

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

AGRONOMIA

DOSES DE FÓSFORO EM SORGO GRANÍFERO EM CONDIÇÃO DE CAMPO NO SUDOESTE GOIANO

RITIANE SOUZA ALCÂNTARA

Rio Verde, Goiás

2020

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

AGRONOMIA

**DOSES DE FÓSFORO EM SORGO GRANÍFERO EM CONDIÇÃO DE
CAMPO NO SUDOESTE GOIANO**

RITIANE SOUZA ALCÂNTARA

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. José Milton Alves

Rio Verde – GO

Fevereiro 2020

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

AL347 Alcântara, Ritiane Souza
d Doses de fósforo em sorgo granífero em condições de
campo no Sudoeste Goiano / Ritiane Souza Alcântara;
orientador José Milton Alves. -- Rio Verde, 2020.
23 p.

TCC (Graduação em Agronomia) -- Instituto Federal
Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

1. P205. 2. Gramínea . 3. Cerrado. I. Alves, José
Milton , orient. II. Título.

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

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Ritiane Souza Alcântara

Matrícula: 2016102200240361

Título do Trabalho: Doses de fósforo em Sorgo ~~Granífero~~ em condições de campo no Sudoeste Goiano

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 28/07/2021

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 incluídos 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;
- cumprir 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.

Rio Verde, 28/07/2021.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais
Ritiane Souza Alcântara

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)
José Milton Alves

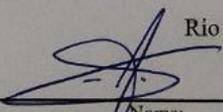
ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO (TC)

ANO	SEMESTRE
2020	1º

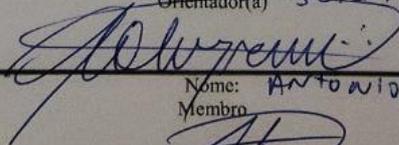
No dia 07 do mês de fevereiro de 2020, às 06 horas e 00 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes Dr. José Milton Alves, Adriano Perin e Antônio Carlos de Oliveira Junior, para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado Dieta de porcos em sange gramíneas em condições de campo no Sudeste goiano

do(a) acadêmico(a) Rutiane Souza Alcântara, Matrícula nº 2016102200240361 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.

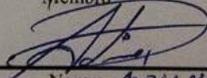
Rio Verde, 07 de fevereiro de 2020



Nome: JOSÉ MILTON ALVES
Orientador(a)



Nome: ANTÔNIO CARLOS DE OLIVEIRA JR.
Membro



Nome: ADRIANO PERIN
Membro

Observação:

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

RITIANE SOUZA ALCÂNTARA

**DOSES DE FÓSFORO EM SORGO GRANÍFERO EM CONDIÇÃO DE
CAMPO NO SUDOESTE GOIANO**

Trabalho de curso DEFENDIDO e APROVADO em 07 de fevereiro de 2020 pela banca
examinadora constituída pelos membros:

Prof. Dr. Adriano Perin
IF Goiano - Campus Rio Verde

Ms. Antônio Carlos de Oliveira Junior
Denusa- Destilaria Nova União S/A

Prof. Dr. José Milton Alves
IF Goiano – Campus Rio Verde

Rio Verde – GO
Fevereiro 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder este momento tão especial e importante da minha vida, pela família, amigos e por todas as pessoas que de alguma forma são responsáveis por eu estar aqui.

Aos meus pais Ana Rita e Gildésio e irmãos Gilmar e Marco Antônio que contribuíram moralmente e financeiramente para a conclusão desse trabalho e realização de um sonho, especialmente ao meu irmão Gilmar que acreditou e incentivou desde o início. Estendo meus agradecimentos ao meu namorado Jefferson Paulo que juntamente com minha família sempre esteve ao meu lado.

Ao meu professor, mentor, orientador e amigo José Milton que desde a primeira semana do 1º período me recebeu e me incentivou a ser melhor dentro da instituição, acreditou no meu potencial e depositou sua confiança em mim. Serei grata por cada conselho e ensinamento em todos esses anos.

Aos meus amigos que fiz na graduação, caminharam e permanecerão eternamente comigo, à Manoel Ricardo Bezerra, Érika Andrade, Victória Caroline, Daniel Gonçalves e especialmente à Madalena Arantes que sempre será meu motivo de gratidão à Deus.

As minhas amigas e amigos Maura Regina, Jéssica Mendes, Raiza Peres, Thays Mendonça, Humberto Pedro, Lorenna Aparecida e Emílio Neto.

Agradeço de forma muito carinhosa à minha psicóloga Thais Lemes de Oliveira, que me ajudou a concluir os obstáculos psicológicos que encontrei na graduação.

Aos professores Adriano Perin e Antônio Carlos de Oliveira Júnior, por aceitarem o convite de participar deste momento tão importante na minha formação acadêmica, contribuindo assim para meu aprendizado.

Ao Instituto Federal Goiano, por proporcionar um ensino de qualidade e oportunidades que foram muito bem aproveitadas por mim durante os anos de ensino.

Muito obrigada!

RESUMO

Alcântara, Ritiane Souza. **Doses de fósforo em sorgo granífero em condição de campo no Sudoeste Goiano**. Nº 23 Monografia (Curso de Agronomia). Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2020.

