

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - *CAMPUS* RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA

**RESIDUAL DE FONTES DE FÓSFORO APLICADAS
A LANÇO E NA LINHA EM FORRAGEIRAS NA
SAFRINHA**

Autora: Kássia de Paula Barbosa
Orientador: Prof. DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues

RIO VERDE - GO
FEVEREIRO - 2016

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - *CAMPUS* RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA

**RESIDUAL DE FONTES DE FÓSFORO APLICADAS A
LANÇO E NA LINHA EM FORRAGEIRAS NA SAFRINHA**

Mestranda: Kássia de Paula Barbosa
Orientador: Prof. DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus* Rio Verde – Área de concentração Produção Vegetal Sustentável do Cerrado.

RIO VERDE - GO
FEVEREIRO – 2016

BK19r

Barbosa, Kássia de Paula.

Residual de fontes de fósforo aplicadas a lanço e na linha em forrageiras na safrinha.

Kássia de Paula. Rio Verde – 2016.

43 p.

Orientador: Prof. DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2016.

Bibliografia

1. *Sorghum bicolor* cv. Chopper.
2. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã.
3. Adubação fosfatada

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – *CAMPUS* RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS-
AGRONOMIA**

**RESIDUAL DE FONTES DE FÓSFORO
APLICADAS A LANÇO E NA LINHA EM
FORRAGEIRAS NA SAFRINHA**

Autora: Kássia de Paula Barbosa
Orientador: DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias - Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 29 de fevereiro de 2016.

Prof. DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Prof. DSc. Gustavo Castoldi
Avaliador interno
IF Goiano/RV

DSc. Veridiana C. G. Cantão
Avaliador externo
COMIGO/GO

Prof. DSc. Rafael M. P. Leal
Avaliador interno
IF Goiano/RV

A minha irmã Karla de Paula Barbosa,
A minha avó Claudina Queiroz da Silva,
Ao meu Orientador Carlos Ribeiro Rodrigues.

OFEREÇO

Aos meus pais Eulaine Arcanjo da Silva e Silvio de Paula Barbosa.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao IF Goiano *Campus* Rio Verde - GO pela oportunidade oferecida com o curso de pós-graduação.

A Deus, por estar sempre presente em minha vida me guiando e dando força para não desistir.

Aos meus amáveis pais Silvio de Paula Barbosa e Eulaine Arcanjo da Silva a quem agradeço todos os dias minha existência. Foram e serão sempre o meu alicerce, apoiando-me incondicionalmente em toda minha jornada acadêmica. Pais que me ensinaram a perseverar e jamais desistir de um sonho, ensinaram a ter caráter, a ser humilde e sobretudo que Deus é a força para toda batalha.

A minha melhor amiga, confidente e irmã Karla de Paula Barbosa, que foi por todos esses longos anos minha companheira, é a pessoa que compartilho desde os momentos de tristeza até os mais maravilhosos. Sempre me trouxe conforto e palavras de acalento.

Ao meu orientador Carlos Ribeiro Rodrigues, que foi o principal responsável de minhas conquistas, conhecimento e realização desta pesquisa. É sem dúvida a pessoa que me inspira a continuar, a qual tenho tamanho respeito e admiração pelo profissional e pelo ser humano que é.

Aos meus colegas do Laboratório de Química Agrícola, que auxiliaram em toda a parte prática da pesquisa, trabalho bastante árduo e demorado. Em especial a Polyanna Trindade, Tâmara Abreu, Rosana Souza e Raphaell Couto, pela incansável ajuda nos momentos mais difíceis deste trabalho e por me abençoarem com a amizade e companheirismo de vocês.

A minha família em geral, por também acreditar em mim, a Dalva Cândida e Lucas Júnior, por me apoiarem sempre.

A todos vocês eu agradeço com carinho a contribuição direta e indiretamente na concretização deste trabalho tão importante em minha vida!

BIOGRAFIA DA AUTORA

Kássia de Paula Barbosa, nascida em Maurilândia-Goiás em 06 de junho de 1988. Concluiu o ensino médio no Colégio Estadual Sebastião Alves Ferreira, sendo último ano que morou nessa cidade e com seus pais.

Em 2009, foi aprovada no curso superior em Engenharia Agrícola Universidade Estadual de Goiás na cidade de Santa Helena de Goiás-Goiás, concluindo o mesmo em 2013. No ano seguinte ingressou pelo Instituto Federal Goiano na cidade de Rio Verde-Goiás no programa de pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia, com linha de pesquisa: Tecnologias sustentáveis em sistemas de produção e uso do solo e água.

No ano de 2016, defendeu sua dissertação de Mestrado, parte indispensável para a obtenção do diploma de Mestre em Ciências Agrárias – Agronomia.

ÍNDICE GERAL

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
OBJETIVOS	4
1. GERAL.....	4
2. ESPECÍFICOS	4
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO I - RESIDUAL DE FONTES DE FÓSFORO APLICADAS A LANÇO E NA LINHA EM FORRAGEIRAS NA SAFRINHA.....	7
1.1 INTRODUÇÃO.....	9
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	10
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
1.5 CONCLUSÕES	22
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Valores médios da análise química do solo após a colheita da soja para: fósforo extraído pelo Mehlich I (P) (mg dm^{-3}), potássio (K) (mg dm^{-3}), cálcio (Ca) ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), magnésio (Mg) ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), potencial hidrogeniônico em CaCl_2 (pH), alumínio (Al) ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), hidrogênio + alumínio estimado pelo método SMP (H+Al) ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), potencial hidrogeniônico do hidrogênio + alumínio (pH) (H+Al) segundo EMBRAPA (2009) e matéria orgânica do solo MOS (g kg^{-1}) segundo RAIJ et al. (2001).....	12
Tabela 2. Resumo da ANOVA para variável teor de fósforo no solo (P) (mg dm^{-3}) pela extração de Melich-1 nas profundidades (0-5; 5-10; 10-20; 20-30 e 30-40 cm) após a colheita das forrageiras.	17

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) no período de outubro a dezembro de 2014 e janeiro a julho de 2015, em Rio Verde, GO.	10
Figura 2. Teor de fósforo no solo (P) (mg dm^{-3}) pela extração de Melich ⁻¹ após a colheita das forrageiras com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P (FR – Fosfato Reativo; MAP – Monoamônio Fosfato; SS – Superfosfato Simples e ST – Superfosfato Triplo): A) na profundidade 0 a 5 cm. Rio Verde, GO. 2016.	16
Figura 3. Crescimento do sorgo forrageiro com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P (FR – Fosfato Reativo de Bayóvar; MAP – Monoamônio Fosfato; SS – Superfosfato Simples e ST – Superfosfato Triplo): A) Altura de plantas do sorgo forrageiro (A) (cm) e B) Diâmetro do colmo do sorgo forrageiro (D) (cm). Rio Verde, GO. 2016.	18
Figura 4. Produção do sorgo forrageiro com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P (FR – Fosfato Reativo Bayóvar; MAP – Monoamônio Fosfato; SS – Superfosfato Simples e ST – Superfosfato Triplo): A) massa seca panícula (MSP) (kg ha^{-1}); B) massa seca total (colmo + folhas + panícula) (MST) (kg ha^{-1}) e C) relação folha colmo (F/C) das plantas do sorgo forrageiro. Rio Verde, GO. 2016.	19
Figura 5. Produção e acúmulo de P do capim-piatã com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P (FR – Fosfato Reativo; MAP – Monoamônio Fosfato; SS – Superfosfato Simples e ST – Superfosfato Triplo): A) massa seca total do capim-piatã (MST) (kg ha^{-1}) e B) acúmulo total de fósforo (folha + colmo) do capim-piatã (Atotal) (kg ha^{-1}). Rio Verde, GO. 2016.	20
Figura 6. Eficiência do uso de P (kg kg^{-1} de P_2O_5) e eficiência agrônômica das fontes de P (%) (com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P (FR – Fosfato Reativo; MAP – Monoamônio Fosfato; SS – Superfosfato Simples e ST –	

Superfosfato Triplo): A) Eficiência do uso de P no sorgo forrageiro (Efs) (kg kg ⁻¹ de P ₂ O ₅); B) Eficiência agronômica do sorgo forrageiro (Efas) (%); C) Eficiência do uso de P no capim-piatã (Efc) (kg kg ⁻¹ de P ₂ O ₅) e D) Eficiência agronômica do capim-piatã (Efac) (%). Rio Verde, GO. 2016.	21
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIações E UNIDADES

Símbolo / Sigla	Significado
P	Fósforo
P ₂ O ₅	Pentóxido de difósforo
pH	Potencial hidrogeniônico
FR	Fosfato Reativo Bayóvar
SS	Superfosfato Simples
MAP	Monoamônio Fosfato
ST	Superfosfato Triplo
°C	Graus Celsius
ha	Hectare
SPD	Sistema de Plantio Direto
Aw	Clima Tropical Úmido
GO	Goiás
mm	Milímetro
mL	Mililitros
p p ⁻¹	Partes por parte
cm	Centímetro
kg	Quilograma
CaCl ₂	Cloreto de Cálcio
S	Enxofre
mg	Miligramas
dm ⁻³	Decímetro cúbico
K	Potássio
Ca	Cálcio
cmol _c	Centimol Carga
Mg	Magnésio
Al	Alumínio
H	Hidrogênio
B	Boro
g	Gramas
Mn	Manganês
Cu	Cobre
L	Litro
Mo	Molibidênio
m	Metro
®	Marca registrada

Continua...

 Continuação...

