento de fósforo ao sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 8, p. 297-300, 1984.
- LIMA, S.O.; FIDELIS, R.R.; COSTA, S.J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, p. 100-105, 2007.
- OLIVEIRA, P.P.A.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, W.S.; CORSI, M. Fertilização com N e S na Recuperação de Pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1121-1129, 2005. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982005000400005>
- OLIVEIRA JÚNIOR, A.; PROCHNOW, L.I.; KLEPKER, D. Eficiência agrônômica de fosfato natural reativo na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.623-631, 2008. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2008000500010>
- ROCHETTE, P.; MacDONALD, J.D.; ANGERS, D.; CHANTIGNY, M.H.; GASSER, M.; BERTRAND, N. Banding urea increased ammonia volatilization in a dry acidic soil. **Journal of Environment Quality**, v.38, p.1383-1390, 2009. <https://doi.org/10.2134/jeq2008.0295>
- RODRIGUES, R.S.; MOURÃO, G.B.; VALINOTE, A.C.; HERLING, V.R. Reservas orgânicas, relação parte aérea-raiz e C-N e eliminação do meristema apical no capim-xaraés sob doses de nitrogênio e potássio. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.505-514, 2007.
- SANGOI, L.; ERNANI, P.R. BIANCHET, O. Desenvolvimento inicial do milho em função de doses e fontes de nitrogênio aplicadas na semeadura. **Biotemas**, v.22, p.53-58, 2009.
- SANTOS, J.Z.L.; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.; CURI, N.; CARNEIRO, L.F.; COSTA, S. E.V.G.A. Frações de fósforo em solo adubado com fosfatos em diferentes modos de aplicação e cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.705-714, 2008. <https://doi.org/10.1590/s0100-06832008000200025>
- SANTOS, H. C.; OLIVEIRA, F. H. T.; SALCEDO, I. H.; SOUZA, A. P.; SILVA, V. D. M. Kinetics of phosphorus sorption in soils in the state of Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1301-1310, 2011.

- SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.443-451, 2009. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982009000300007>
- SOUSA, R.A.; SILVA, T.R.B. Acidificação de um Latossolo Vermelho Distroférico em função da aplicação de nitrogênio oriundo de ureia, sulfato de amônio e sulfammo. **Cultivando o Saber**, v.2, p.78-83, 2009.
- VILELA, L.; SOARES, W.V.; SOUSA, D.M.G.; MACEDO, M.C.M. Calagem e adubação para pastagens. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. p.367-382.