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma planta anual com produção de matéria seca mais elevada que o milho, especialmente em condições marginais de cultivo, como em solos de baixa fertilidade e locais onde a ocorrência de veranicos é frequente. O trabalho avaliou o efeito da aplicação de fósforo na cultura do sorgo granífero em condição de campo no Sudoeste Goiano. O experimento foi implantado no município de Jataí-GO na Fazenda Pântano, cuja Latitude é 17°59'15,87" S e Longitude 5°14'15,26" O. As análises de solo e foliares foram realizadas no Laboratório de Análise de tecido foliar e solo do Instituto Federal – Campus Rio Verde. Foi utilizado a cultivar de sorgo AG 1085. O experimento contemplou 5 tratamentos, sendo as doses 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ com 5 repetições, as aplicações foram feitas de forma manual, sendo que as doses foram previamente pesadas em balança analítica em laboratório. Os parâmetros observados foram área foliar, comprimento de caule, diâmetro de caule, eficiência de adubação, massa seca da parte aérea e teor de fósforo foliar. A área foliar apresentou efeito quadrático, sendo que o ponto máximo foi 114 kg ha⁻¹. O comprimento e diâmetro do caule apresentou efeito quadrático, sendo o ponto máximo de 106 kg ha⁻¹ e 77 kg ha⁻¹, respectivamente. Quanto a eficiência de adubação, a resposta foi quadrática com ponto de máximo de 84 kg ha⁻¹. A massa seca da parte aérea apresentou efeito linear, sendo que a maior média foi observada na dose de 160 kg ha⁻¹. O teor de fósforo foliar apresentou efeito quadrático, com ponto de máximo de 142 kg ha⁻¹. Conclui-se que a adição de doses de fósforo influenciou significativamente a maioria das variáveis avaliadas neste trabalho. A dose ideal recomendada para esse trabalho, levando em consideração o potencial produtivo e econômico, foi de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, houve leve decréscimo na maioria dos parâmetros observados na dose de 160 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: P₂O₅; Gramínea; Cerrado.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Mapa das regiões e de localização do município de Jataí-GO.....	10
FIGURA 2. Tabela de significância	12
FIGURA 3. Variação média da área foliar	13
FIGURA 4. Variação média do comprimento do caule	14
FIGURA 5. Variação média do diâmetro do caule	15
FIGURA 6. Variação média da eficiência de adubação	16
FIGURA 7. Variação média da massa seca da parte aérea	17
FIGURA 8. Variação média do teor de fósforo foliar	18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1 REVISÃO DE LITERATURA	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	10
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
3.1 Área foliar	12
3.2 Comprimento do caule	13
3.3 Diâmetro do caule	14
3.4 Eficiência de adubação	15
3.5 Massa seca da parte aérea	17
3.6 Teor de Fósforo foliar	18
4 CONCLUSÕES	18
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1. INTRODUÇÃO

O município de Jataí pertence ao estado de Goiás cujo o bioma predominante é Cerrado, e apresenta solos característicos por sua deficiência nutricional, destacando principalmente o fósforo. Essa baixa disponibilidade causa redução no perfilhamento, retardando o desenvolvimento das gramíneas forrageiras (ROSSI & MONTEIRO, 1999).

O Estado de Goiás é o maior produtor de sorgo no Brasil, com 41,8% da produção nacional da cultura no ano de 2019. No Estado, a estimativa da produção cresceu 0,6%, devendo a mesma ser superior a 1,0 milhão de toneladas de grãos. Em todo o país, a expectativa é de 2,5 milhões de toneladas. Já em relação ao ano anterior, a produção apresenta crescimento de 9,2%, embora a área plantada com esse cereal esteja com redução de 5,5%. Sendo que o granífero, dentre todas as cultivares, apresenta maior área plantada (IBGE, 2019). Em 2018, o município possuía uma área de 6 mil hectares plantados de sorgo, atingindo uma produção de 18.600 toneladas, (IBGE 2018).

O sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) é uma planta anual que apresenta um enorme potencial para a safrinha, pois apresenta características satisfatória como a tolerância a ao déficit hídrico devido suas características fisiológicas, como uma baixa necessidade de água, sistema radicular profundo e ramificado, capacidade de se recuperar rapidamente após um déficit hídrico, temperatura ótima para o desenvolvimento está entre 33°C e 34°C, entre outras. Segundo a FAO (2014), é o quinto cereal mais importante do mundo, com grande potencial de uso na alimentação animal, além de um nicho de mercado ainda pouco estudado no Brasil, que se refere ao sorgo na alimentação humana. Essa forrageira apresenta produção de matéria seca mais elevada que o milho, especialmente em condições marginais de cultivo, como em solos de baixa fertilidade e locais onde a ocorrência de veranicos é frequente (STONE et al., 1996).

O grão de sorgo possui alta liquidez no mercado, por possuir mesma qualidade nutricional do milho, menor porcentagem de microtoxinas no grão, e menor custo de produção. O consumo na forma de silagem de grão úmido tem despertado muito interesse nos dias atuais, pelo menor custo no armazenamento, melhor digestibilidade do grão e menores perdas qualitativas e quantitativas (EMBRAPA, 2014).

Quanto ao tanino, a presença dessa substância depende da constituição genética do material, os materiais com genes dominantes B₁ e B₂, são os genótipos que apresentam o tanino. A substância causa certa controvérsia, já que apresenta vantagens, como a resistência contra pássaros, porém é desvantajoso para a digestão de alguns animais. Portanto é necessário escolher o tipo e material genético de acordo com a finalidade do mesmo.

A cultura do sorgo granífero apresenta amplo potencial para uso nos cultivos de safrinha na região Centro-Oeste, onde é possível mecanizar todas as práticas culturais da lavoura. Essa cultura permite, ainda, maior amplitude da época de semeadura, possibilitando maior flexibilidade na implantação da cultura (PALE et al., 2003), ou seja, lavouras de milho semeadas após o dia 20 de fevereiro tendem a apresentar grande sensibilidade ao estresse hídrico, durante seu desenvolvimento e a cultura do sorgo vem como uma alternativa para plantios após a referida data (MOTA et al., 2016).

Apesar do grande potencial da cultura aliado as características peculiares do solo, e se conheça alguma coisa sobre a acumulação de nutrientes, a exigência nutricional, são poucos os trabalhos que demonstram os efeitos do fósforo no crescimento vegetal e em relação a resposta de adubação fosfatada no sorgo granífero, salientando que a dose ideal para a cultura ainda encontra divergência entre os pesquisadores.

Objetivou-se avaliar a resposta de diferentes doses de fósforo na cultura do sorgo granífero à campo no sudoeste goiano.

1 REVISÃO DE LITERATURA

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é um cereal originário da África, pertencente à família Poaceae, gênero *Sorghum*. É uma cultura que conseguiu se adaptar bem a algumas regiões brasileiras, tornando-se o quinto cereal de maior produção no mundo e o quarto no ranking de produção do país (FAO, 2014).

