

**CRESCIMENTO DE SORGO FORRAGEIRO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO
FOSFATADA ORGÂNICA E MINERAL EM ARGISSOLO VERMELHO
DISTRÓFICO TÍPICO**

Antonio Nolla¹, Caio Munhoz Tormena¹, Thaynara Garcez da Silva¹, Adriely Vechiato Bordin¹, Pedro Henrique da Silva¹, João Henrique Castaldo¹

¹ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: anolla@uem.br; munhozc@gmail.com; thaynaragarceztg@gmail.com, adrielyvechiato@hotmail.com; phsilva@hotmail.com; jhcastaldo@bol.com.br

Resumo: A adubação fosfatada é necessária para disponibilizar energia necessária para o desenvolvimento das plantas anuais, como o sorgo forrageiro. No entanto, é necessário identificar o adubo, orgânico ou mineral que é capaz de proporcionar o melhor desenvolvimento em solo de textura arenosa. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento de sorgo forrageiro submetido a tipos de adubos fosfatados em um Latossolo Vermelho distrófico típico. Para tal, utilizou-se vasos de PVC (30cm de altura x 15cm de diâmetro), preenchidos por um Latossolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa. Os tratamentos consistiram da aplicação de superfosfato simples, superfosfato triplo, fosfato monoamônio, cama de frango, torta de filtro, além de um tratamento com aplicação exclusiva de calcário e outro sem uso de adubação. Cultivou-se, nos vasos, sorgo forrageiro Brasmax por 65 dias. As plantas foram colhidas e foi avaliada a altura, diâmetro do caule, matéria fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular. Os resultados foram submetidos à análise de variância e testados por Tukey a 5% de probabilidade de erro. O uso de adubos fosfatados aumentou o desenvolvimento do sorgo. Destacou-se o superfosfato simples e superfosfato triplo, que foram mais eficientes que os adubos orgânicos no acúmulo de matéria seca e fresca do sorgo.

Palavra-chave: superfosfato simples, superfosfato triplo, fertilizante orgânico, forragem, solo arenoso

**FORRAGE SORGHUM GROWTH SUBMITTED TO ORGANIC AND
MINERAL PHOSPHATE FERTILIZATION IN A SANDY ARGISOL**

Abstract: Phosphate fertilization is necessary to provide energy necessary for the development of annual plants, such as forage sorghum. However, it is necessary to identify the fertilizer, organic or mineral, that is capable of providing the best development in soil with a sandy texture. The objective was to evaluate the development of forage sorghum submitted to types of phosphate fertilizers in a typical dystrophic Red Latosol. For this purpose, PVC pots (30 cm high x 15 cm in diameter) were used, filled with a typical dystrophic Red Oxisol with a sandy texture. The treatments consisted of the application of simple superphosphate, triple superphosphate, monoammonium phosphate, chicken litter, filter cake, in addition to a treatment with limestone application only and another without the use of fertilizer. Brasmax forage sorghum was grown in pots for 65 days. The plants were harvested and the height, stem diameter, fresh and dry matter of the aerial part and root system were evaluated. The results were subjected to analysis of variance and tested by Tukey at 5% probability of error. The use of phosphate

fertilizers increases the development of sorghum. Simple superphosphate and triple superphosphate stood out, which were more efficient than organic fertilizers in the accumulation of dry and fresh matter in sorghum.

Key Words: single superphosphate; triple superphosphate, organic fertilizer, fodder, sandy soil.

INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta originalmente vinda dos continentes África e Ásia, é uma cultura muito antiga e seu desenvolvimento se deu em várias partes do mundo a partir do final do século XIX. Sua expansão no Brasil se deu como alternativa para a falta de pastagens na época de seca, devido a sua boa resistência a falta de chuva. A produção brasileira de sorgo foi de 2.850.000 toneladas em 2022, e o sul do Brasil produziu 409.618 toneladas (CONAB, 2022). No entanto, para que a cultura seja capaz de atingir seu potencial produtivo, é necessário a fertilização e correção de acidez do solo (Bissani et al., 2008).