Zn	Zinco
N	Nitrogênio
1/3	Terço
K ₂ O	Óxido de potássio
%	Porcentagem
LabQA	Laboratório de Química Agrícola
IFGoiano	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano
A	Altura de plantas
NP	Número de perfilhos
D	Diâmetro do colmo
MSP	Massa seca da panícula
F/C	Relação folha colmo
NMP	Número médio de perfilhos por planta
MST	Massa seca total
BT	Biomassa total (sorgo + capim)
Apan	Acúmulo de fósforo na panícula
Atotal	Acúmulo total de fósforo (folha + colmo + panícula)
Atotal	Acúmulo de fósforo total (folha+colmo) no capim-piatã
Acpalhada	Acúmulo de fósforo pela palhada após a colheita das forrageiras
Efs	Eficiência do uso de fósforo para o sorgo forrageiro
Efas	Eficiência agrônômica das fontes de fósforo para o sorgo forrageiro
Efc	Eficiência do uso de fósforo para o capim-piatã
Efac	Eficiência agrônômica das fontes de fósforo para o capim-piatã
MS	Massa seca
MStest	Massa seca da testemunha

RESUMO

BARBOSA, KÁSSIA DE PAULA. Instituto Federal Goiano – *Campus* Rio Verde – GO, fevereiro de 2016. **Residual de fontes de fósforo aplicadas a lanço e na linha em forrageiras na safrinha.** Orientador: DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues. Coorientadora: DSc. Kátia Aparecida de Costa Pinho.

RESUMO - Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito residual do fósforo em cultivo consorciado de forrageiras na safrinha. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial $4 \times 2 + 1$ sendo, quatro fontes de fósforo (Fosfato Reativo Bayóvar – 29% de P_2O_5 total (FR); Monoamônio Fosfato 52% de P_2O_5 (MAP); Superfosfato Simples – 18% P_2O_5 (SS) e o Superfosfato Triplo 42% P_2O_5 (ST)) e duas formas de aplicação (a lanço e na linha), mais um tratamento adicional sem adubação fosfatada, com quatro blocos. O experimento foi realizado na safrinha em área cultivada com soja na safra 2014/2015. Os tratamentos das fontes e formas de aplicação foram aplicados na soja. O efeito residual da adubação fosfatada proporcionou incrementos no crescimento e na produção de biomassa do sorgo forrageiro, principalmente para as fontes aciduladas de fósforo (SS e ST) aplicadas a lanço. Os menores teores de P no tecido das plantas adubadas com SS e ST pode ser atribuído ao efeito de diluição desse nutriente na planta, já que obtiveram as maiores produções de biomassa. A aplicação com ST também favoreceu a produção de massa seca do capim-piatã. Na profundidade de 0 a 5 cm houve maior teor de P com aplicação de FR, porém a produção de biomassa foi baixa, fator que pode estar relacionado com a superestimação de P ligado ao Ca pelo extrator Mehlich I.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* cv. Chopper, *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, adubação fosfatada.

ABSTRACT

BARBOSA, KÁSSIA DE PAULA. Instituto Federal Goiano – *Campus* Rio Verde – GO, fevereiro de 2016. **Residual sources of phosphorus applied at broadcast and line in the off-season forage** . Advisor: DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues. Co-advisor: DSc. Kátia Aparecida de Costa Pinho.

ABSTRACT - The, the aim of this study was to evaluate the residual effect of phosphorus on intercropping of forage in the off-season. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 4 x 2 + 1 and four sources of phosphorus (Reactive Phosphate Bayóvar - 29% P₂O₅ total (FR), Monoammonium Phosphate 52% P₂O₅ (MAP), Single Superphosphate - 18% P₂O₅ (SS) and the Triple Superphosphate 42% P₂O₅ (ST)) and two application forms (broadcasted and line), plus an additional treatment without phosphorus fertilization with four blocks. The experiment was carried out in the off-season in area planted with soybean crop in 2014/2015. The source treatments and application forms were applied in soybeans. The residual effect of phosphate fertilizer provided increments in growth and biomass production of forage sorghum especially for phosphorus acidulous sources (SS and ST) applied at broadcast. The lower P content in the tissue of plants fertilized with SS and TS may be attributed to the diluting effect of this nutrient in the plant, as it achieved the highest biomass production. The ST application also favored the dry matter production of *piatã* grass. In the depth of 0 to 5 cm was higher P content with FR application, but biomass production was low, a factor that may be related to the P linked to Ca overestimation by extractor Mehlich I.

Key words: *Sorghum bicolor* cv. Chopper, *Brachiaria brizantha* cv. *Piatã*, phosphate fertilizer.

INTRODUÇÃO GERAL

A produtividade das plantas está relacionada com os fatores de produção e estreitamente com a fertilidade do solo. O fósforo (P) é essencial ao crescimento, desenvolvimento e reprodução das plantas, sendo este um nutriente limitante a produção vegetal em solos tropicais e subtropicais (SANTOS et al., 2016; RAIJ, 1991; NOVAIS & SMYTH, 1999). Estes solos apresentam-se como fortes drenos pelo ânion fosfato competindo com a planta por serem ricos em óxidos de Fe e Al e pH baixo (NOVAIS & SMYTH, 1999). A baixa disponibilidade de P nos solos tropicais brasileiros limita a produção de forragens, independente da espécie cultivada (LIMA et al., 2007), uma vez que adubação fosfatada aumenta significativamente a produção de forragens (BENÍCIO et al., 2011).

A dinâmica do fósforo no solo está associada a fatores ambientais e as propriedades físico-químicas e mineralógicas do solo. Assim, em solos altamente intemperizados, como os Latossolos, predominam as formas inorgânicas ligadas à fração mineral com alta energia e as formas orgânicas estabilizadas física e quimicamente (SANTOS et al., 2008). O fósforo pode se apresentar como fosfatos lábeis e não lábeis. A fração lábil é responsável por repor a solução do solo, quando este é absorvido por plantas e microrganismos, sendo dependente do grau de intemperização do solo, da mineralogia, da textura, do teor de matéria orgânica, das características físico-químicas, da atividade biológica e da vegetação predominante (WALKER & SYERS, 1976; CROSS & SCHLESINGER, 1995). A fração não lábil é formada com o envelhecimento dos fosfatos lábeis, e que se tornam mais estáveis e de difícil solubilização. Essa fração torna indisponível o P para as plantas. Essa forma normalmente denominada como “fósforo fixado” está adsorvido às partículas do solo não estando em equilíbrio imediato (NOVAIS & SMYTH, 1999).

Dentre as fontes de P tem-se: a) fosfatos naturais (rocha fosfática moída); b) termofosfatos (obtida através de processo térmico); c) fosfatos totalmente acidulados (acidulação total); d) fosfatos alternativos (parcialmente acidulados) (PROCHNOW, 2003). Atualmente as fontes aciduladas têm sido comercializadas em maior quantidade no mercado brasileiro. As fontes de P aciduladas comumente utilizadas são o superfosfato simples (SS) (16 a 18% de P_2O_5 ; 18 a 20% de Ca e 11% de S), o superfosfato triplo (ST) (41% de P_2O_5 e 7 a 12% de Ca), e os fosfatos de amônio (MAP (10% de N e 46 a 50% de P_2O_5) e DAP (16% de N e 38 a 40% de P_2O_5)), estes também são utilizados como fonte padrão de fósforo em experimentos que avaliam a eficiência agrônômica relativa de fontes de P (BOLAN; WHITE; HEDLEY, 1990; FRAVERO et al., 2014; NOVAIS & SMYTH, 1999). Estas fontes são consideradas de maior reatividade e apresentam alta eficiência agrônômica (SANTOS et al., 2008). Os fosfatos de menor reatividade como os fosfatos naturais tem sido alternativa às fontes solúveis. Embora estes fosfatos apresentem menor disponibilidade imediata de P para as plantas, em contrapartida apresentam menor custo, além do que em solos de condições de solo-dreno sua utilização é mais conveniente desde que essa menor reatividade não interfira no processo de difusão que garante P para as plantas (HOROWITZ & MEURER, 2004; NOVAIS & SMYTH, 1999). A eficiência da adubação com fontes de P pode ser influenciada também pelo modo de aplicação, sendo realizada na linha de plantio ou a lanço em área total. Segundo Rezende et al. (2006) os fosfatos solúveis por disponibilizarem prontamente o P, têm apresentado bons resultados independente da forma de aplicação. Para Prado et al. (2001) a aplicação de fosfatos solúveis deve ser feita de forma localizada, ou seja, na linha e/ou sulco de plantio disponibilizando o adubo junto a raiz facilitando a absorção pelas plantas. A dissolução dos fosfatos naturais depende da superfície de contato com o solo, sendo aumentada com a aplicação em área total, e este tipo de fosfato apresenta menor eficiência no primeiro ano de aplicação (SOUSA & LOBATO, 2003; HOROWITZ & MEURER, 2004). Resende et al. (2006) avaliaram a adubação fosfatada com superfosfato triplo, termofosfato magnésiano Yoorin, fosfato reativo de Arad, e fosfato natural de Araxá para o milho durante três cultivos sucessivos com diferentes modos de aplicação (a lanço em área total no primeiro ano, aplicada no sulco de plantio no primeiro ano e parcelada no sulco em três anos), verificaram quanto à produção de grãos, a aplicação do superfosfato triplo apresentou melhor resposta nos dois primeiros anos, sendo menos efetiva no terceiro cultivo. O desempenho do fosfato reativo de Arad foi melhor ao longo dos cultivos, sendo que no terceiro cultivo houve ganho no peso de grãos quando aplicado no

sulco de plantio.