Essa forrageira apresenta produção de matéria seca mais elevada que o milho, especialmente em condições marginais de cultivo, como em locais onde a ocorrência de veranicos é frequente, e em solos de baixa fertilidade incluindo a deficiência de fósforo (STONE et al., 1996).

O fósforo é um dos macronutrientes essenciais menos absorvido pelas plantas. Em contrapartida, é o elemento mais utilizado no Brasil para a adubação de manutenção e correção de grandes culturas. Esta controvérsia se dá pela intensa interação que o fósforo apresenta com os solos altamente intemperizados (VILAR et al., 2010). Segundo NOVAIS et al. (2007), esses solos são característicos por apresentarem baixa fertilidade natural, necessitando de práticas corretivas para suprir a necessidade das culturas e que solos com diferentes características apresentam diferentes capacidades em adsorver o fósforo.

RODRIGO et al. (2014), estudando o desempenho agrônômico do sorgo em função da adubação fosfatada, aplicando quatro doses de P_2O_5 (30, 60, 90, e 120 kg ha⁻¹) concluiu que o

aumento da disponibilidade de fósforo no solo influenciou na altura de plantas, diâmetro da panícula, massa seca, massa de mil grãos e produtividade de grão, sendo que a dose recomendada para a máxima eficiência econômica e ambiental foi de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Ao avaliar as doses de P₂O₅ (0; 30; 60; 90; 120 e 150 kg ha⁻¹) em feijão Carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) precoce ZUCARELI et al. (2011), observou que a produtividade de sementes, cultivado no período das águas, aumentou linearmente em função do acréscimo das doses.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde e na Fazenda Pântano, localizada no município de Jataí – GO, cuja Latitude é 17°59'15,87" S e Longitude 5°14'15,26" O.

O Município pertence à Mesorregião 05 – Sul Goiano, a mais rica de Goiás, e à Microrregião Sudoeste Goiano. A área do Município, com 7 174, 225 km², representa 2% de superfície do Estado de Goiás (IBGE, 2017), (Figura 1).



Figura 1 – Mapa das regiões e de localização do município de Jataí - GO.

O clima da região é o tropical, caracterizado por duas estações bem definidas, a exemplo do que ocorre em todo o Estado de Goiás.

O período úmido, compreendido entre outubro e abril, com índices pluviométricos mais elevados ocorrendo entre dezembro e março, com índice pluviométrica variando de 117 mm à

275 mm. O período seco, compreendido entre maio e setembro, em que a precipitação varia de 50 mm à 63 mm.

O preparo do solo foi feito através de gradagem e a correção do solo de acordo com o resultado da análise de solo e critérios de recomendação segundo Sousa e Lobato (2004).

O material utilizado foi sorgo granífero AG 1085, de ciclo precoce, altura variando de 1,3 a 1,4 m, com excelente qualidade de colmo. Aplicou-se 5 (cinco) diferentes doses com 5 (cinco) repetições de adubação com P_2O_5 como fonte de fósforo, usando um delineamento em blocos ao acaso, inteirando 25 unidades experimentais. As parcelas experimentais foram formadas por um retângulo de 4x3 metros, com distância entre parcelas de 3 metros e de 3 metros entre blocos. O espaçamento utilizado foi de 0,5 m entre linhas, com 8 plantas por metro, para obter uma população de 160 mil plantas por hectare.

As doses de fósforo aplicadas foram: controle (sem aplicação), 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de P_2O_5 , usando como fonte o superfosfato triplo (41% de P_2O_5). As doses para cada parcela foram previamente corrigidas para uma área de 12 m² e pesadas em balança de precisão. As aplicações foram feitas manualmente no sulco de plantio.

Foram avaliadas as variáveis: área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MPA), comprimento do caule (CC), diâmetro caulinar (DC) e eficiência de adubação (EF) e teor de fósforo foliar (PF).

A produtividade de grãos seria obtida com a colheita manual das quatro linhas centrais excluindo-se a bordadura (0,5 m de cada lado da parcela). No entanto, não houve possibilidade em avaliar este parâmetro, pois as plantas não chegaram a produzir grãos. Esse problema pode ter sido causado por ataque de fungo que inviabilizou a produção de sementes.

Não havendo valores de produtividade, foi utilizado o cálculo de eficiência de adubação que procura uma relação entre a adubação aplicada e o aproveitamento pela planta, supondo assim conseqüentemente uma maior produtividade para as plantas que apresentam maior eficiência de adubação.

$$IEA \text{ (Índice de eficiência agronômica) (\%)} = \frac{\text{Produtividade com P} - \text{Produtividade sem P}}{\text{Produtividade com P}} \times 100$$

Posteriormente, divide-se a dose de acúmulo pela dose aplicada na parcela, obtendo-se assim a eficiência da adubação.

A MPA foi mensurada através da coleta de 5 folhas a partir da bainha de cada parcela aos 60 dias após a emergência (por ocasião do florescimento pleno), secagem em estufa à 65°C por 72 horas e pesagem em balança de laboratório. Os dados foram anotados e avaliados.

O cálculo da área foliar foi realizado segundo a metodologia proposta por MALDANER et al. (2009), cuja fórmula é: $AF = 0,1328 \times C^{2,5569}$, em que: C = comprimento da nervura central de cada folha da planta, sendo que o somatório final das áreas por folha fornecerá o valor da área foliar da planta. A dimensão do caule foi medida com ajuda de uma régua milimétrica do colo da planta até a inserção da primeira folha. O diâmetro do caule foi medido com ajuda de um paquímetro na região do colo da planta (0,05 m) do solo, realizando três repetições por parcela.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados foram processados e avaliados utilizando o programa de Análise estatística SISVAR, as diferentes doses foram avaliadas através de regressão. Os resultados obtidos são expressos na tabela de significância abaixo:

	Desdobramentos	AF	CC	DC	EF	MA	TF
		cm ²	cm	cm	%	g	g kg ⁻¹
Fósforo	P	0,0132*	0,0023**	0,0032**	0,0001**	0,0016**	0,0002**
	Regressão (V%)	Quadrat*	Quadrat**	Quadrat**	Quadrat**	Linear*	Quadrat*
	CV (%)	23,84	13,10	17,66	44,92	37,62	13,30

ns: não significativo; *: Significativo ($P \leq 5,0$); **: Significativo ($P \leq 1,0$). Quadrat: Quadrática.