Para a correção da acidez do solo, são utilizados produtos capazes de disponibilizar oxidrilas (OH^-) em solução. Assim, ocorre a neutralização de H^+ e Al^{+3} , de forma a restabelecer o potencial produtivo, de forma a possibilitar a adsorção de cátions trocáveis no sistema coloidal (Raij et al., 2011). Além disso, os corretivos de acidez do solo são capazes de disponibilizar cálcio e magnésio, o que confirma o efeito fertilizantes destes produtos, quando aplicados no solo (Novais et al., 2007).

No entanto, além da correção da acidez do solo e a fertilização cálcica e magnésiana, é necessário suprir a demanda pelos demais nutrientes, o que ocorre através da adubação, que é específica para cada planta. Entre os nutrientes, o sorgo apresenta necessidade de suprimento constante de fósforo durante todo o seu ciclo. No início de seu desenvolvimento, as quantidades exigidas são menores, porém aumentam com o tempo. Na época de florescimento essas quantidades são atendidas, em parte, pela mobilização de reservas. Isto ocorre em função de que o fósforo apresenta um papel importante na divisão celular, na reprodução e no metabolismo vegetal em geral como fotossíntese e respiração. (Peixoto, 2020).

Entre os adubos fosfatados existentes no mercado, existem os fertilizantes orgânicos e minerais. As fontes minerais são derivadas da rocha fosfática. A partir da acidulação da matéria prima são obtidos os fertilizantes fosfatados solúveis, como o

superfosfato simples, superfosfato triplo, o mono-amônio fosfato e o di-amônio fosfato. Estes fertilizantes são capazes de disponibilizar fósforo rapidamente, o que justifica seu uso principalmente nas culturas anuais e hortaliças, as quais necessitam de nutrientes rapidamente, em função do seu curto (máximo 4 meses) ciclo de vida (Oliveira et al., 2007). No entanto, estes fertilizantes apresentam curto período de eficiência, principalmente em solos de textura argilosa, devido à fixação específica do P como os óxidos de ferro, o que limita o efeito residual e também a eficiência no final do ciclo das culturas (Rodrigues, 2014).

Como alternativa, existem os fertilizantes fosfatados minerais naturais, os quais apresentam maior efeito residual porque sua ação no solo é gradual. Isto ocorre porque o adubo que não sofreu acidulação industrial é solubilizado pela presença de prótons na solução do solo. Entretanto, parte dos fertilizantes fosfatados minerais naturais brasileiros apresentam baixa eficiência quando aplicados ao solo. Isto ocorre porque a solubilização da rocha fosfática brasileira é mais lenta devido ao baixo grau de substituição isomórfica do P por F⁻ e CO² (Malavolta, 2006). No entanto, os fertilizantes fosfatados naturais importados, denominados fosfatos reativos, como os fosfatos naturais de Arad, Gafsa e Marrocos, apresentam disponibilização mais rápida e eficiente, além de apresentar maior efeito residual que os adubos minerais solúveis (Bissani et al., 2008). Resende et al (2006) observaram maior eficiência agrônômica de milho quando utilizou-se fertilizantes fosfatados solúveis (superfosfato triplo) e fosfato natural termicamente tratado (termofosfato magnesiano) quando comparados com os fosfatos naturais, o que evidencia a importância do tratamento térmico quando da utilização de adubo fosfatado natural. Provavelmente, no decorrer do tempo de cultivo, é possível que os adubos naturais reativos sejam capazes de aumentar a capacidade de desenvolvimento das plantas, por manter o efeito residual por período mais longo, como observado por Sousa e Lobato (2003).

