

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE

FONTES E FORMAS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA
SEGUNDA SAFRA

TÂMARA PONTES ABREU

Rio Verde - GO

2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE

AGRONOMIA

FONTES E FORMAS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA
SEGUNDA SAFRA

TÂMARA PONTES ABREU

Trabalho de Curso apresentado ao
Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde,
como requisito parcial para a obtenção do Grau
de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof Dr Carlos Ribeiro Rodrigues

Rio Verde - GO

Julho - 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Abreu, Tâmara
A162f Fontes e formas aplicação de fosfóro na segunda
safra / Tâmara Abreu; orientador Carlos Ribeiro
Rodrigues; co-orientadora Kassia de Paula Barbosa. --
Rio Verde, 2019.
30 p.

Monografia (Graduação em Agronomia) -- Instituto
Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. Sorghum bicolor cv. Chopper. 2. Brachiaria
brizantha cv. Piatã. 3. adubação fosfatada. I.
Ribeiro Rodrigues, Carlos, orient. II. de Paula
Barbosa, Kassia, co-orient. III. Título.

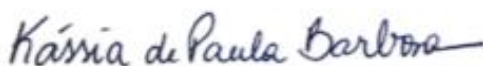
TÂMARA PONTES ABREU

**FONTES E FORMAS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO
NA SEGUNDA SAFRA**

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 02 de agosto de
2019, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:




DSc. Tatiana Michlovská Rodrigues



MSc. Kássia de Paula Barbosa

Co-orientadora – UEG – Santa Helena de Goiás.

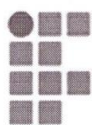


Prof DSc. Carlos Ribeiro Rodrigues

Orientador – IFGoiano – Rio Verde.

Rio Verde – GO

Julho – 2019



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- Tese Artigo Científico
 Dissertação Capítulo de Livro
 Monografia – Especialização Livro
 TCC - Graduação Trabalho Apresentado em Evento
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____

Nome Completo do Autor: Tâmara Pontes Abreu
Matrícula: 2014102200240069
Título do Trabalho: Fontes e formas de aplicação de fosforo na segunda safra
Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 07/08/2019

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local

Rio Verde, 07/08/2019.
Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO (TC)


ANO	SEMESTRE
2019	02


No dia 02 do mês de Agosto de 2019, às 09 horas e 00 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes Carlos Ribeiro Rodrigues, Kássia de Paula Barbosa e Tatiana Michlovská Rodrigues, para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado

FONTES E FORMAS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA SEGUNDA SAFRA

do(a) acadêmico(a) Tâmara Pontes Abreu,
Matricula nº 2014102200240069 do curso de
Agronomia do IF Goiano – Câmpus Rio Verde. Após
a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca
examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a)
acadêmico(a). Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que segue
datada e assinada pelos examinadores.

Rio Verde, 02 de agosto de 2019.


Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues
Orientador – IFGoiano – Rio Verde.


Ma. Kássia de Paula Barbosa
Co-orientadora


Dr. Tatiana Michlovská Rodrigues

Observação:

() O(a) acadêmico(a) não compareceu à defesa do TC.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ter me dado condições de chegar até aqui e aos meus pais Yara e Edison que são meus exemplos e as minhas irmãs Morgana e Giovana por ter me dado o apoio e base necessária nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Minha eterna gratidão a minha mãe Yara por sempre me apoiar, incentivar, direcionar e tornar todo esse sonho possível. Gratidão ao meu pai Edison a quem se foi deixando um exemplo de ser humano, pai, esposo, profissional, filho, cidadão, de quem eu sempre me lembro em me tornar uma pessoa melhor.

Gratidão a minha irmã Giovana por passar alguns anos comigo podendo compartilhar meus momentos e ter presença de família fazendo com que me sinta amparada e minha irmã Morgana por sempre estar de longe segurando a ‘barra’.

Ao meu orientador/pai Carlos por todos esses anos de convivência, pela orientação profissional e pessoal, por tanta viagem feita cuidando de experimentos, por me fazer sentir sua ‘filha’ juntamente com sua esposa e filhos. E que irei carregar para o resto da vida todo aprendizado e boas risadas que tivemos ao longo desses anos, e só Deus para retribuir os meus agradecimentos.