Tabela 1- Efeito de doses de fósforo em sorgo granífero em condições de campo no sudoeste goiano. AF: Área foliar; CC: Comprimento do caule; DC: Diâmetro do caule; EF: Eficiência de adubação; MA: Massa da parte área; TF: Teor foliar.

3.1 Área foliar (AF)

As diferentes doses aplicadas interferiram significativamente na área foliar apresentando efeito quadrático, com ponto máximo de 114 kg ha⁻¹. Resultado semelhante foi obtido para a área foliar por CRUZ et al, (2015), (Figura 2).

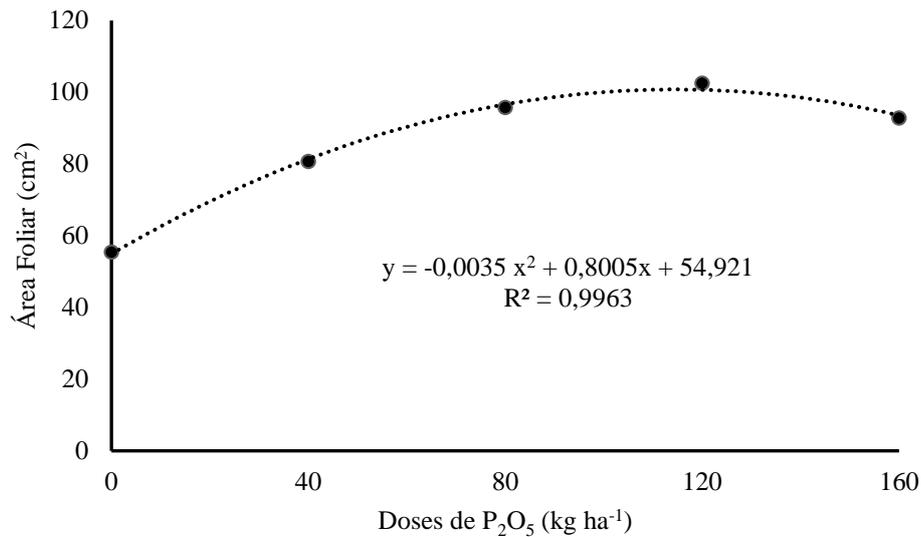


Figura 2- Efeito de doses de (P₂O₅) na área foliar (cm²) na cultura do sorgo granífero cultivado em condições de campo no Sudoeste Goianos. Média de 3 observações. CV%= 5,0.

Segundo TAIZ & ZEIGER (2004) o fósforo aumenta a eficiência do nitrogênio absorvido o qual se une às cadeias carbonadas, incrementando, assim, a formação de novos tecidos, conseqüentemente, elevando o índice de área foliar. O que pode explicar o incremento positivo com o aumento das doses de fósforo.

CRUZ et al, (2009) estudando adubação de fósforo na cultura do sorgo, testando as doses 0, 25, 50 e 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅, observaram decréscimo nas médias da área foliar, sendo que a maior média observada foi na dose de 75 kg ha⁻¹, diferindo do resultado encontrado neste trabalho.

3.2 Comprimento do caule (CC)

A aplicação das doses de fósforo influenciaram de forma quadrática o comprimento do caule das plantas de sorgo, apresentando ponto máximo de 106 kg ha⁻¹ (Figura 3).

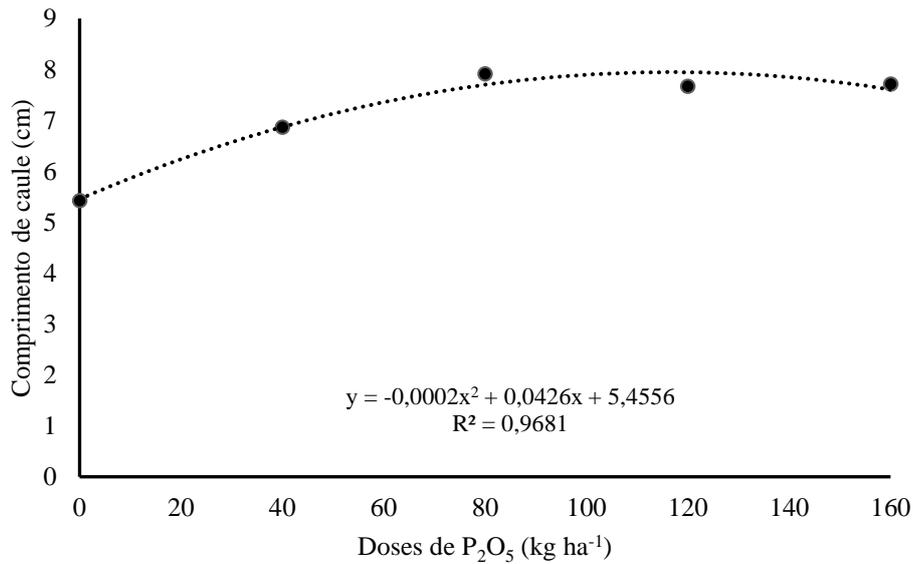


Figura 3- Efeito de doses de (P₂O₅) no comprimento do caule (cm²) na cultura do sorgo granífero cultivado em condições de campo no Sudoeste Goianos. Média de 3 observações. CV%= 5,0.

Santos et al. (2002), afirmam que o fósforo desempenha papel importante no crescimento de gramíneas, pois é componente integrante de compostos importantes das células vegetais, incluindo intermediários da respiração e fotossíntese, bem como nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas (TAIZ e ZEIGER, 2004). Em seus estudos, Rosolem et al. (1995) demonstraram que, em solos pobres em P, fatores relativos ao solo são mais limitantes ao crescimento da planta que as características da planta.