Os adubos orgânicos, como resíduos culturais, animais e agroindustriais também são capazes de disponibilizar fósforo em solução. A disponibilização das formas orgânicas desse tipo de adubação, não é tão rápida quanto a mineral, mas torna-se uma alternativa para melhor disponibilização final e gradual desse nutriente e também uma solução para a recuperação de áreas degradadas a partir da adição de um condicionador de solo por ser rico em matéria orgânica e outros nutrientes, melhorando assim a qualidade dos solos de baixa fertilidade (Bonini, 2015), em função da capacidade destes

adubos em aumentar o sistema coloidal devido ao incremento no teor de matéria orgânica no solo.

Especialmente nos solos de textura arenosa (<200 g kg⁻¹ de argila), que são originalmente menos férteis, e ao baixo aproveitamento do fósforo que varia de 5 a 20% devido ao fenômeno da fixação, que conforme o tipo de solo, difere na imobilização dos fosfatos. Os fatores que mais influenciam na atuação da fixação são os teores de argila, de óxidos de ferro e alumínio e o menor valor de pH na fração do solo (Oliveira et al., 2007). Assim, considera-se que o efeito de fixação específica do fósforo aos óxidos de ferro é menor nos solos de textura arenosa, o que aumenta a eficiência dos fertilizantes fosfatados minerais. Em relação aos adubos orgânicos, é importante avaliar seu efeito nos solos com baixa CTC (<5 cmol_c kg⁻¹), pois o maior efeito residual e também o incremento no teor de matéria orgânica nestas condições podem influenciar na eficiência deste tipo de fertilizante em solos arenosos. Desta forma é desejável avaliar fertilizantes orgânicos e minerais para estabelecer quais os produtos que apresentam maior eficiência nos solos de textura arenosa cultivados com sorgo.

O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento de sorgo submetido à aplicação de adubos fosfatados orgânicos e minerais em um Latossolo Vermelho distrófico típico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade estadual de Maringá campus Umuarama - PR. Utilizou-se como base experimental um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (130 g kg⁻¹) cuja caracterização química está descrita na Tabela 1.

Para tal, o experimento foi montado em vasos de PVC (15cm de diâmetro x 30cm de altura) que foram preenchidos com um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa, de Cidade Gaúcha - PR. Os tratamentos consistiram de adubação fosfatada (dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅) com super fosfato simples (333 kg ha⁻¹), super fosfato triplo (146kg ha⁻¹), monoamônio fosfato-MAP (125 kg ha⁻¹), cama de frango (2857 kg ha⁻¹) e torta de filtro (6378 kg ha⁻¹) além de um tratamento com somente a aplicação de calcário e a testemunha sem aplicação de insumos. O delineamento foi em blocos casualizados com 5 repetições. Nos vasos, exceto na testemunha, aplicou-se calcário dolomítico (PRNT 75%) para elevar a saturação por base a 70 % (Pauletti e Motta, 2019). Além da adubação

fosfatada, foram aplicados, nos vasos, doses 100 kg de N (NH_4SO_4) e 60 kg de K_2O (KCl).

Tabela 1- Caracterização química e granulométrica original de um Argissolo Vermelho Distrófico típico (0-10 cm), utilizado como base experimental – cidade Gaúcha – PR

pH		Al^{3+}	$\text{H}^+\text{+Al}^{3+}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^+	SB	CTC	V	m
CaCl ₂	H ₂ O cmolc dm ⁻³ %		
5,0	5,6	0,0	3,18	3,0	0,67	0,22	3,89	7,07	55,04	0,00
P	Areia	Silte	Argila			M.O				
mg dm ⁻³ g kg ⁻¹						g dm ⁻³			
17,82	688	182	130			22,94				

Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} - extraídos com KCl mol L⁻¹; P, K, Fe, Zn, Cu, Mn – extraídos com Melhlich 1; H+Al – método SMP; S-SO₄²⁻ - Extraído pelo método Fosfato Monocálcico; C – método Walkley & Black.