A melhoria da eficiência das adubações com P pode ser obtida segundo Goedert & Sousa (1986) com a minimização do poder de imobilização de P pelo solo, antes da adubação fosfatada; determinando a melhor dose, forma de aplicação e incorporação; uso de plantas mais eficientes na absorção e aproveitamento de P; desenvolvimento de tecnologias que aproveitem de forma eficiente as fontes de P disponíveis; maximização de práticas agrícolas e adubação fosfatada. A eficiência agronômica dos fertilizantes fosfatados pode ser afetada pelas fontes de fósforo, propriedades do solo, modo de aplicação e espécie vegetal (FRANDOLOSO et al., 2010). Contudo a eficiência dos fertilizantes também interfere na disponibilidade de P para as plantas e essa interferência está relacionada a composição química, a granulometria e a solubilidade das mesmas, sendo que quanto maior a solubilidade da fonte mais rápida deve ser a absorção de P pelas plantas através da difusão, como também a adsorção pelas partículas do solo (SOUSA et al., 2004; PROCHNOW et al., 2004).

Neste sentido, o adequado estudo da eficiência de uso do P de adubos fosfatados envolve a avaliação do balanço entre entradas e saídas de fósforo no sistema, em função da fonte e modo de aplicação do fertilizante e do sistema de manejo do solo (ANGHINONI, 2004). O manejo da adubação deve favorecer a absorção e diminuir a fixação pelo solo, aumentando o aproveitamento de P pelas plantas (NOVAIS & SMYTH, 1999). Contudo, essas avaliações são inerentes quanto maior o tempo de abordagem do estudo, visto que as fontes diferem quanto ao efeito residual (SOUSA et al., 2010), as respostas as formas de aplicação são influenciadas por fenômenos de redistribuição de fósforo no perfil ao longo do tempo (COSTA et al., 2010).

OBJETIVOS

1. Geral

- Avaliar o efeito residual de diferentes fontes de fósforo e suas formas de aplicação em cultivo consorciado de forrageiras na safrinha.

2. Específicos

- Mensurar o crescimento e a produção das forrageiras no período de safrinha em função dos fertilizantes fosfatados e modo de aplicação (a lanço e na linha de plantio) aplicados na safra anterior;

- Mesurar os teores de fósforo no solo e no tecido vegetal das forrageiras e da palhada em função dos fertilizantes fosfatados e modo de aplicação (a lanço e na linha de plantio) aplicados na safra anterior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGHINONI, I. Fatores que interferem na eficiência da adubação fosfatada. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. (Eds.) **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos, 2004. p. 537-562.

BENÍCIO, L.P.F., OLIVEIRA, V.A., SILVA, L.L., ROSANOVA, C. & OLIVEIRA, S.L. Produção de *Panicum maximum* consorciado com sorgo sob diferentes fontes de fósforo. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 5, p. 55- 60, 2011.

BOLAN, N.S.; WHITE, R.E.; HEDLEY, M.J. A review of the use of phosphate rocks as fertilizers for direct application in Australia and New Zealand. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 30, p. 297-313, 1990.

COSTA, S.E.V.G.A.; SOUZA, E.D. de; ANGHINONI, I.; FLORES, J.P.C.; VIEIRA, F.C.B.; MARTINS, A.P.; FERREIRA, E.V.O.; Patterns in phosphorus and corn root distribution and yield in long-term tillage systems with fertilizer application. **Soil and Tillage Research**, v. 109, n. 1, p. 41-49, 2010.

CROSS, A.F.; SCHLESINGER, W.H. A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: Applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. **Geoderma**, v. 64, p. 197-214, 1995.

FRANDOLOSO, J.F.; LANA, M.C.; FONTANIVA, S.; CZYCZA, R.V. Eficiência de adubos fosfatados associados ao enxofre elementar na cultura do milho. **Revista Ceres**, v. 57, n. 5, p. 686-694, 2010.

FRAVERO, P.F. de; GERVASIO, G.R.; NOGUEIRA, G.; ZINELI, V. **Avaliação visual de nutrição de plantas**. Araxá: Instituto de Ciências da Saúde, Agrárias e Humanas (ISAH), 2014. 6p. (Circular Técnica, 08).

GOEDERT, W.J. & SOUSA, D.MG. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SEMINÁRIO DE FÓSFORO, CÁLCIO, ENXOFRE E MICRONUTRIENTES, SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS NA AGRICULTURA, 1986, São Paulo. **Anais...** São Paulo: MANAH, 1986. p. 21-53.

HOROWITZ, N.; MEURER, E.J. Eficiência agronômica de fosfatos naturais. In: YAMADA, T. & ABDALLA, S.R.S. (Eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba, POTAFOS, 2004. p. 665-682.

LIMA, S.O.; FIDELIS, R.R.; COSTA, S.J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *brachiaria brizanta* cv. Marandú no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 100-105, 2007.

NOVAIS, R.F.& SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399p.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M.; ROQUE, C.G. Resposta da cultura do milho a modos de aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 83-90, 2001.

PROCHNOW, L.I. Eficiência agronômica dos fosfatos totalmente acidulados. In: SIMPÓSIO DE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1, 2003, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Potafos; ANDA, 2003. 1 CD-ROM.

PROCHNOW, L.I.; ALCARDE, J.C.; CHIEN, S.H. Eficiência agronômica dos fosfatos totalmente acidulados. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. (Eds.) **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos/Anda, 2004. p. 605-664.

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; ALVES, V.M.C.; MUNIZ, J.A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KIMPORA, D.I.; SANTOS, J.Z.L.; CARNEIRO, L.A. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p. 453-456, 2006.

SANTOS, D.R. dos; GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 576-586, 2008.

SANTOS, M.P. dos; CASTRO, Y. de O.; MARQUES, R. de C.; PEREIRA, D.R.M.; GODOY, M.M. de; REGES, N.P.R. Importância da calagem, adubações tradicionais e alternativas na produção de plantas forrageiras: Revisão. **PUBVET**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2016.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 102, p. 1-16, 2003. Encarte técnico.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, A.T. Adubação fosfatada. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 147-168.

WALKER, T.W.; SYERS, J.K. The fate of phosphorus during pedogenesis. **Geoderma**, v. 15, p. 01-19, 1976.

CAPÍTULO I - RESIDUAL DE FONTES DE FÓSFORO APLICADAS A LANÇO E NA LINHA EM FORRAGEIRAS NA SAFRINHA

RESUMO - Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito residual do fósforo em cultivo consorciado de forrageiras na safrinha. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2 + 1 sendo, quatro fontes de fósforo (Fosfato Reativo Bayóvar – 29% de P₂O₅ total (FR); Monoamônio Fosfato 52% de P₂O₅ (MAP); Superfosfato Simples – 18% P₂O₅ (SS) e o Superfosfato Triplo 42% P₂O₅ (ST)) e duas formas de aplicação (a lanço e na linha), mais um tratamento adicional sem adubação fosfatada, com quatro blocos. O experimento foi realizado na safrinha em área cultivada com soja na safra 2014/2015. Os tratamentos das fontes e formas de aplicação foram aplicados na soja. O efeito residual da adubação fosfatada proporcionou incrementos no crescimento e na produção de biomassa do sorgo forrageiro, principalmente para as fontes aciduladas de fósforo (SS e ST) aplicadas a lanço. Os menores teores de P no tecido das plantas adubadas com SS e ST pode ser atribuído ao efeito de diluição desse nutriente na planta, já que obtiveram as maiores produções de biomassa. A aplicação com ST também favoreceu a produção de massa seca do capim-piatã. Na profundidade de 0 a 5 cm houve maior teor de P com aplicação de FR, porém a produção de biomassa foi baixa, fator que pode estar relacionado com a superestimação de P ligado ao Ca pelo extrator Mehlich I.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* cv. Chopper, *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, adubação fosfatada.

RESIDUAL SOURCES OF PHOSPHORUS APPLIED TO AT BROADCAST AND LINE IN THE OFF-SEASON FORAGE

ABSTRACT - The, the aim of this study was to evaluate the residual effect of phosphorus on intercropping forage in the off-season. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme $4 \times 2 + 1$ and four sources of phosphorus (Reactive Phosphate Bayóvar - 29% P_2O_5 total (FR), Monoammonium Phosphate 52% P_2O_5 (MAP), Single Superphosphate - 18% P_2O_5 (SS) and the Triple Superphosphate 42% P_2O_5 (ST)) and two application forms (broadcasted and line), plus an additional treatment without phosphorus fertilization with four blocks. The experiment was carried out in the off-season in area planted with soybean crop in 2014/2015. The source treatments and application forms were applied in soybeans. The residual effect of phosphate fertilizer provided increments in growth and biomass production of forage sorghum especially for phosphorus acidulous sources (SS and ST) applied at broadcast. The lower P content in the tissue of plants fertilized with SS and TS may be attributed to the diluting effect of this nutrient in the plant, as it achieved the highest biomass production. The ST application also favored the dry matter production of piatã grass. In the depth of 0 to 5 cm was higher P content with FR application, but biomass production was low, a factor that may be related to the of P linked to Ca overestimation by extractor Mehlich I.

Key words: *Sorghum bicolor* cv. Chopper, *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, phosphate fertilizer.

1.1 INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma planta de origem tropical, cultivada em diversas regiões, sendo estas de temperaturas quentes, muito secas ou onde ocorrem veranicos, com vantagem sobre outros cereais (MIRANDA et al., 2010). O sorgo adapta-se as variadas condições de fertilidade do solo e é mais tolerante do que o milho nas alta temperatura e déficit hídrico (MAGALHÃES et al., 2007; RIBAS, 2007).