Fernandes et al. (2007), ao avaliar as doses 0, 150, 300 e 450 mg dm⁻³ de fósforo aliado a doses de Zn, observaram aumento no acúmulo de Zinco, e atribuíram este resultado ao maior crescimento das plantas.

3.3 Diâmetro do caule (DC)

A aplicação das doses de fósforo influenciou de forma quadrática o diâmetro do caule das plantas de sorgo, apresentando um ponto máximo de 77 kg ha⁻¹ (Figura 4).

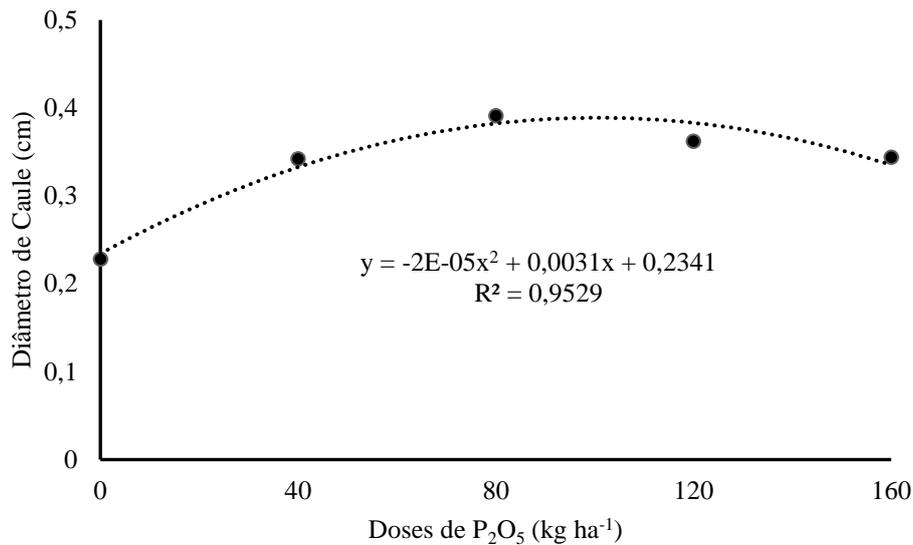


Figura 4- Efeito de doses de (P_2O_5) no diâmetro do caule (cm^2) na cultura do sorgo granífero cultivado em condições de campo no Sudoeste Goianos. Média de 3 observações. CV%= 5,0.

Cessa et al. (2011), ao avaliar cinco doses de Fósforo sendo 0, 160, 280, 420 e 560 $mg\ dm^{-3}$, observou efeito destas para diâmetro do caule. O diâmetro máximo de colmo foi de 3,65 mm, aproximando-se do resultado observado neste trabalho, no entanto, com doses superiores.

Pereira et al, (2014), avaliando as doses 30, 60, 90 e 120 $kg\ de\ P_2O_5$ para a cultura do sorgo observou efeito quadrático sobre o diâmetro do colmo, variando de 13,83 mm (Testemunha) a 19,03 mm para dose de 120 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 , sendo que a dose estimada para a obtenção do máximo diâmetro do colmo foi de 96,03 $kg\ ha^{-1}$.

3.4 Eficiência de adubação (EF)

A aplicação das doses de fósforo influenciou de forma quadrática a eficiência de adubação das plantas de sorgo. A maior média observada foi de 5,46% , obtida na dose de 40 $kg\ ha^{-1}$, o que pode indicar uma maior eficiência de adubação desta cultivar, apresentando um ponto máximo de 84 $kg\ ha^{-1}$ (Figura 5).

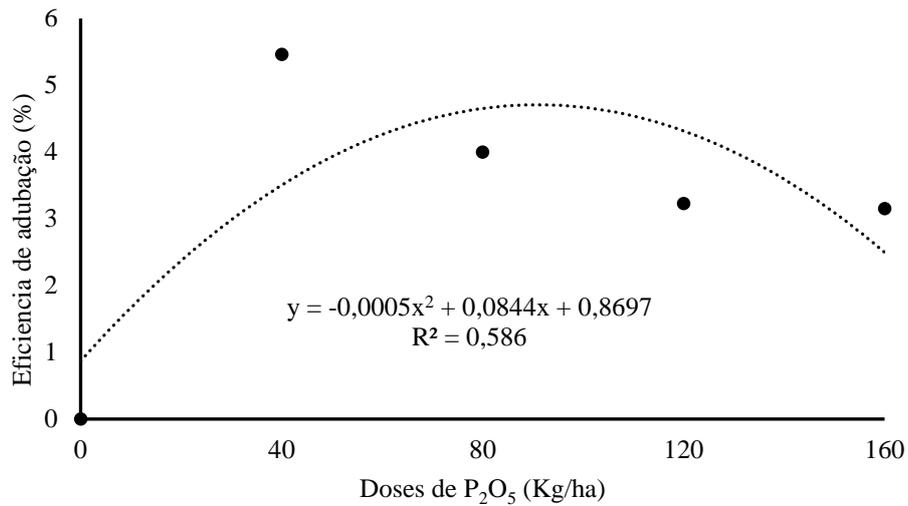


Figura 5- Efeito de doses de (P₂O₅) na Eficiência de adubação na cultura do sorgo granífero cultivado em condições de campo no Sudoeste Goiano. Média de 3 observações. CV%= 5,0.

O sorgo granífero absorve 78 kg de fósforo por hectare, e aproximadamente 17% desta quantidade é exportada pelos grãos (MALAVOLTA & LOURENÇO, 1976). Estes números se revestem de maior importância quando se considera que, segundo Tucker & Bennett (1968), a planta de sorgo normalmente se utiliza de 15 a 25% do fósforo aplicado como adubo nas condições dos Estados Unidos.

Diferente do resultado encontrado no trabalho, Gill et al. (1992), observaram no milho que, à medida em que houve elevação na concentração de P no meio, houve aumento no acúmulo de P na parte aérea das plantas.