Cultivou-se, nos vasos, sorgo forrageiro BRS658, perfazendo 5 plantas por vaso após o desbaste. Foram feitas capinas manuais e aplicações de fungicidas e inseticidas conforme a necessidade para o melhor desenvolvimento da cultura. Nos períodos de estresse hídrico, realizou-se irrigação manual com utilização de regador.

Aos 65 dias após a emergência, as plantas foram colhidas e avaliou-se a altura, diâmetro de caule, matéria fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular.

Os resultados foram submetidos a análise de variância, e quando significativos foram testados por Tukey a 5% de probabilidade de erro (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação exclusiva de calcário, sem utilização de fertilizante fosfatado não foi capaz de promover o aumento do acúmulo de matéria fresca e seca aérea do sorgo. Isto demonstra que, além da correção da acidez do solo, principalmente nos solos que apresentam baixa CTC (solo testado CTC = 7,07 cmolc kg⁻¹), além da neutralização do efeito de toxidez do alumínio, é necessário a fertilização para que as plantas sejam capazes de produzir (Bissani et al., 2008). O acúmulo de matéria fresca e seca da parte aérea do sorgo aumentou com o uso dos fertilizantes testados, o que demonstra a importância no uso da adubação para o desenvolvimento das plantas cultivadas (Figura 1a e b). A exceção foi para os tratamentos onde aplicou-se torta de filtro, onde o acúmulo de matéria fresca

não diferiu do tratamento testemunha. Isto pode ter ocorrido em função de que a torta de filtro é considerada como um adubo orgânico de liberação gradual de nutrientes em solução (Kiehl, 1985; Rajj et al., 2011), de forma que nos 65 dias de avaliação das plantas pode não ter ocorrido absorção adequada dos nutrientes do resíduo para que fosse possível ter ocorrido absorção radicular pelo sorgo.