Gratidão ao LabQA e aos meus ‘irmãos’ que me fizeram sentir em casa tornando prazeroso todo o trabalho que tivemos principalmente a Kássia que conduziu este trabalho, Polyanna, Raphaell, Rosana, Gustavo, Pâmela, Lukia e Amanda.

Agradecimentos aos meus colegas de curso que compartilharam comigo cada jornada semestral com provas e trabalhos sempre me ajudando, sem eles seria mais difícil.

Por fim, meus sinceros agradecimentos ao IF Goiano – Campus Rio Verde, lugar que tornou-se minha segunda casa, onde passei momentos inesquecíveis, responsáveis pelo amadurecimento adquirido e onde me encontrei como profissional tendo a certeza que estava no lugar certo.

RESUMO

ABREU, Tâmara Pontes. **Fontes e formas de aplicação de fósforo na segunda safra**. 2019. 23p Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019.

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.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios da análise química do solo após a colheita da soja para: fósforo extraído pelo Mehlich 1 (P) (mg dm^{-3}), potássio (K) (mg dm^{-3}), cálcio (Ca) (cmolc dm^{-3}), magnésio (Mg) (cmolc dm^{-3}), potencial hidrogeniônico em CaCl_2 (pH), alumínio (Al) (cmolc dm^{-3}), hidrogênio + alumínio estimado pelo método SMP (H+Al) (cmolc 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 Mehlich 1 nas profundidades (0-5; 5-10; 10-20; 20-30 e 30-40 cm) após a colheita das forrageiras. 17

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

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	Miligramma
dm ⁻³	Decímetro cúbico
K	Potássio
Ca	Cálcio
cmolc	Centimol Carga
Mg	Magnésio
Al	Alumínio
H	Hidrogênio
B	Boro
g	Gramma

Mn	Manganês
Cu	Cobre
L	Litro
Mo	Molibidênio
m	Metro
®	Marca registrada
Zn	Zinco
N	Nitrogenio
K ₂ O	Óxido de potássio
%	Porcentagem
LabQA	Laboratório de Química Agrícola Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano
IFGoiano	
MST	Massa seca total
BT	Biomassa total (sorgo + capim)
Atotal	Acúmulo total de fósforo
Atotal	Acúmulo de fósforo total no capim-piatã Acúmulo de fósforo pela palhada após a colheita das forrageiras
Acpalhada	
MS	Massa seca
MStest	Massa seca da testemunha

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	5
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	1
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	7
5. CONCLUSÕES	11
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12

1. INTRODUÇÃO

Cerca de 70% dos solos brasileiros cultivados apresentam limitação em fertilidade e o P é o elemento, cuja ausência limita mais frequentemente a produção das culturas nos solos ácidos tropicais (SANTOS et al., 2002). A baixa disponibilidade de P nos solos brasileiros resulta em grande prejuízo à produção das plantas, redução no perfilhamento, atraso no desenvolvimento das gramíneas forrageiras, o que faz com que o pasto tenha uma cobertura deficiente, abrindo espaços para espécies invasoras (ROSSI; MONTEIRO, 1999).

O sorgo é uma planta de origem tropical com boa capacidade fotossintética, adaptada as mais variadas condições de fertilidade do solo, sendo mais tolerante do que o milho a altas temperaturas e déficit hídrico, razão pela qual é cultivado em ampla faixa de latitudes, mesmo em regiões com temperaturas elevadas, secas ou onde ocorrem veranicos (ANDRADE NETO et al., 2010)

O fósforo é o nutriente mais limitante a produtividade de biomassa em solos tropicais, por participar de divisões celulares, relacionar-se diretamente com o acúmulo de matéria seca, fotossíntese, formação de açúcares, amidos, energia (moléculas de ATP - trifosfato de adenosina) e influenciar na absorção e no metabolismo de vários outros nutrientes, especialmente do nitrogênio (NOVAIS e SMITH, 1999).

Vários são os fatores que determinam à eficiência da adubação fosfatada, dentre os quais, o tipo de solo e a fonte de P utilizada (COSTA et al., 2008). A demanda de P nas adubações depende da textura do solo, uma vez que o tamponamento, diretamente relacionado ao teor de argila, vai modular a fração de P que permanecerá disponível para a planta; assim, comparativamente com os solos arenosos, os solos argilosos requerem quantidades mais elevadas de fosfato para atender à demanda de uma dada cultura (SOUSA et al., 2004).