Nakagawa et al. (2003), afirmam que o aumento nos teores de nutrientes, na parte aérea das plantas com adubação fosfatada, deve ser reflexo do maior desenvolvimento das plantas, proporcionado pela adição de fósforo em solo com baixo teor do elemento, favorecendo a absorção e o acúmulo dos mesmos.

Barreto & Fernandes (2002), ao avaliarem a produtividade e absorção de fósforo por plantas de milho em função de doses e modos de aplicação de fósforo, concluíram que a produtividade foi influenciada principalmente pela maior absorção de P e não pela maior eficiência de utilização do P foliar.

3.5 Massa seca da parte aérea (MA)

As doses de fósforo aplicadas ao solo influenciaram significativamente e de forma linear a massa seca da parte aérea. A maior média observada foi de 11,6 g, obtida na dose de 160 kg ha⁻¹, (Figura 6). Incremento na produção de biomassa aérea de sorgo com o aumento da adubação fosfatada também foi encontrado por outros autores (MAW et al., 2016; AMEEN et al., 2017).

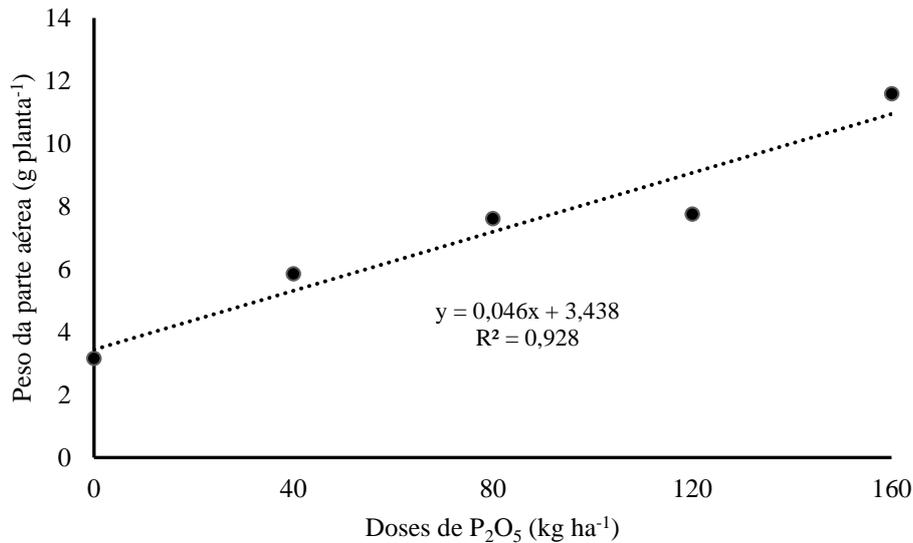


Figura 6- Efeito de doses de (P₂O₅) na massa seca da parte aérea (g planta⁻¹) na cultura do sorgo granífero cultivado em condições de campo no Sudoeste Goianos. Média de 3 observações. CV%= 5,0.

Alguns autores trabalhando a variável matéria seca em diferentes tipos de solos, com aplicação de fósforo, também observaram efeitos significativos, como Fernandes et al. (2000), com aroeirinha, paineira e jambolão, Severino et al. (2006), com mamoneira; Almeida Junior et al. (2009), com mamoneira; Moura Neto et al. (2007), com pinhão manso, Corrêa et al. (2004), com soja.

Cessa et al. (2012), Avaliando a interação de Silício e Fósforo, observou efeito isolado de P para matéria seca da parte aérea. Aplicando as doses 0, 160, 280, 420 e 560 mg dm⁻³, observou a máxima produção de matéria seca de 3,41 g vaso⁻¹, alcançada com a dose de 298,94 mg dm⁻³ de P diferindo do resultado encontrado neste trabalho.

Cruz et al. (2009), avaliando as doses de 0, 25, 50 e 75 kg ha⁻¹ de fósforo em cultivares de sorgo, observou incremento superior à 30 % na matéria seca foliar para a maior dose. As análises de regressão mostraram um efeito linear para as doses de P utilizadas sobre o acúmulo de matéria seca dos híbridos de sorgo estudados, obtendo-se as maiores médias quando aplicado 75 kg ha⁻¹ de P. Diferindo do trabalho que apresentou maior média na dose de 160 kg ha⁻¹.

3.6 Teor de Fósforo foliar (TF)

A aplicação das doses de fósforo influenciou de forma quadrática o teor de fósforo, apresentando um ponto máximo de 142 kg ha⁻¹, (Figura 7).

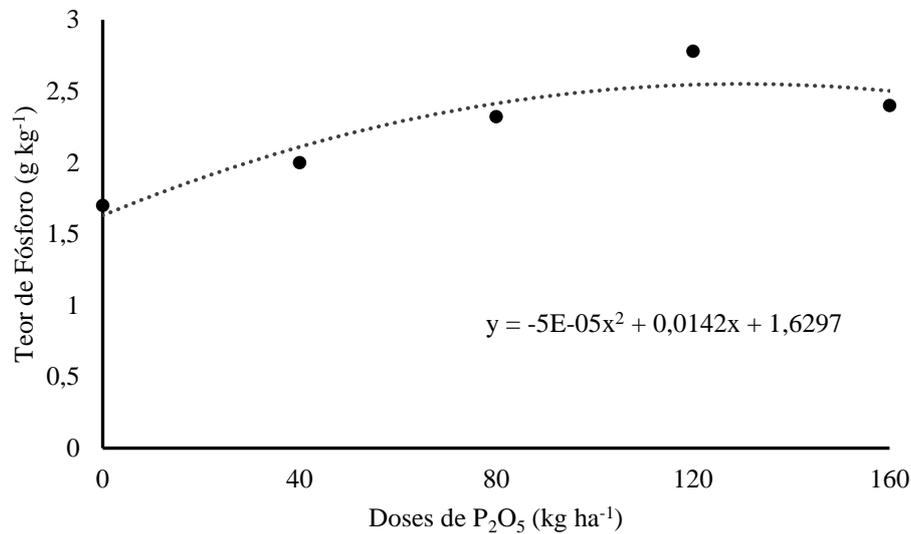


Figura 7- Efeito de doses de (P₂O₅) no teor de fósforo foliar (cm²) na cultura do sorgo granífero cultivado em condições de campo no Sudoeste Goianos. Média de 3 observações. CV%= 5,0.