A cultivar BRS Piatã (*Brachiaria brizantha*), apresenta com maior acúmulo de folhas do que os capins xaraés e marandu, seus colmos são mais finos, favorecendo o manejo na época seca (VALLE et al., 2007). Outra vantagem é o seu crescimento lento na fase inicial, favorecendo a implantação em consórcio com culturas anuais.

A sucessão de culturas anuais com forrageiras tem por finalidade fornecer forragem para a entressafra e palhada para o plantio direto. Consiste na semeadura de cultura forrageira (milho, milheto ou sorgo) em monocultivo ou em consórcio com uma forrageira perene (*Brachiaria*) na safrinha, após a colheita da safra de verão, podendo a forragem produzida ser utilizada para pastejo direto e, ou produção de silagem (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

Os solos brasileiros apresentam baixa fertilidade, sendo este um fator limitante para a produtividade e sustentabilidade da agropecuária, e a região do Cerrado não constitui exceção. A baixa disponibilidade de fósforo (P) nos solos tropicais brasileiros limita a produção de forragens, independente da espécie cultivada (LIMA et al., 2007), uma vez que adubação fosfatada aumenta significativamente a produção de forragens (BENÍCIO et al., 2011). O P é essencial ao crescimento, desenvolvimento e reprodução das plantas com importante papel no processo de formação de sementes (SANTOS et al., 2016).

A melhoria da eficiência das adubações com P pode ser obtida segundo Goedert & Sousa (1986) com a minimização do poder de imobilização de P pelo solo, antes da adubação fosfatada; determinando a melhor dose, forma de aplicação e incorporação; uso de plantas mais eficientes na absorção e aproveitamento de P; desenvolvimento de tecnologias que aproveitem de forma eficiente as fontes de P disponíveis; maximização de práticas agrícolas e adubação fosfatada. A eficiência agrônômica dos fertilizantes fosfatados pode ser afetada pelas fontes de fósforo, propriedades do solo, modo de aplicação e espécie vegetal (FRANDOLOSO et al., 2010).

Neste sentido, o adequado estudo da eficiência de uso do P de adubos fosfatados envolve a avaliação do balanço entre entradas e saídas de fósforo no sistema, em função da fonte e modo de aplicação do fertilizante e do sistema de manejo do solo (ANGHINONI, 2004). Assim, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito residual de diferentes fontes de fósforo e suas formas de aplicação em cultivo consorciado de forrageiras na safrinha.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido a campo no município de Rio Verde - GO, em um Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2013). O clima da região é classificado como Tropical Úmido (Aw), com inverno seco e verão chuvoso (KOPPEN, 1931). As condições climáticas durante a condução do experimento estão representadas na Figura 1.

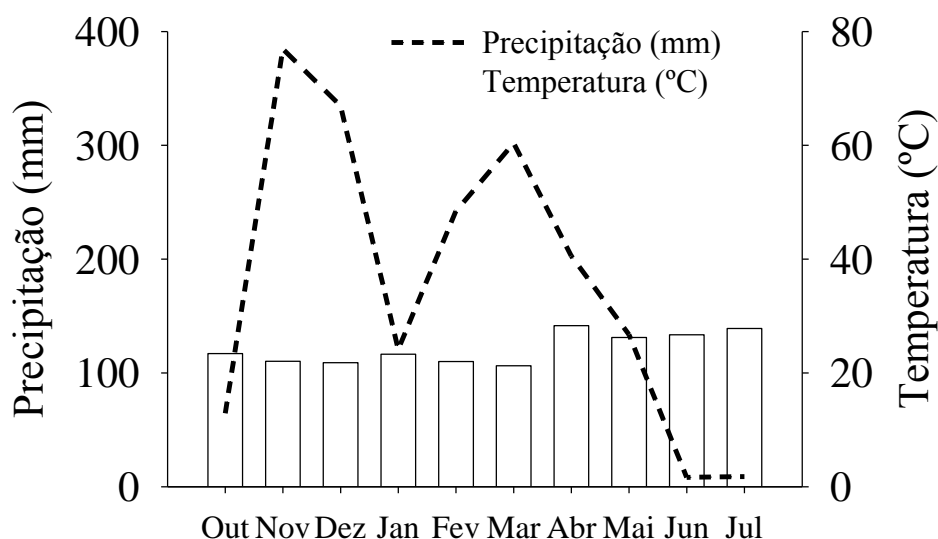


Figura 1. Precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) no período de outubro a dezembro de 2014 e janeiro a julho de 2015, em Rio Verde, GO.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial $4 \times 2 + 1$ sendo, quatro fontes de fósforo (Fosfato Reativo Bayóvar – 29% de P_2O_5 total (FR); Monoamônio Fosfato 52% de P_2O_5 (MAP); Superfosfato Simples – 18% P_2O_5 (SS) e o Superfosfato Triplo 42% P_2O_5 (ST)) e duas formas de aplicação (a lanço e na linha), mais um tratamento adicional sem adubação fosfatada, com quatro blocos. Aplicou-se 150 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

As parcelas experimentais foram constituídas por cinco linhas com quatro metros de comprimento, com espaçamento de meio metro entre as linhas. Antes do plantio das plantas do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* cv. Chopper) e do capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. Piatã) fez-se a dessecação da área com Roundup Transorb® (Glyphosate (648 g L⁻¹)) (5 L ha⁻¹) e DMA® 806 BR (2,4-dichlorophenoxy (806 g L⁻¹)) (600 mL ha⁻¹). Após 20 dias em 7 de abril de 2015, semeou-se as forrageiras. O sorgo forrageiro cv. Chopper foi semeado a três centímetros de profundidade. O capim-piatã foi semeado a seis centímetros de profundidade em mistura com o sulfato de amônio na proporção de 20 kg de semente (Valor Cultural=24%) para 50 kg de sulfato de amônio (20% de N) por hectare.

O experimento foi realizado na safrinha em área cultivada com soja na safra 2014/2015. Os tratamentos das fontes e formas de aplicação foram aplicados na soja. Após a colheita da soja, realizou-se a amostragem do solo nas profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, perfazendo uma coluna de solo desde a linha de plantio até a entre linha da soja num total de seis pontos por parcela. As amostras foram secas ao ar e tamisadas em peneiras de 2 mm e destinadas a análise química (RAIJ et al., 2001 e EMBRAPA, 2009) para a caracterização da área experimental após aplicação dos tratamentos (Tabela 1).

Aos vinte dias após o a semeadura das forrageiras aplicou-se 200 mL ha⁻¹ de K-Othrine® CE 25 (Deltametrina 2,5% p p⁻¹) e 600 mL ha⁻¹ de Lannate® BR (Metomil 215 g L⁻¹) para controle de lagarta do cartucho. Vinte e cinco dias após o plantio, realizou-se adubação de cobertura com 60 kg de Sulfato de amônio (20% de N) e 60 kg de cloreto de potássio (60% de K₂O) por hectare. Trinta dias após a semeadura, aplicou-se 100 mL ha⁻¹ de KRAFT 36 EC (Abamectina 36 g L⁻¹), 500 mL ha⁻¹ de Connect® (Beta-Ciflutrina 12,5 g L⁻¹ e Imidacloprido 100 g L⁻¹) e 100 mL ha⁻¹ de Belt® (Flubendiamida (480 g L⁻¹) para controle de pulgões, percevejos e lagarta-do-cartucho. Aplicou-se, também, 1 L ha⁻¹ da fonte de micronutrientes e de enxofre Speed Cerrado Flex (6,9% de S; 0,2% de B; 8% de Mn; 0,5% de Cu; 0,05% de Mo e 3% de Zn).

Tabela 1. Valores médios da análise química do solo após a colheita da soja para: fósforo extraído pelo Mehlich I (P) (mg dm^{-3}), potássio (K) (mg dm^{-3}), cálcio (Ca) ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), magnésio (Mg) ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), potencial hidrogeniônico em CaCl_2 (pH), alumínio (Al) ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), hidrogênio + alumínio estimado pelo método SMP (H+Al) ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), potencial hidrogeniônico do hidrogênio + alumínio (pH) (H+Al) segundo EMBRAPA (2009) e matéria orgânica do solo MOS (g kg^{-1}) segundo RAIJ et al. (2001).

Tratamento	Profundidade (cm)	P (mg dm^{-3})	K (mg dm^{-3})	Ca ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	Mg ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	pH	Al ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	H+Al ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)	pH (H+Al)	MOS (g kg^{-1})
FR-lanço	0-5	15,21	38,5	4,44	2,51	5,45	0,16	5,45	6,65	43,53
FR-linha	0-5	19,15	37,25	4,41	2,42	5,45	0,00	5,00	6,62	43,31
FR-lanço	5-10	5,22	39,5	4,20	2,02	5,45	0,00	5,61	6,63	42,86
FR-linha	5-10	3,39	32,5	4,02	2,10	5,46	0,00	5,07	6,62	39,80
FR-lanço	10-20	1,59	25	3,90	1,85	5,46	0,00	5,47	6,60	39,28
FR-linha	10-20	1,23	29	3,74	1,81	5,47	0,03	4,89	6,64	35,31
FR-lanço	20-30	11,66	32	4,45	1,79	5,43	0,00	5,08	6,60	42,19
FR-linha	20-30	24,44	28,75	4,27	2,05	5,47	0,13	4,77	6,66	41,15
FR-lanço	30-40	0,99	16,25	3,92	0,92	5,47	0,00	4,63	6,63	32,72
FR-linha	30-40	1,38	12,75	3,62	1,12	5,50	0,12	4,38	6,67	29,30
MAP-lanço	0-5	8,17	33	4,34	2,36	5,46	0,08	5,01	6,58	41,88
MAP-linha	0-5	6,43	27,25	4,00	2,12	5,47	0,11	5,35	6,60	43,16
MAP-lanço	5-10	1,67	28,5	4,42	2,29	5,49	0,11	5,38	6,63	39,92
MAP-linha	5-10	5,06	23,75	4,06	2,06	5,47	0,02	5,24	6,61	41,80
MAP-lanço	10-20	2,29	22,25	4,16	2,14	5,49	0,09	4,58	6,66	38,53
MAP-linha	10-20	1,04	22,25	3,96	1,50	5,48	0,03	5,26	6,59	39,03
MAP-lanço	20-30	1,50	27,75	4,12	1,72	5,47	0,11	5,19	6,61	39,70
MAP-linha	20-30	4,18	19,5	3,97	1,81	5,48	0,10	5,39	6,60	41,34
MAP-lanço	30-40	0,41	17,5	3,61	0,88	5,48	0,07	4,20	6,66	26,52
MAP-linha	30-40	0,58	11,25	3,93	1,14	5,48	0,10	4,85	6,62	32,61

Continua...