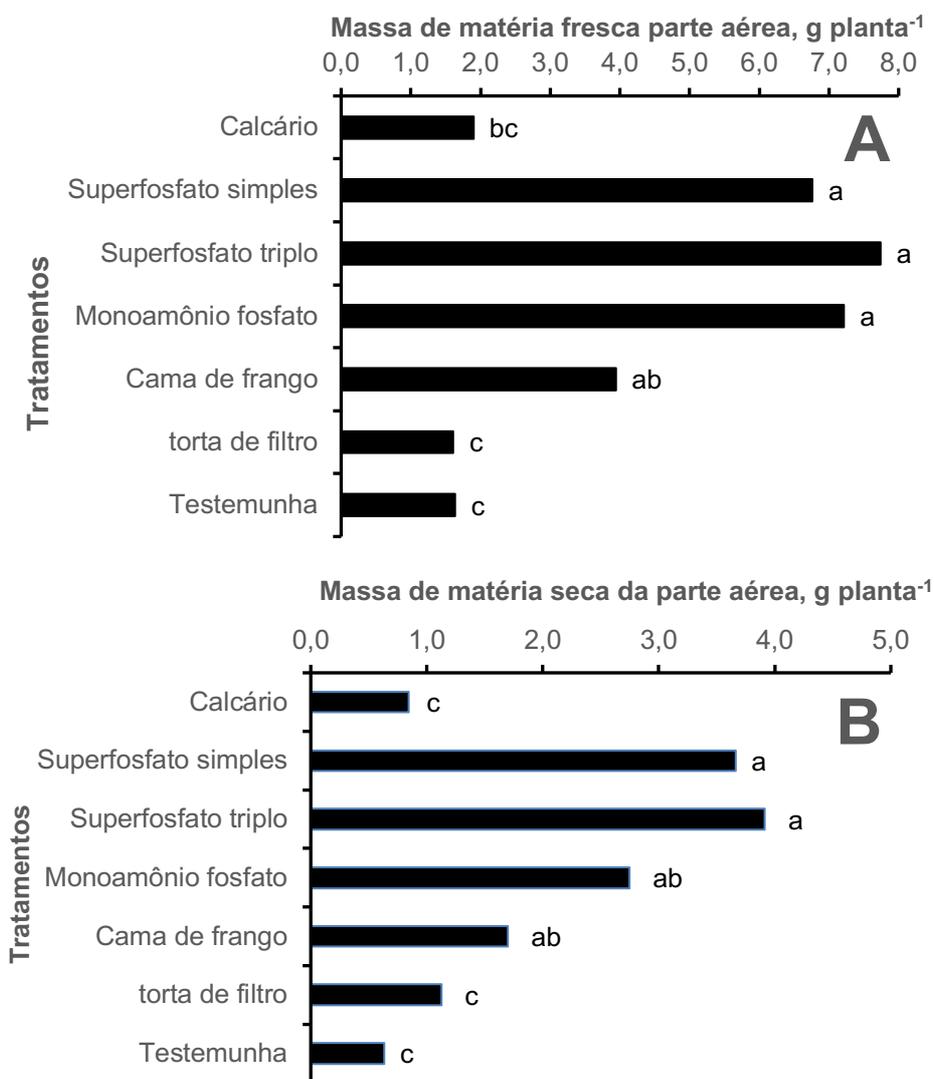


Figura 1. Massa de matéria fresca (A) e seca (B) da parte aérea do sorgo forrageiro submetido à aplicação de fontes de adubos fosfatados em um Argissolo Vermelho distrófico típico.

Em relação aos adubos solúveis, os adubos superfosfato simples, triplo e monoamônio fosfato foram mais eficientes que os demais adubos fosfatados testados em promover o acúmulo de matéria fresca aérea do sorgo. Isto pode ter ocorrido porque os fertilizantes solúveis apresentam maior rapidez na disponibilização de fósforo que os

adubos orgânicos testados (Novais et al., 2007; Bissani et al., 2008), o que pode ter garantido o maior acúmulo de material vegetal.

O acúmulo de matéria seca da parte aérea das plantas onde aplicou-se cama de frango foi maior que nos tratamentos com uso de torta de filtro e no tratamento sem uso de adubo fosfatado. Isto pode ter ocorrido também porque o esterco apresenta maior capacidade de disponibilização de nutrientes que a torta de filtro porque a cama de frango apresenta um período de reação já no local (aviário) onde é gerado, o que pode explicar a maior capacidade de reação em relação à torta de filtro. Além disso, o esterco é capaz de disponibilizar, além do fósforo, nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes (CQFS, 2016), o que promove efeito mais completo de adubação quando aplicado no solo.

As plantas de sorgo cresceram mais com a aplicação do superfosfato simples e o superfosfato triplo, aumentando em até 49% a altura de plantas em relação à testemunha (Figura 2A). Isto demonstra a importância do uso de adubos fosfatados solúveis, capazes de disponibilizar fósforo em solução, o que promove o crescimento das plantas. Quanto maior a estatura das plantas, maior será a capacidade de realizar fotossíntese e captar energia luminosa, a qual será transformada em carboidrato (Taiz e Zeiger, 2010), de forma a promover o maior acúmulo de matéria fresca e seca com a utilização destes fertilizantes (Figura 1A, B).

As plantas de sorgo fertilizadas com monoamônio fosfato e cama de frango aumentaram a altura em relação à testemunha, no entanto foram mais baixa quando comparadas com o tratamento com uso de superfosfato triplo. Isto pode ter ocorrido porque o superfosfato triplo apresenta rápida reação no solo, disponibilizando fósforo e cálcio em solução (Malvolta et al., 2002), o que pode explicar a superioridade do superfosfato triplo em relação à cama de frango. O adubo orgânico apresenta ação gradual na disponibilização dos nutrientes, e provavelmente no curto (65 dias) período de cultivo do sorgo o efeito do resíduo orgânico não foi capaz tão eficiente quanto o superfosfato triplo. O uso de torta de filtro não foi capaz de aumentar a altura do sorgo em relação à testemunha e no tratamento onde aplicou-se apenas calcário (Figura 2A), o que indica sua baixa capacidade de desenvolvimento das plantas, de forma a promover menor acúmulo de matéria seca e fresca da parte aérea da cultura (Figura 1A, b)