Testando as doses 0, 30, 60, 60 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, Pereira et al. (2014), observou que as doses de P₂O₅ aplicadas no solo se ajustaram ao modelo linear de modo que o maior teor de P na folha foi obtido na dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com médias variando de 1,91 à 3,05 g kg⁻¹, aproximando dos valores observado neste trabalho. O nível crítico de P na folha diagnosticada do sorgo para este experimento é 2,00 g kg⁻¹. Fonseca et al. (2008), avaliando o mesmo cultivar em solução nutritiva apresentaram teor de fósforo foliar da ordem de 4,0 g kg⁻¹.

4 CONCLUSÕES

A adição de doses de fósforo influenciou significativamente a maioria das variáveis avaliadas neste trabalho.

A dose ideal recomendada para o melhor desempenho do sorgo granífero cultivar AG 1085, foi de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, pois as doses encontradas para as variáveis avaliadas se aproximam ou são superiores a esse valor.

A dose de 160 Kg ha⁻¹ apresentou decréscimo em todos os parâmetros, exceto na massa seca da parte aérea

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA JUNIOR, A. B. et al. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da mamoneira. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 01, p. 217-221, 2009.

AMEEN, A.; YANG, X.; CHEN, F.; TANG, C.; DU, F.; FAHAD, S.; XIE, G. H. Biomass yield and nutrient up take of energy sorghum in response to nitrogen fertilizer rate on marginal land in a semi-arid region. **Bioenergy Research**, v. 10, n. 2, p. 363-376, 2017.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Produtividade e absorção de fósforo por plantas de milho em função de doses e modos de aplicação de adubo fosfatado em solo de tabuleiro costeiro. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 151-156, Mar. 2002.

BOGULAWSKI, E. VON; ATANASIU, N.; SHAA BAN, K. Requirement removal and up take of nutrients, and yield of sorghum in a temperate climate. **Z. Acker -U. Pfl Barru.** 122: 251-66, 1975.

BOX, J. Soil Management-fertility. Em: Grain sorghum research in Texas. Consolitated PR-2938-2949, **Texas A &M University**, p.112-115, 1970.

BÜLL, L.T.; FORLI, F.; TECCHIO, M.A.; CORRÊA, J.C. Relação entre fósforo extraído por resina e resposta da cultura do alho vernalizado à adubação fosfatada em cinco solos com e sem adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.459-470, 1998.

CAMPBELL, A.R.; PICKET, R.C., 1968, Effect of nitrogen fertilization on protein quality and quantity and certain other characteristics of 19 strains of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *CropSci.* 8(5): 545-547.

CESSA, R. M. A. et al. Absorção de fósforo e crescimento do sorgo em função da aplicação de silício e fósforo em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Revista de Ciências Agrárias**, 2011.

CORRÊA, J.L.; MAUAD, M. & ROSELEM, C.A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesq. Agropec. Bras.**, 39:1231-1237, 2004.

DOVALE, J.C.; MAIA, C.; FRITSCHÉ-NETO, R.; MIRANDA, G.V.; CAVATTE, P.C. Genetic responses of traits relationship to componentes of nitrogen and phosphorus use efficiency in maize. *Acta. Scientiarum.* **Agronomy**, v.35, p.31-38, 2013.

EMBRAPA, Milho e Sorgo. Sorgo granífero: Entendasuasafriinha com segurança. **SeteLagoas**, 2014.

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**. Rome, 2014.

FERNANDES, L.A.; FURTINI NETO, A.N.; FONSECA, F.C.; VALE F. R. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.35, n.6, p.1191-1198, jun. 2000.

FRANCHINI, J.C.; GONZALEZ-VILA, F.J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Rapid transformations of plant water soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisol. **Plant and Soil**, v.231, p.55-63, 2001.

FRANCO, A. A. N. Marcha de absorção, e acúmulo de nutrientes na cultura do sorgo. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado) - **Universidade Estadual de Montes Claros**, Montes Claros, 2011.

GILL, M. A.; SALIM, R. M.; ZIA, M. S. Maize growth and up take of phosphate and copper at different ambient phosphate concentrations. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 8, n. 4, p. 631-636, 1992.

HAO, B.; XUE, Q.; BEAN, B. W.; ROONEY, W. L.; BECKER, J. D. Biomass production, water and nitrogen use efficiency in photoperiod-sensitive sorghum in the Texas High Plains. **Biomass and Bioenergy**, v. 62, p. 108- 116, 2014.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Julho, 2019.

JACQUINOT, L., 1964. Contribution to the study of the mineral nutrition of sorghum congossane (*Sorghum vulgare*, var. Guineense). **Agron. Trop.**, Paris, 19(8-9): 669-722.

KAMINSKI, J.; MOTERLE, D. F.; RHEINHEIMER, D. S.; GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G. Potassium availability in a hapludalf soil under longterm fertilization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 783- 791, 2010.

LANE, H.C.; WALKER, H.J. Mineral accumulation and distribution in grain sorghum, MP - 533, **Texas Agric. Exp. Sta.**, 9p, 1961.

LEITE, M.L.M.V. Crescimento vegetativo de sorgo Sudão (*Sorghum sudanense* (piper) stapf), em função da disponibilidade de água no solo e fontes de fósforo. Dissertação (mestrado em zootecnia), UFPB/CCA, Areia 2006.

MALAVOLTA, E.; LOURENÇO, S. Estudos sobre a nutrição mineral do sorgo granífero (*Sorghum bicolor*(L.) Moench.). I. Nota sobre o efeito das carências de macronutrientes no crescimento, e produção e composição mineral. **XI Reunião Brasileira de Milho e Sorgo**. Anais, Paterniani, E. (ed.) Piracicaba, p.691-700, 1978.