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). 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). Em que se objetivou o trabalho a avaliar o efeito residual de diferentes fontes de fósforo e suas formas de aplicação em cultivo consorciado de forrageiras na safrinha.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Como a maioria dos produtores de soja no Brasil faz uso do sistema de plantio direto, torna-se indispensável o cultivo de plantas de cobertura no período de entressafra para produção de palhada. Assim, por meio da escolha adequada dessas plantas, visando maior habilidade de absorção de P, pode-se aumentar a disponibilidade de P para as culturas sucessoras (OLIVEIRA et al., 2005; RAMOS et al., 2010). Isto ocorre, porque o P oriundo de fosfatos naturais e/ou presente em formas pouco disponíveis no solo, que na maioria dos casos estaria indisponível para grande parte das culturas produtoras de grãos, é convertido em formas orgânicas após ser absorvido, e poderá estar mais disponível para as lavouras em sucessão, após ocorrer a mineralização do P orgânico dos restos vegetais (SOUSA; LOBATO; REIN, 2004). Deste modo, diversos trabalhos (OLIVEIRA et al., 2005; FOLONI et al., 2008; RAMOS et al., 2010) têm destacado algumas espécies como promissoras, tanto em relação à absorção de P em condições de baixa disponibilidade.

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 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).

A baixa fertilidade natural dos solos é um fator limitante da produtividade e sustentabilidade da pecuária brasileira, assim como o manejo que também pode acentuar a deficiência de nutrientes (Benício et al., 2011). 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).

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 altas temperaturas 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 e 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).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido a campo no município de Rio Verde - GO, em um Latossolo Vermelho distrófico (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.

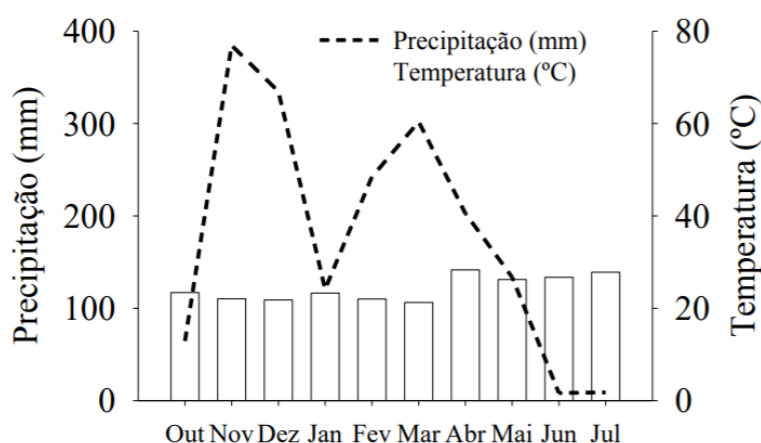


Figura 1. Precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) no período de outubro a dezembro de 2014 e janeiro a julho de 2015, em Rio Verde, GO.

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., 200; 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 1 (P) (mg dm^{-3}), potássio (K) (mg dm^{-3}), cálcio (Ca) (cmolc dm^{-3}), magnésio (Mg) (cmolc dm^{-3}), potencial hidrogeniônico em CaCl_2 (pH), alumínio (Al) (cmolc dm^{-3}), hidrogênio + alumínio estimado pelo método SMP (H+Al) (cmolc 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 (cmolc dm^{-3})	Mg (cmolc dm^{-3})	pH	Al (cmolc dm^{-3})	H+Al (cmolc 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
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 as coletas do sorgo e do capim-piatã. Foram coletadas aleatoriamente dez plantas de sorgo nas duas linhas centrais das parcelas. As mesmas foram 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 retirou-se 1 metro das linhas centrais das parcelas, foram 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.

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), adaptado de Novais & Smyth (1999).