As plantas de sorgo fertilizadas com superfosfato simples, superfosfato triplo e monoamônio fosfato promoveram o maior aumento no diâmetro do caule da cultura em

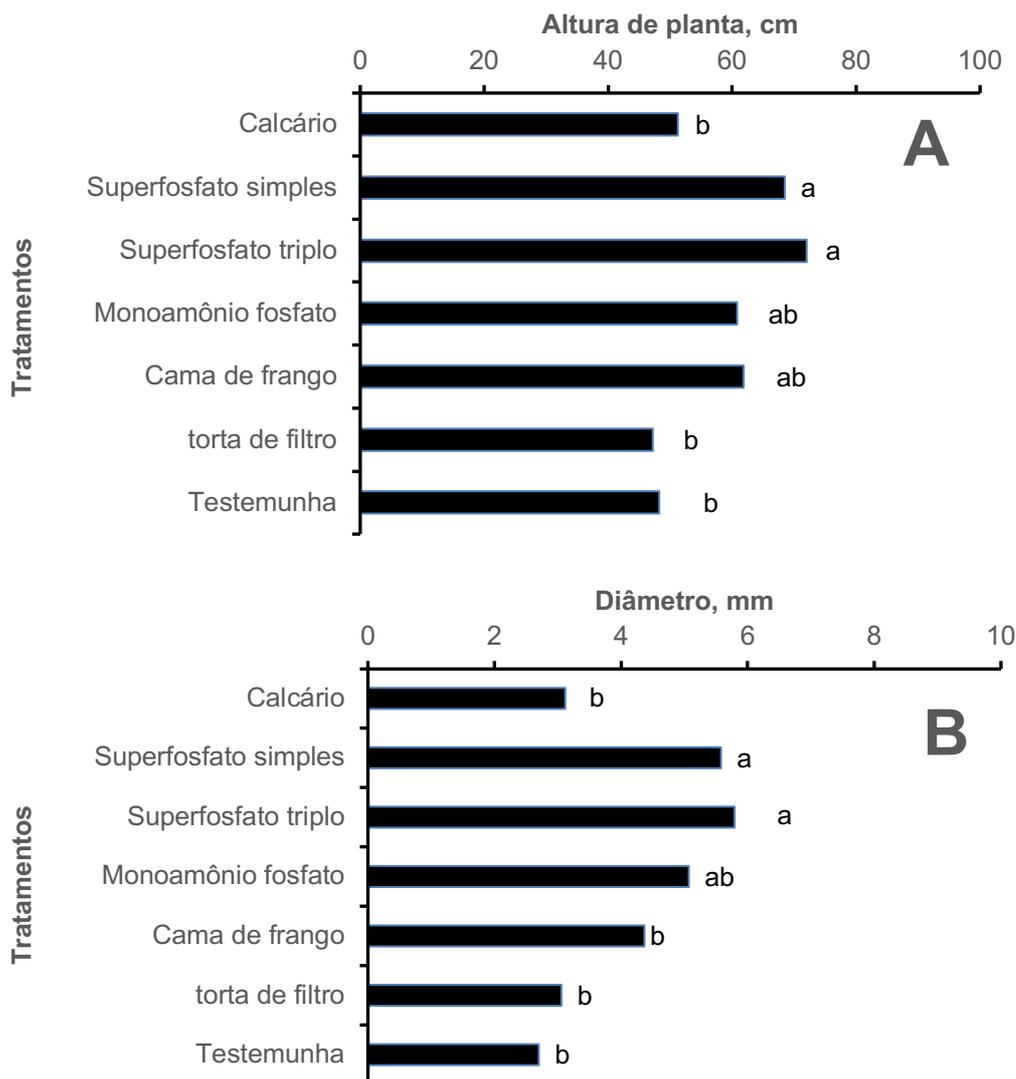


Figura 2. Altura (A) e diâmetro do caule (B) de plantas de sorgo forrageiro submetido à aplicação de fontes de adubos fosfatados em um Argissolo Vermelho distrófico típico.

