II Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER - PDVAgro 2017

PRODUÇÃO DE SORGO SOB EFEITO RESIDUAL DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA, MINERAL E CÚPRICA

Apresentação: Comunicação Oral

Aelson Avelino de Pontes¹; Túlio Makson de Araújo Cruz²; Hemmannuella Costa Santos³.

Resumo

O sorgo é considerado uma cultura alternativa para pequenos e grandes produtores de regiões sujeitas à seca devido a sua resistência a falta de água. De maneira geral é cultivado após o milho alcançando boas produções, sendo utilizado na alimentação humana e animal, especialmente na fabricação de rações e como forragem. No nordeste brasileiro o cultivo do sorgo é realizado utilizando pouca tecnologia, sendo importante avaliar se a cultura se beneficia de insumos aplicados em cultivos anteriores. Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito residual de diferentes tipos de adubação no desenvolvimento da cultura do sorgo. O experimento foi realizado em blocos casualizados com 8 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram: 1. Testemunha (T); 2. Composto orgânico (CO) (16 t/ha); 3. Adubação mineral (AM) (N-P₂O₅-K₂O: 50-80-20); 4. Composto orgânico + Adubação mineral (CO + AM); 5. Testemunha + Cu (T + Cu); 6. Composto orgânico + Cu (CO + Cu); 7. Adubação mineral + Cu (AM + Cu); 8. Composto orgânico + Adubação mineral + Cu (CO + AM + Cu) aplicados no cultivo de feijão. Após a colheita do feijão implantou-se a cultura do sorgo visando avaliar o efeito residual dos tratamentos na produção de sorgo. O efeito residual da adubação não influenciou o peso das folhas diagnósticas, a produção de massa verde e de grãos de sorgo. No entanto, a produtividade ficou entre 19,9 e 21,4 t ha⁻¹ de massa verde e entre 2,6 a 3,3 t ha⁻¹ de grãos, produtividade bem próxima a média nacional, indicando que o cultivo de sorgo é promissor na região.

Palavras-Chave: *Sorghum bicolor*, composto orgânico, nutrição.

Introdução

¹ Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, E-mail: aelsonavelino@hotmail.com

² Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, E-mail: tuliomaks@hotmail.com

³ Doutorado, Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, E-mail: hecosantos@yahoo.com.br

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma cultura alternativa às culturas tradicionais como o milho, sendo uma planta xerófila e com baixa exigência nutricional, se adapta a ambientes com estresse hídrico e salinidade; podendo ser usado na alimentação humana, animal (grãos e forragem) e produção de açúcar (Albuquerque et al., 2011; Feijão et al., 2011; Cysne e Pitombeira, 2012; Souza et al., 2012; Moraes et al., 2013).

No Brasil, a cultura do sorgo tem uma área plantada de 628,5 mil hectares e produtividade de 2.967 kg/ha, com produção de 1.864,8 mil toneladas. Por ser uma cultura bastante resistente à seca e climas quentes, o sorgo é muito utilizado em sucessão de culturas na segunda safra. Entretanto, observa-se que a escolha do sorgo pelo produtor varia muito devido ao mercado e seu plantio só é definido após a conclusão do plantio do milho segunda safra (CONAB, 2017).

Apesar de ser uma cultura pouco exigente, o sorgo responde bem a adubação, seja mineral ou orgânica. Quaggio et al. (1998) observaram sensibilidade do sorgo a acidez do solo, havendo respostas positivas da cultura à calagem. Em relação a adubação nitrogenada, Mateus et al. (2011) observaram que o parcelamento da dose de N em 50-50 kg ha⁻¹ aumentou a produtividade da cultura, chegando a obter 2.482 kg ha⁻¹. Os micronutrientes são importantes para o bom desenvolvimento vegetativo, em especial o Cu para a formação de grãos em cereais. A aplicação de cobre resultou em incrementos na área foliar, diâmetro do colmo, comprimento e diâmetro da panícula, matéria seca e na produção de sorgo; além de incrementos nos teores e acúmulo de N, P, K e Cu, e no teor de proteína bruta dos grãos (Santos et al., 2009a e b). Leite et al. (2002) destaca que se deve aproveitar o efeito residual dos fertilizantes em cultivos posteriores, o que implica economia para os agricultores.

A adubação orgânica, além de fornecer nutrientes para as plantas, promove melhorias na estrutura do solo e ambiente radicular, favorecendo melhores condições para o desenvolvimento do sistema radicular. A adubação orgânica é essencial por aumentar os teores de matéria orgânica do solo, melhorar a fertilidade do solo pelo aumento da capacidade de troca catiônica, liberação de nutrientes, além de proporcionar melhorias físicas ao solo, como por exemplo, agregação das partículas, a estruturação e estabilidade estrutural do solo, melhora a capacidade de retenção de água e favorece a fauna microbiológica (Nascimento, 2004; Santos et al., 2009).