Continuação...

SS-lanço	0-5	5,11	44,25	4,55	2,36	5,46	0,11	5,28	6,60	43,57
SS-linha	0-5	6,88	38,75	4,26	2,15	5,45	0,00	6,13	6,58	49,35
SS-lanço	5-10	3,90	43,5	4,07	1,96	5,46	0,08	4,71	6,62	39,17
SS-linha	5-10	4,26	34	4,20	2,04	5,47	0,00	6,11	6,58	48,12
SS-lanço	10-20	1,62	55,75	3,90	1,93	5,45	0,08	5,28	6,61	38,23
SS-linha	10-20	1,84	37,75	4,11	1,77	5,47	0,06	5,61	6,59	45,13
SS-lanço	20-30	5,11	26,25	4,40	2,01	5,50	0,07	5,26	6,65	43,81
SS-linha	20-30	4,02	30	4,17	1,90	5,47	0,06	5,93	6,57	47,89
SS-lanço	30-40	0,75	22,75	3,91	1,39	5,50	0,07	4,10	6,67	36,37
SS-linha	30-40	1,21	19	3,70	0,95	5,48	0,07	5,04	6,60	39,68
ST-lanço	0-5	6,62	37,5	4,30	2,22	5,43	0,03	6,26	6,57	43,97
ST-linha	0-5	13,74	35,25	4,23	2,26	5,46	0,04	5,66	6,58	42,16
ST-lanço	5-10	2,68	30,5	3,96	2,05	5,46	0,08	6,09	6,58	38,42
ST-linha	5-10	3,55	32,5	4,02	1,89	5,47	0,07	5,65	6,58	40,08
ST-lanço	10-20	0,58	21,25	3,87	1,48	5,46	0,07	6,01	6,58	34,08
ST-linha	10-20	1,40	22,25	3,49	1,59	5,46	0,05	6,04	6,57	40,23
ST-lanço	20-30	3,30	26,75	3,88	1,81	5,45	0,05	6,07	6,56	36,32
ST-linha	20-30	5,20	29,75	3,98	1,69	5,46	0,07	6,01	6,57	38,67
ST-lanço	30-40	0,72	15,5	3,64	1,04	5,46	0,00	4,94	6,62	31,38
ST-linha	30-40	0,84	16	3,47	0,69	5,47	0,00	5,76	6,61	32,55
Testemunha	0-5	8,47	29	3,90	2,22	5,46	0,00	5,95	6,58	39,78
Testemunha	5-10	5,64	23,5	3,79	1,94	5,46	0,03	5,90	6,04	39,45
Testemunha	10-20	3,70	19,75	3,55	1,57	5,46	0,00	6,36	6,57	32,06
Testemunha	20-30	3,31	20,75	3,63	1,51	5,47	0,00	5,23	6,55	33,66
Testemunha	30-40	3,99	10	3,19	0,66	5,48	0,00	4,74	6,63	22,52

Noventa dias após a semeadura foram realizadas análises biométricas da cultura do sorgo forrageiro e do capim-piatã e a colheita das forragens. O sorgo foi avaliado a altura de planta, diâmetro do colmo, número de perfilhos, número de folhas senescentes (1/3 inferior, médio e superior) e número de folhas sadias (1/3 inferior, médio e superior). Para essas avaliações foram coletadas aleatoriamente dez plantas de sorgo nas duas linhas centrais das parcelas. As mesmas foram separadas em partes (panícula, colmo 1/3 inferior, colmo 1/3 médio, colmo 1/3 superior, folha senescente, folha 1/3 médio e folha 1/3 superior) lavadas em água destilada e acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação de ar a 65-70°C até o peso constante. Para a braquiária avaliou-se o número de perfilhos e separados folha e colmo, lavados em água corrente e água destilada, secos em papel toalha, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação de ar a 65-70°C até o peso constante.

Após a secagem, as amostras foram pesadas para determinação da massa seca de cada parte. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de 1 mm, armazenadas em sacos plásticos identificados. Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Química Agrícola da IFGoiano, *Campus* Rio Verde (LabQA, IFGoiano, Rio Verde) para análise química de tecido vegetal e determinação dos teores de fósforo (P), conforme Embrapa (2009).

Após a colheita das forrageiras foi amostrado o solo, sendo seis amostras simples por parcela em cada profundidade avaliada (0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm). A amostra simples de cada profundidade avaliada foi composta por uma faixa de solo entre a linha e a entre linha de plantio (CANTARUTTI et al., 2007). As amostras foram secadas ao ar e peneiradas em peneira de 2 mm para análises químicas de P, segundo Embrapa (2009).

Com base nos teores de P nos tecidos vegetais e nas respectivas biomassas foram estimados o acúmulo de P (A) (Equação 1), a eficiência do uso de P (Ef) (Equação 2) e a eficiência agrônômica (Efa) (Equação 3) adaptado de Novais & Smyth (1999).

$$A = \frac{(P * MS)}{100} \quad (1)$$

em que,

P - teor de fósforo obtido pela análise química de tecido vegetal, em g kg⁻¹;

MS - massa seca da variável analisada, em kg ha⁻¹.

$$Ef = \frac{MS}{150} \quad (2)$$

em que,

MS - massa seca da variável analisada, em kg ha⁻¹;

150 - corresponde a quantidade de fósforo aplicado nas parcelas experimentais, em kg ha⁻¹.

$$Efa = \frac{(MS - MStest)}{100} * 100 \quad (3)$$

em que,

MS - massa seca da variável analisada, em kg ha⁻¹;

MStest - massa seca da testemunha, em kg ha⁻¹;

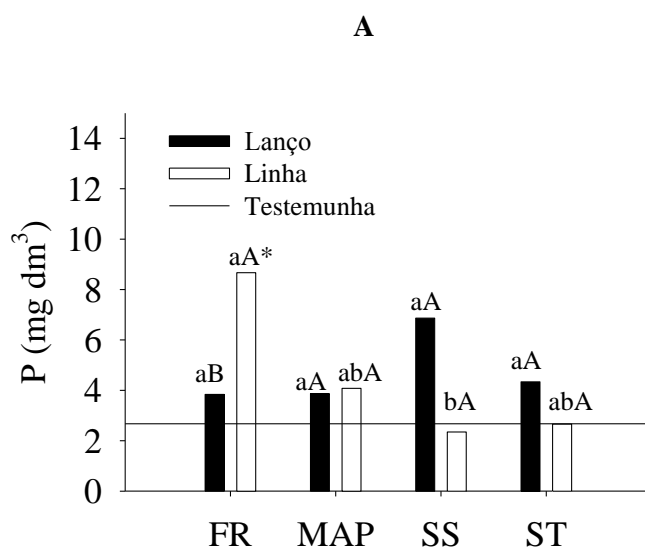
A palhada foi coletada após a colheita das forrageiras em três pontos aleatórios nas parcelas, lavada e colocada para secar em estufa a 65-70°C. Após a secagem pesou-se as amostras, que foram moídas e analisadas os teores de P (EMBRAPA, 2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5% de probabilidade com auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014). Utilizou-se o programa Sisvar

(FERREIRA, 2011) para realizar os contrastes ortogonais entre os tratamentos e o tratamento adicional.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de P disponível no solo só obtiveram variação na profundidade de 0 a 5 cm. A aplicação com FR na linha seguida do SS a lanço proporcionaram maior efeito residual e disponibilidade de P na profundidade de 0-5 cm (Figura 2 A). Houve maior efeito residual de P com aplicação de FR na linha para profundidade de amostragem de 0-5 cm (Figura 2 A) quando comparada à Testemunha. Para as profundidades de 5-10; 10-20; 20-30 e 30-40 cm não houve variação da disponibilidade de P no perfil do solo em relação as fontes e formas de aplicação de P (Tabela 2). Contudo os valores médios de P para as profundidades de 5-10; 10-20; 20-30 e 30-40 cm foram 2,72; 1,83; 1,73 e 1,49 mg dm⁻³, respectivamente.



Letras minúsculas diferem as médias dos tratamentos das fontes de P (Teste Tukey 5% prob.). Letras maiúsculas diferem as médias dos tratamentos das formas de aplicação (Teste Tukey 5% prob.).**.*Difere das médias do tratamento adicional (Testemunha) pelo teste de t Student a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Figura 2. Teor de fósforo no solo (P) (mg dm⁻³) pela extração de Melich⁻¹ após a colheita das forrageiras com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P (FR – Fosfato Reativo; MAP – Monoamônio Fosfato; SS – Superfosfato Simples e ST – Superfosfato Triplo): A) na profundidade 0 a 5 cm. Rio Verde, GO. 2016.