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

em que,

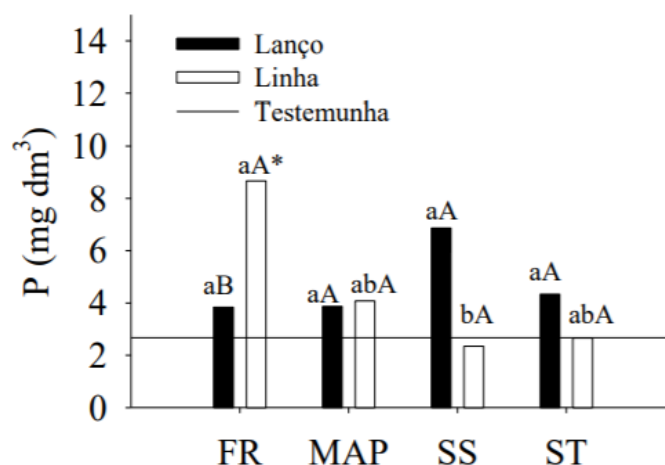
P - teor de fósforo obtido pela análise química de tecido vegetal, em g kg⁻¹;

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

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.

4. 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). Houve maior efeito residual de P com aplicação de FR na linha para profundidade de amostragem de 0-5 cm (Figura 2) 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 Mehlich 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.

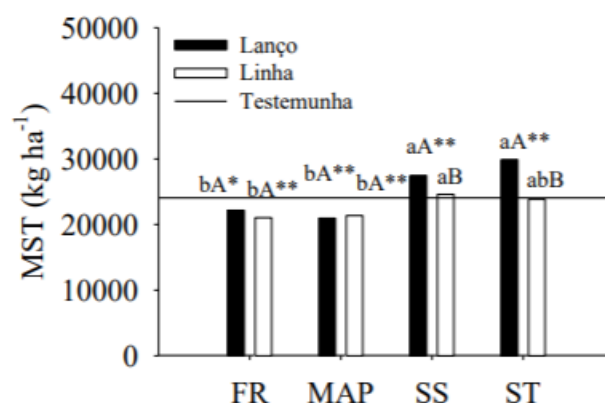
Profundidade (cm)	Bloco	Fonte de P (F)	Aplicação (A)	F*A	Adicional*Fatorial	Erro
0-5	11,45 ^{ns}	11,57 ^{ns}	0,66 ^{ns}	30,85*	12,99 ^{ns}	10,11
5-10	2,76 ^{ns}	1,24 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,70 ^{ns}	0,33 ^{ns}	2,30
10-20	2,22 ^{ns}	1,24 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,70 ^{ns}	0,36 ^{ns}	2,35
20-30	3,09 ^{ns}	1,24 ^{ns}	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, 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 dissolvença 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.

As plantas do sorgo adubadas com SS e ST a lanço apresentaram maior massa seca total (MST) (kg ha^{-1}) (Figura 3). 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 MST.

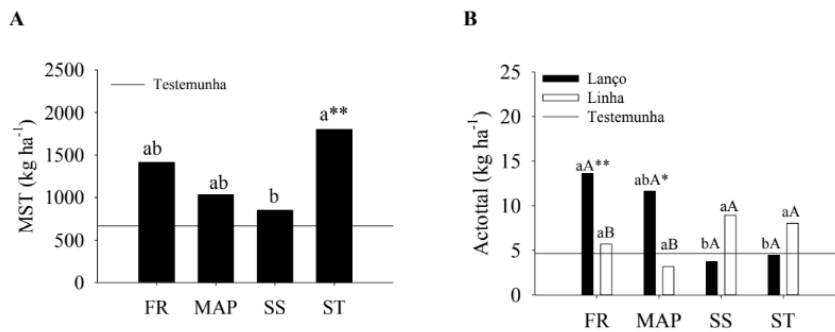
Sendo assim, a presença de cálcio na composição do ST e SS, e sua maior solubilidade, contribuiu para obtenção de maior produção de MST. A aplicação na linha se mostrou mais eficiente, uma vez que as raízes do sorgo forrageiro entraram em contato imediato com a fonte de P.



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 3. 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): massa seca total (MST) (kg ha⁻¹). Rio Verde, GO. 2016.

Somente a massa seca total (MST) (kg ha⁻¹) e o acúmulo total de fósforo (A_{total}) (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 4 A) A aplicação com FR a lanço proporcionou maior A_{total} do capim-piatã e este foi superior à Testemunha (Figura 4 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 4. 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 há⁻¹). Rio Verde, GO. 2016.

As variáveis biomassa total (sorgo + capim) (BT) (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

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). 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.

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 longo 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.

6. 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.

Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

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.

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.

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).

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

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.

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.