até 214% no caso do superfosfato simples (Figura 2B), o demonstra a importância da utilização dos adubos fosfatados solúveis para o crescimento da forrageira avaliada. Assim, segundo Kerbauy (2012) plantas com maior diâmetro do caule são capazes de promover maior absorção de nutrientes e promover maior fabricação de energia, o que foi responsável por aumentar o acúmulo de matéria seca e fresca aérea (Figura 1A, B) e a altura das plantas (Figura 2A). O uso de torta de filtro não foi eficiente em promover o aumento do diâmetro do caule das plantas, o que demonstra a lenta reação do adubo orgânico em disponibilizar fósforo na fase (65 dias) avaliada. É possível que se a cultura completasse o ciclo, a torta de filtro pudesse ser capaz de promover melhoria no desenvolvimento das plantas, no entanto pode estar limitada pelo baixo crescimento inicial do sorgo.

CONCLUSÕES

A calagem não demonstrou incremento no desenvolvimento de sorgo devido à ausência de Al^{+3} . A aplicação de adubos fosfatados aumentou o desenvolvimento das plantas de sorgo. A aplicação de superfosfato simples e superfosfato simples foram mais eficientes que os adubos orgânicos em aumentar o acúmulo de matéria seca e fresca de sorgo.

REFERÊNCIAS

- BISSANI, C. A., GIANELLO, C., TEDESCO, M.J., CAMARGO, F.A.O. (Eds) **Fertilidade dos Solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2008. 328 p.
- BONINI, C.S.B.; ALVES, M.C.; MONTANARI, R. Lodo de esgoto e adubação mineral na recuperação de atributos químicos de solo degradado. **Revista Brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina grande, v.19, n.4, p.388-393, 2015.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do solo – Núcleo Regional Sul, 2016. 376 p.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira, grãos**: v. 10 No. 3 p. 82 p. (CONAB. acompanhamento da safra brasileira de grãos). Brasília: CONAB, 2020. v.10, n.3, 82p. Disponível em: '<http://www.conab.gov.br/Boletim-de-Safras-2º-2022-Lev.pdf>'. Acesso em: 02 nov. 2022.
- EMBRAPA MILHO E SORGO. **Adubação e calagem na cultura do sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 1979 30p. (Embrapa milho e sorgo. Documentos, 47013). Disponível em: '<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47013/1/Circ-1-Adubacao-calagem.pdf>'. Acesso em: 02 out. 2017.
- FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada** Lavras: Editora Ufla, 2008. 662 p.
- KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2ed. São Paulo: Guanabarra-Koogan, 2012. 452p.
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. 1ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 741p.

OLIVEIRA, A.P.; DORNELAS, C.S.M.; ALVES, A.U.; SILVA, J.A.S.; OLIVEIRA, A.N.P. Resposta do quiabeiro às doses de fósforo aplicadas em solo arenoso. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p.180-183, 2007.

PAULETTI, V.; MOTTA, A.C.V. **Recomendação de adubação e calagem para o estado do Paraná**. 2 ed. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2019. 289 p.

PEIXOTO, C.P. **Princípios de fisiologia vegetal: teoria e prática**. 1ed. Rio de Janeiro: Pod, 2020. 256p.

RAIJ, B. Van **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420 p.

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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.3, p. 453-466, 2006.

RODRIGUES, F.; MAGALHÃES, J.V.; GUIMARÃES, C.T.; TARDIN, F.D.; SCHAFFERT, R.E. Seleção de linhagens de sorgo granífero eficientes e responsivas a adubação de fósforo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.49, n.8, p.1-4, 2014.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado**. Piracicaba: Potafos, 2003. 16p. (Informações Agronômicas, 102).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 774p.