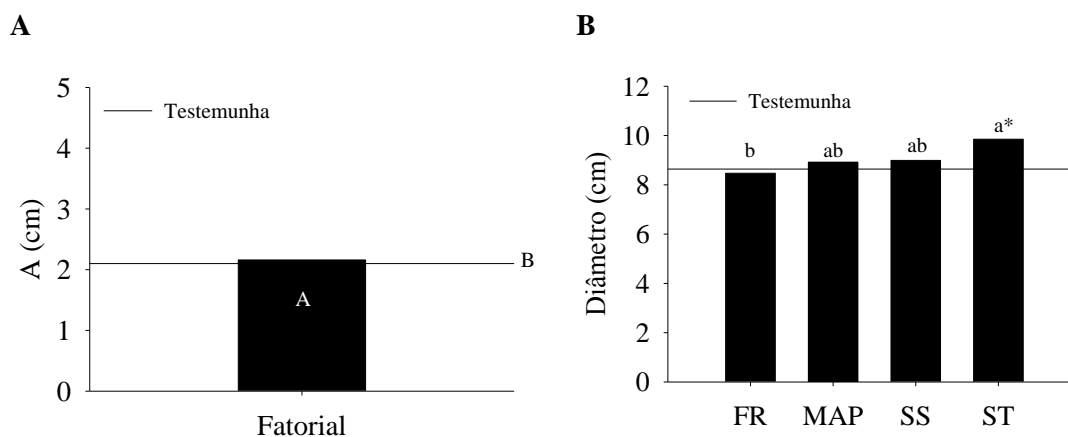
Tabela 2. Resumo da ANOVA para variável teor de fósforo no solo (P) (mg dm^{-3}) pela extração de Melich-1 nas profundidades (0-5; 5-10; 10-20; 20-30 e 30-40 cm) após a colheita das forrageiras.

	Bloco	Fonte (F)	Aplicação (A)	F*A	Adicional*Fatorial	Erro
0-5	11,45 ^{ns}	11,57 ^{ns}	0,66 ^{ns}	30,85*	12,99 ^{ns}	10,11
5-10	2,76 ^{ns}	1,24 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,70 ^{ns}	0,33 ^{ns}	2,30
10-20	2,22 ^{ns}	1,24 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,70 ^{ns}	0,36 ^{ns}	2,35
20-30	3,09 ^{ns}	1,24 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,70 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,34
30-40	2,63 ^{ns}	1,24 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,70 ^{ns}	0,81 ^{ns}	2,32

**,*,^{ns} – Significativo a 1 e a 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste de F.

Nos tratamentos com FR foram obtidos os maiores teores de P disponível no solo. Todavia, a produção de biomassa das plantas adubadas com o FR foi baixa. Essa correlação negativa entre os teores de P disponível no solo e produção de biomassa para as plantas adubadas com o FR está relacionado com a superestimação de P ligado ao Ca pelo extrator Mehlich I sendo, que essa forma de P não está disponível para as plantas. A extração de P ocorre pela dissolvência ácida dos compostos fosfatados de fraca energia, sendo maior para os fosfatos de cálcio, os ligados alumínio e por último ligados ao ferro, podendo ocorrer efeito secundário de troca iônica nos sítios de adsorção do íon de sulfato pelo fosfato (SANTOS et al., 2008). Segundo Gatiboni et al. (2003) ocorre a superestimação do teor de fósforo no solo da extração de P pelo extrator de Mehlich I em solos previamente adubados por fosfatos naturais.

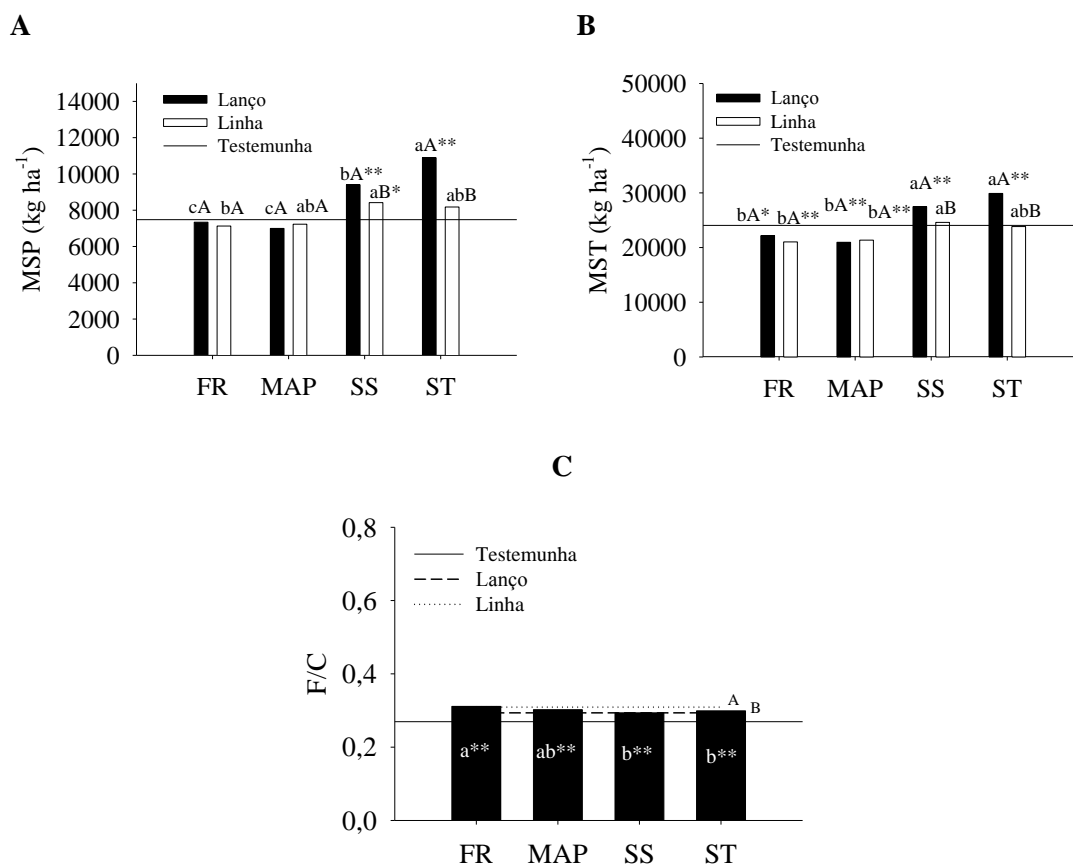
A altura (A) (cm), o número de perfilhos (NP), o acúmulo de fósforo na panícula (Apan) (kg ha^{-1}) e total de fósforo (folha + colmo + panícula) (Atotal) (kg ha^{-1}) das plantas do sorgo forrageiro não alteraram com as fontes de P e as formas de aplicação. Contudo, a altura das plantas adubadas com fósforo (P) foi superior à Testemunha (Figura 3 A). Independente das formas de aplicação a adubação com superfosfato triplo (ST) promoveu aumento no diâmetro do colmo (D) (Figura 3 B), sendo este superior à Testemunha. A deficiência de P reduz o desenvolvimento e estabelecimento da cultura, demonstrando a importância da adubação fosfatada. Lucena et al. (2000) observaram mediante a aplicação de doses de superfosfato triplo como fonte de P incrementos na produção como altura, diâmetro, produção de grãos.



Letras minúsculas diferem as médias dos tratamentos das fontes de P dentro de cada forma de aplicação (Teste Tukey 5% prob.). Letras maiúsculas diferem as médias dos tratamentos das formas de aplicação dentro de cada fonte (Teste Tukey 5% prob.). **Difere das médias do tratamento adicional (Testemunha) teste de t Student a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Figura 3. Crescimento do sorgo forrageiro com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P (FR – Fósforo Reativo de Bayóvar; MAP – Monoamônio Fosfato; SS – Superfosfato Simples e ST – Superfosfato Triplo): A) Altura de plantas do sorgo forrageiro (A) (cm) e B) Diâmetro do colmo do sorgo forrageiro (D) (cm). Rio Verde, GO. 2016.

As plantas do sorgo adubadas com SS e ST a lanço apresentaram maior massa seca da panícula (MSP) e massa seca total (folha + colmo + panícula) (MST) (kg ha^{-1}) (Figura 4 A e B, respectivamente). Os tratamentos citados anteriormente se diferem da Testemunha para estas variáveis. Uma planta submetida a condições ideais de nutrição, principalmente ao suprimento de fósforo e cálcio, apresenta maior desenvolvimento de raízes, terá maior produção de fotoassimilados (GUEDES et al., 2009). Sendo assim, a presença de cálcio na composição do ST e SS, e sua maior solubilidade, contribuiu para obtenção de maior produção de MSP e MST. Para a relação folha colmo (F/C) a aplicação na linha das fontes de P foi maior que a aplicação a lanço, sendo que o FR apresentou maior F/C (Figura 4 C). Todos os tratamentos se diferenciaram da Testemunha para esta variável (Figura 4 C). Essa maior relação folha colmo pode ser justificada pelo menor desenvolvimento dos colmos das plantas do sorgo adubadas com FR, as quais apresentaram maior desenvolvimento de suas folhas. A aplicação na linha se mostrou mais eficiente, uma vez que as raízes do sorgo forrageiro entraram em contato imediato com a fonte de P. A relação folha colmo é bastante relevante em estudos sobre gramíneas forrageiras, uma vez que alto índice de folhas em relação a colmos indica melhor adaptação da planta ao pastejo e aos cortes (SILVA et al., 2013).