MALAVOLTA, E. Manual de Química Agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo. **Ed. Agronômicas Ceres**, São Paulo, 528p, 1976.

MAW, M. J.; HOUX III, J. H.; FRITSCHI, F. B. Sweet sorghum ethanol yield component response to nitrogen fertilization. **Industrial Crops and Products**, v. 84, p. 43- 49, 2016.

MOTA, José Hortêncio. et al. Avaliação de cultivares de sorgo granífero na safrinha em Jataí, GO. Universidade Federal de Goiás- Jataí. **Revista de agricultura**, v.91, n.3, p. 240 - 248, 2016

MOURA NETO, A.; SILVA, J.T.A.; SILVA, I.P.; COSTA, E.L. Efeito da aplicação de diferentes doses de fósforo no Pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L). In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31, Gramado - RS. Anais... Gramado-RS: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; BICUDO, S. J. Adubação nitrogenada, fosfatada e potássica em aveia preta. **Cultura Agronômica, Ilha solteira**, v. 12, n. 1, p. 125-141, 2003.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. & NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. p.471-550, 2007. OLIVEIRA, Gabriela Almeida et al. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 872-882, Dec. 2011.

OLIVEIRA, T.C. DE; SILVA, J.; SALGADO, F.H.M.; SOUSA, S.A.; FIDELIS, R.R. Eficiência e resposta à aplicação de fósforo em feijão comum em solos de cerrado. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, p.16-24, 2012.

ROCHA, M.C. da; MIRANDA, G.V.; VASCONCELOS, M.J.V.; MAGALHÃES, P.C.; CARVALHO JÚNIOR, G.A. de; SILVA, L.A.; Soares, M.O.; Cantão, F.R.O.; Rodrigues, F.; Schaffert, R.E. Caracterização da morfologia radicular de genótipos contrastantes de sorgo em baixos e altos níveis de fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, p.65-78, 2010.

RODRIGO, G. P. et al. Desempenho agrônômico do sorgo granífero adubado com nitrogênio e fósforo no semiárido do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, vol. 27, núm. 2, pp. 24-36 abril-junho, 2014.

ROSOLEM, C.A.; ASSIS, J.S.; SANTIAGO, A.D. Root growth and mineral nutrition of corn hybrids as affected by phosphorus and lime. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.25, p.2491-2499, 1994.

ROSOLEM, C.A.; BICUDO, S.J.; MARUBAYASHI, O.M. Soy bean yield and root growth as affected by lime rate and quality. In: DATE, R.A. (Ed.). Plant-soil interaction at low pH: principles and management. **Dordrecht: Kluwer**, p.543-547, 1995.

ROSOLEM, C.A.; MARCELLO, C.S. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. **Scientia Agrícola**, v.55, p.448-455, 1998.

ROSSI, C.; MONTEIRO, F. A. Doses de fósforo, épocas de coleta e o crescimento e diagnose nutricional nos capins braquiária e colonião. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1101-1110, 1999.

ROY, R.N.; WRIGHT, B.C. Sorghum growth and nutrient uptake in relation of soil fertility. II - N, P e K uptake pattern by various plant parts. **Agron. J.** 66(1): 5-10, 1974.

RIBEIRO, A. S. Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes no sorgo cultivado no norte de Minas Gerais. 2010. 45 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) - **Universidade Estadual de Montes Claros**, Janaúba, 2010.

SANTOS, H.Q.; FONSECA, D.M.; CANTARUTTI, R.B.; ALVAREZ, V.H. E NASCIMENTO JUNIOR, D. Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes idades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26, 1: 173-182, 2002.

SANTOS, F. C.; RESENDE, A. V.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; MAY, A.; CRUZ, S. C. B.; GRAVINA, G. de A.; PARRELLA, R. A. C. Resposta do sorgo sacarino à adubação NPK

em Latossolo de cerrado da região central de Minas Gerais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 35 p, 2015.

SCHLINDWEIN, J. A.; GIANELLO, C. Calibração de métodos de determinação de fósforo em solos cultivados sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 2037-2049, 2008.

SEVERINO, L. S. et al. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 04, p. 563-568, 2006.

STONE, L. R. et al. Response of corn grain sorghum and sunflower to irrigation in the High Plains of Kansas. **Agriculture Water Management**, Amsterdam, v. 30, n. 3, p. 251-259, 1996.

TAIZ, L. E ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. **Artmed**, Porto Alegre, 719 p, 2004.

TRINDADE, R.S. et al. Leaf area of common bean genoty pesdurin gearly podfilling as related to plant adaptation to limited phosphorus supply. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.1, p.115-124, 2010

TUCKER, B.B.; BENNETT, W. F, 1968. Fertilizer use on grain sorghum. Em: Dinauer, R.C. (ed.). **Changing Patterns infertilizer use, Madison, Soil Sci. Soc. Amer**, 1968.

VANDERLIP, R.L. How Sorghum plant develops. Contribution nº 1203, **Kansas Agr. Exp. Sta.**, Manattan, 19p, 1972.

VILAR, C. C. Interação entre atributos físicos, químicos e mineralógicos com a capacidade máxima de adsorção de fósforo e chumbo de amostras do horizonte A e B de Latossolos do Estado do Paraná tratadas com calcário e fosfato. **(Dissertação Mestrado)- Universidade Estadual de Maringá**, Maringá, p. 142, 2010.

VILLACHICA, H. Respuesta Del sorgho al encalado y fertilizacion. I - Rendimiento de matéria seca y concentracion foliar de N, P y K, 1973.

WHALEN, J.K.; CHANG, C. Phosphorus sorption capacities of calcareous soils receiving cattle manure applications for 25 years. **Communications in Soil Science andPlantAnalysis**, v.33, v.1011-1026, 2002.

ZUCARELI, Claudemir et al . Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão Carioca Precoce cultivado no período das águas. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza , v. 42, n. 1, p. 32-38, Mar. 2011 .