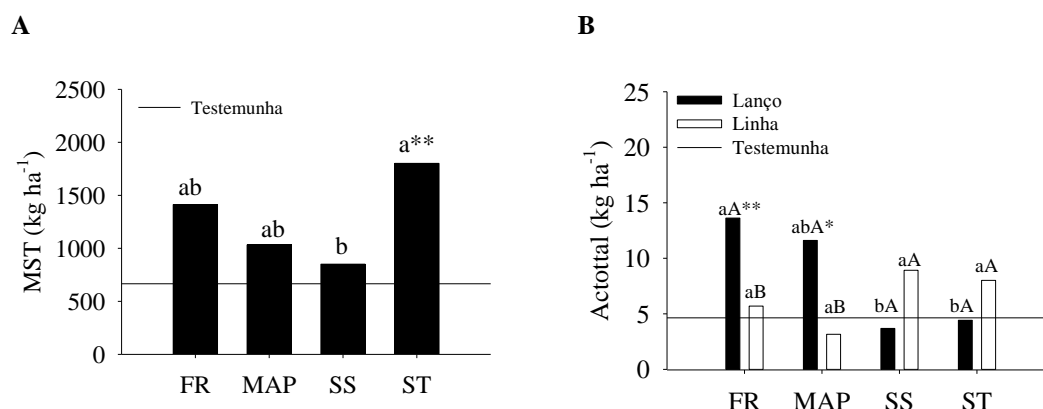


Letras minúsculas diferem as médias dos tratamentos das fontes de P (Teste Tukey 5% prob.). Letras maiúsculas diferem as médias dos tratamentos das formas de aplicação (Teste Tukey 5% prob.). ^{**}Difere das médias do tratamento adicional (Testemunha) pelo teste de t Student a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Figura 4. Produção do sorgo forrageiro com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P (FR – Fósforo Reativo Bayóvar; MAP – Monoamônio Fosfato; SS – Superfosfato Simples e ST – Superfosfato Triplo): A) massa seca panícula (MSP) (kg ha⁻¹); B) massa seca total (colmo + folhas + panícula) (MST) (kg ha⁻¹) e C) relação folha colmo (F/C) das plantas do sorgo forrageiro. Rio Verde, GO. 2016.

O número de perfilhos e a relação folha colmo do capim-piatã não variaram em função dos tratamentos. Passos et al. (1997) avaliando o efeito de fontes de fósforo (termodifosfato magnésico e superfosfato triplo), em duas gramíneas (*Brachiaria* e *Andropogon*), em vasos, verificaram que as fontes de fósforo não diferiram entre si no número de perfilhos por vaso na *Brachiaria*. Somente a massa seca total (MST) (kg ha⁻¹) e o acúmulo total de fósforo (Atotal) (kg ha⁻¹) variaram com os tratamentos. A MST do capim-piatã foi maior com aplicação de ST independente da forma de aplicação, obteve-se a MST de 1801, 87 kg ha⁻¹, e este foi superior à Testemunha (Figura 5 A). A aplicação com FR a lanço proporcionou maior Atotal do capim-piatã e este foi superior à Testemunha (Figura 5 B).

Ieiri et al. (2010) em estudo com fontes (Superfosfato Triplo, Termofosfato Magnésiano e hiperfosfato de Gafsa), doses e modos de aplicação de fósforo em pastagem afirmam que, o ST promove maior incremento de massa seca em relação às outras fontes utilizadas, por causa da alta solubilidade em água, fornecendo maiores quantidades de fósforo à planta nos primeiros dias. Costa et al. (2008) onde foram testadas diferentes fontes de fósforo, em capim-marandu, verificaram, a produção de massa seca e o acúmulo total de P, foram mais eficientes nos tratamentos com as fontes de maior solubilidade, como o ST, fosfato natural reativo e a mistura entre eles. Vale ressaltar que o teor de P na MST nem sempre apresenta relação direta com a produção de MST, assim, plantas que apresentam maior produção de MST podem apresentar menores teores de P e conseqüentemente menor acúmulo de P em seu tecido, como consequência do efeito diluição (FAQUIN et al., 1997).



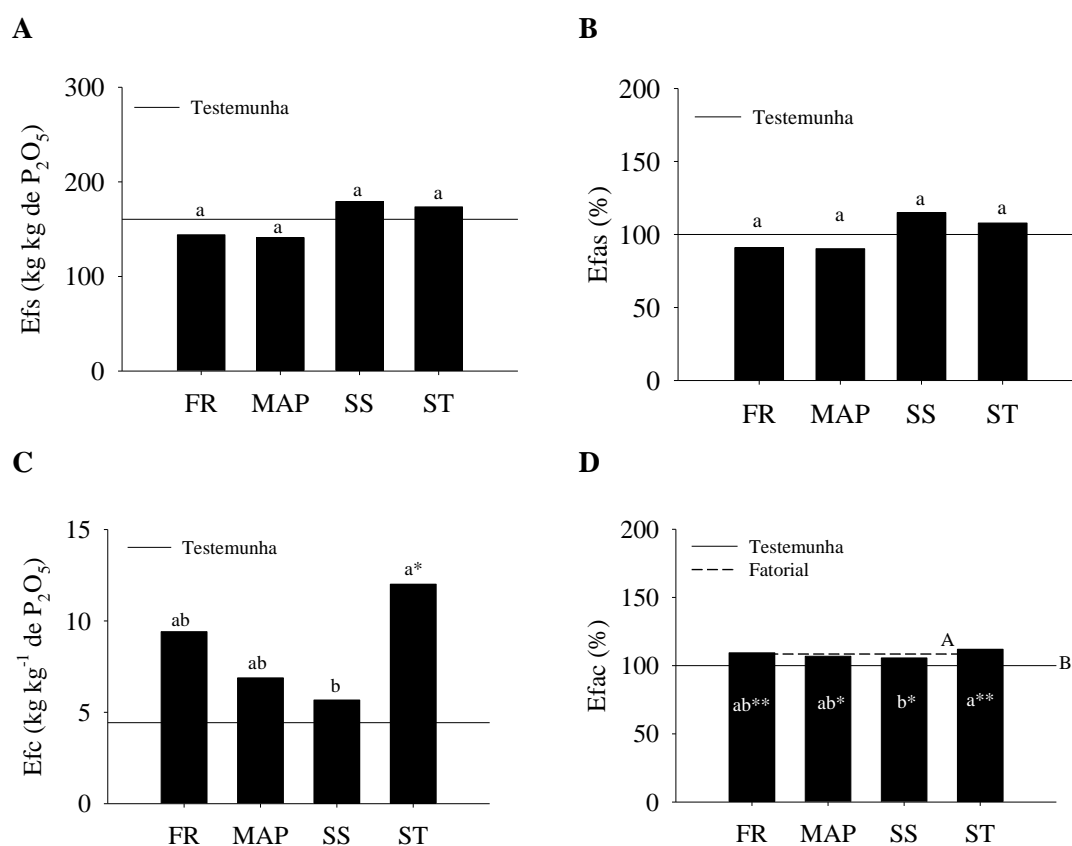
Letras minúsculas diferem as médias dos tratamentos das fontes de P (Teste Tukey 5% prob.). Letras maiúsculas diferem as médias dos tratamentos das formas de aplicação (Teste Tukey 5% prob.). ^{**}, ^{*} Difere das médias do tratamento adicional (Testemunha) pelo teste de t Student a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Figura 5. Produção e acúmulo de P do capim-piatã com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P (FR – Fosfato Reativo; MAP – Monoamônio Fosfato; SS – Superfosfato Simples e ST – Superfosfato Triplo): A) massa seca total do capim-piatã (MST) (kg ha⁻¹) e B) acúmulo total de fósforo (folha + colmo) do capim-piatã (Atotal) (kg ha⁻¹). Rio Verde, GO. 2016.

As variáveis biomassa total (sorgo + capim) (BT) (kg ha⁻¹), produção de palhada (PPalha) (kg ha⁻¹) e o acúmulo de fósforo na palhada após a colheita das forrageiras (Acpalhada) (kg ha⁻¹) não variaram em função das fontes e das formas de P, nem da interação entre essas. O valor médio para biomassa total foi de 11,15 t ha⁻¹ e para produção de palhada foi de 10,80 t ha⁻¹.

A eficiência do uso de P pelo sorgo forrageiro (Efs) (kg kg^{-1} de P_2O_5) e a eficiência agrônômica das fontes de P para cultura do sorgo forrageiro (Efas) (%) não obtiveram variação significativa (Figura 7 A e B). Mas os maiores valores foram obtidos quando aplicou o SS e o ST, confirmando a maior produção de panícula do sorgo quando aplicado esses fertilizantes, principalmente a lanço.

A eficiência do uso de P pelo capim-piatã (Efc) (kg kg^{-1} de P_2O_5) (Figura 7 C) e a eficiência agrônômica das fontes de P para o capim-piatã (Efac) (%) (Figura 7 D) foram maiores quando aplicou ST independente da forma de aplicação, este tratamento foi significativamente maior que a Testemunha.



Letras minúsculas diferem as médias dos tratamentos das fontes de P (Teste Tukey 5% prob.). Letras maiúsculas diferem as médias dos tratamentos das formas de aplicação (Teste Tukey 5% prob.). ** Difere das médias do tratamento adicional (Testemunha) pelo teste de t Student a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Figura 6. Eficiência do uso de P (kg kg^{-1} de P_2O_5) e eficiência agrônômica das fontes de P (%) (com diferentes formas de aplicação (lanço e linha de plantio) e fontes de P (FR – Fosfato Reativo; MAP – Monoamônio Fosfato; SS – Superfosfato Simples e ST – Superfosfato Triplo): A) Eficiência do uso de P no sorgo forrageiro (Efs) (kg kg^{-1} de P_2O_5); B) Eficiência agrônômica do sorgo forrageiro (Efas) (%); C) Eficiência do uso de P no capim-piatã (Efc) (kg kg^{-1} de P_2O_5) e D) Eficiência agrônômica do capim-piatã (Efac) (%). Rio Verde, GO. 2016.

De maneira geral o efeito residual da adubação fosfatada proporcionou incrementos no crescimento e na produção de biomassa do sorgo forrageiro, principalmente para as fontes aciduladas de fósforo (SS e ST) aplicadas a lanço. Esta alta produção pode ser justificada pela alta disponibilidade de P no solo nesses Tratamentos (Figura 2 A). Os menores acúmulo de P no tecido das plantas adubadas com SS e ST pode ser atribuído ao efeito de diluição desse nutriente na planta, já que obtiveram as maiores produções de biomassa. A alta solubilidade destes adubos fosfatados é responsável pela liberação de íons fosfatos no solo de forma mais rápida resultando em ganhos imediatos na produtividade das culturas em relação aos FR (SCHOLEFIELD et al., 1999; RAMOS et al., 2009). Contudo, ao longo de diversos anos o efeito dos FR pode ser similar (RESENDE et al., 2006) ou até superior (BRAGA et al., 1991; SCHOLEFIELD et al., 1999) ao dos fosfatos solúveis, devido ao seu maior efeito residual.

Neste trabalho o MAP por possuir reatividade rápida disponibilizou fósforo e nitrogênio para a cultura o que pode ter favorecido maior produção de grãos e massa seca na safra anterior a safrinha. Já o SS e o ST não apresentaram os mesmos resultados, efeito que pode ser relacionado à baixa reatividade destes, uma vez que os fosfatos de cálcio têm reação mais lenta. Couto et al. (2015) avaliando fontes (superfosfato triplo, superfosfato simples, monoamônio fosfato e fosfato reativo Bayóvar) e modos de aplicação na safra da soja relatam, que o MAP proporcionou maior produção de grãos. Na safrinha a precipitação pluviométrica foi a baixo da média estimada para o período (Figura 1), isso pode ter favorecido a disponibilização do fósforo adsorvido na safra pela alta umidade e temperaturas. Barrow (1974) avaliando o efeito do tempo, temperatura e conteúdo de água no solo no decréscimo do P para o desenvolvimento das plantas, observou que as relações de adsorção e precipitação são aceleradas com aumento da temperatura e umidade do solo.

1.5 CONCLUSÕES

A aplicação com ST promoveu acréscimo na produção de massa seca do capim-piatã.

As fontes de fósforo SS e ST, ambas a lanço proporcionaram maior efeito residual e com isso maior produção de biomassa e crescimento do sorgo forrageiro. Desta

forma, são necessárias a replicação das pesquisas por um período de tempo prolongado para consolidação dos resultados.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROW, N.J. The slow reactions between soil and anions. I. Effectes of time, temperature and water content of soil on the decrease in effectiveness of phosphate for plant growth. **Soil Science**, Baltimore, 118: 380-86. 1974.

BENÍCIO, L.P.F.; OLIVEIRA, V.A.; SILVA, L.L.; ROSANOVA, C. & OLIVEIRA, S.L. Produção de *Panicum maximum* consorciado com sorgo sob diferentes fontes de fósforo. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 5, p. 55- 60, 2011.

BRAGA, N.R.; MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A.; RAIJ, B.van; FEITOSA, C.T. & HIROCE, R. Eficiência agronômica de nove fosfatos em quatro cultivos consecutivos de soja. **R. Bras. Ci. Solo**, 15:315-319, 1991.

CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F.; MARTINEZ, H.E.P.; NOVAIS, R.F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAEZ V, V.H.; BARROZ, N.F. de; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa-MG: SBCS, 2007. p.769-850.

COSTA, S.E.V.G.A.; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.; SILVA, T.O.; SILVA, T.R. Crescimento e nutrição da Braquiária em função de fontes de fósforo. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v.32, n.5, p.1419- 1427, 2008.

COUTO, R.L.; BARBOSA, K.P.; RODRIGUES, C.R.; CHAGAS, M.G.K.; MENEZES, C.C.E.; VANIN, A. Fontes e formas de aplicação de P em Latossolo Vermelho do Sudoeste Goiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35, 2015, Natal. **Anais...** Natal, 2015.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, Embrapa Solos, 2013. 353p.

FAQUIN, V. et al. Nutrição mineral em fósforo, cálcio e magnésio do Braquiarião em amostras de Latossolo dos Campos das Vertentes sob influência de calagem e fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1074-1082, 1997.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FRANDOLOSO, J.F.; LANA, M.C.; FONTANIVA, S.; CZYCZA, R.V. Eficiência de adubos fosfatados associados ao enxofre elementar na cultura do milho. **Revista Ceres**, v. 57, n. 5, p. 686-694, 2010.

GATIBONI, L.C. et al. Superphosphate and rock phosphates as Phosphorus sources for grass-clover pasture on a limed acid soil in Southern Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.34, n.17/18, p.2503-2514, 2003.

GOEDERT, W.J. & SOUSA, D.MG. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SEMINÁRIO DE FÓSFORO, CÁLCIO, ENXOFRE E MICRONUTRIENTES, SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS NA AGRICULTURA, 1986, São Paulo. **Anais...**São Paulo: MANAH, 1986. p. 21-53.

GUEDES, E.M.S.; FERNANDES, A.R.; LIMA, E.V.; GAMA, M.A.P.; SILVA, A.L.P. Fosfato natural de arad e calagem e o crescimento da *Brachiária brizantha* em Latossolo amarelo sob pastagem degradada na Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 52, p. 117-129, jul./dez. 2009.

IEIRI, A.Y.; LANA, R.M.Q.; KORNDORFER, G.H.; PEREIRA, H.S. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com brachiaria. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1154-1160, set./out., 2010.

KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde**: Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 388p.

KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I.P.; YOKOYAMA, L.P.; SILVA, A.E.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; COSTA, J.L.S.; SILVA, J.G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O.; MAGNABOSCO, C.U. **Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e feijão, 2000. (Circular Técnica, 38).

LIMA, S.O.; FIDELIS, R.R.; COSTA, S.J. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *brachiaria brizantha* cv. Marandú no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n.2, p. 100-105, 2007.

LUCENA, L.F.C.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA, I.F.; ANDRADE, A.P. Respostas do milho a diferentes níveis de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 334-337, 2000.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M; RODRIGUES, J.A.S. **Ecofisiologia**. In: Cultivo do Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2. Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/ecofisiologia.htm>. Acesso em 20 de janeiro de 2016.

MIRANDA, N.O.; GÓES, G.B.; ANDRADE NETO, R.A. & LIMA, A.S. Sorgo forrageiro em sucessão a adubos verdes na região de Mossoró, RN. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 202-206, 2011.

PASSOS, R.R.; FAQUIN, V.; CURI, N.; EVANGELISTA, A.R.; VILLA, M.R. Fontes de fósforo, calcário e gesso na produção de matéria seca e perfilhamento de duas gramíneas forrageiras em amostras de um latossolo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, p. 227-233, 1997.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2014. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>. Acesso em: 2015.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônômico, 2001. 284p.

RAMOS, S.J.; FAQUIN, V.; RODRIGUES, C.R.; SILVA, C.A. & BOLDRIN, P.F. Biomass production and phosphorus use of forage grasses fertilized with two phosphorus sources. **R. Bras. Ci. Solo**, 33:335-343, 2009.

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; ALVES, V.M.C.; MUNIZ, J.A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KIMPARA, D.I.; SANTOS, J.Z.L. & CARNEIRO, L.F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:453-466, 2006.

RIBAS, P.M. Cultivo do Sorgo. **Importância econômica**. In: Sistemas de Produção, 2. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/importancia.htm>. Acesso em 20 de janeiro de 2016.

SANTOS, D.R. dos; GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 576-586, 2008.

SANTOS, M.P.; CASTRO, Y.O.; MARQUES, R.C.; PEREIRA, D.R.M.; GODOY, M.M.; REGES, N.P.R. Importância da calagem, adubações tradicionais e alternativas na produção de plantas forrageiras: Revisão. **PUBVET**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2016.

SCHOLEFIELD, D.; SHOELDRICK, R.D.; MARTYN, T.M. & LAVENDER, R.H. A comparison of triple superphosphate and Gafsa ground rock phosphate fertilizers as P-sources for grass – clover swards on a poorly-drained acid clay soil. **Nutr. Cycl. Agroecosyst.**, 53:147-155, 1999.

SILVA, D.R.G.; COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; BERNARDES, T.F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 184-191, jan./mar. 2013.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.; VALÉRIO, J.; MACEDO, M; FERNANDES, C.; DIAS-FILHO, M. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: uma forrageira para diversificação de pastagens tropicais. **Seed News**, v.11, n.2, p.28-30, 2007.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AGRÁRIAS-AGRONOMIA**

**RESIDUAL DE FONTES DE FÓSFORO
APLICADAS À LANÇO E NA LINHA EM
FORRAGEIRAS NA SAFRINHA**

Autora: Kássia de Paula Barbosa
Orientador: Carlos Ribeiro Rodrigues

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 29 de fevereiro de 2016.

Dra. Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão
Avaliadora externa
COMIGO/RV

Prof. Dr. Rafael Marques Pereira Leal
Avaliador interno
IF Goiano – Câmpus Rio Verde

Prof. Dr. Gustavo Castoldi
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues
Presidente da banca
IF Goiano/RV