A adubação é uma das principais práticas de manejo de solo, no entanto, aumenta os custos de produção devendo ser utilizada de forma racional para otimizar o uso dos insumos e manter a sustentabilidade ambiental. De maneira geral, os pequenos agricultores utilizam adubação orgânica em seus cultivos, especialmente aqueles que aliam a agricultura à pecuária. Nesse sentido, estudos sobre a resposta da cultura do sorgo cultivados sob efeito residual de adubos orgânicos e minerais

são importantes para incentivar os produtores a fazer adubação, sabendo que pode aproveitar o efeito residual para a cultura subsequente e economizar na utilização de insumos.

Fundamentação Teórica

Grande parte da produção de sorgo é destinada à alimentação animal, principalmente para atender municípios considerados como de “bacia leiteira”. A produtividade média registrada foi de 2.967 kg/ha, aumento de 22,9% em relação aos 1.915 kg/ha da safra anterior. A oferta do cereal é destinada à indústria de ração e consumo dos animais nas propriedades rurais (CONAB, 2017). O sorgo é uma cultura com grande potencial de utilização na alimentação animal como ensilagem, que tem como objetivo manter a qualidade e o valor nutricional da forragem fresca, alcançando 29 a 35 t ha⁻¹ de massa verde (Moraes et al., 2013).

Na Paraíba, em virtude de fatores econômicos, o produtor paraibano tradicionalmente explora o sorgo forrageiro, destinado a formação de silagem para consumo dos seus rebanhos. Essa cultura teve o plantio encerrado com uma área de 1,3 mil hectares e produtividade média de 1.600 kg/ha. Toda a cultura foi colhida, apresentando condições regulares. Do total da área plantada, 70% foi realizada por uma empresa especializada na produção de sementes, com a utilização de pacote tecnológico avançado, mas que em razão das restrições pluviométricas e falta de água para irrigação, teve importante redução de produtividade (CONAB, 2017).

O acúmulo de macronutrientes na parte aérea de sorgo granífero na safrinha (DKB 599) tem a seguinte ordem decrescente: $K > N > Ca > P > Mg > S$ (Borges et al., 2016). Já Zandonadi et al. (2017) observou que a exportação média de macronutrientes só pelos grãos de sorgo segue a ordem decrescente: $N > K > P > Ca > Mg > S$; com valores médios de acúmulo de macronutrientes para produção de uma tonelada de grãos de sorgo granífero são: 20,05 kg de N; 3,33 kg de P; 3,70 kg de K; 3,49 kg de Ca; 1,77 kg de Mg e 0,72 kg de S. Santi et al. (2006) observaram que a produção de massa seca foi afetada pela omissão de nutrientes e os tratamentos que mais afetaram as diferentes partes das plantas e as áreas foliares foram as omissões de nitrogênio, cálcio e magnésio com o acúmulo de nutrientes pelas plantas obedecendo a seguinte ordem decrescente: $N > K > Ca > Mg > P > S$. Esses resultados evidenciam a importância da adubação para o bom desenvolvimento da cultura, especialmente com N, K, P e Ca.

O aumento na produção de panículas, em toneladas de MS/ha, com o acréscimo dos níveis de adubação, refletiu em maior porcentagem de panículas e, conseqüentemente, reduziu a porcentagem de colmos, uma vez que a porcentagem de folhas foi constante (Gontijo Neto et al., 2004). A utilização da adubação é uma prática interessante, pois aumenta a produtividade da planta sem

alterar a composição bromatológica da silagem (Macedo et al., 2012). O aumento na produção de matéria seca e de grãos do sorgo e da soja consorciados depende das doses de fósforo adicionadas ao solo e da espécie de fungo micorrízico (Bressan et al., 2001).

O manejo da cultura afeta sua produtividade, com a redução dos espaçamentos entre fileiras promoveram-se incrementos na produtividade de grãos e panículas do sorgo granífero, independentemente da população de plantas e cultivar avaliado (Albuquerque et al., 2011). Com relação à irrigação, Zwirter et al. (2015) observaram que a cada decréscimo de 25% na reposição da ETc, as plantas de sorgo reduziram em 7% a altura das plantas, em 5% o índice de área foliar e em 17% o rendimento de grãos, ou seja, apesar de ser uma cultura mais resistente a seca que o milho, o sorgo expressa melhor sua produtividade e qualidade nutricional quando manejado adequadamente.

Avaliando quatro genótipos de sorgo granífero no norte de Minas Gerais, Albuquerque et al. (2011) observaram produtividades de 5,09 t ha⁻¹ na primeira safra e 1,71 t ha⁻¹ na safra seguinte devido à baixa disponibilidade hídrica que afetou o rendimento da cultura. Em relação à absorção de nutrientes, o estresse hídrico reduziu o acúmulo de K na parte aérea das plantas e a adubação fosfatada proporcionou aumento na absorção de N, P, Ca, S, Mn e Fe e redução na absorção de Zn. O fornecimento de P acima de 125 mg dm⁻³ causou redução no acúmulo de macronutrientes nas plantas de sorgo (Leão et al., 2011).

O sorgo apresentou elevada produtividade de matéria verde (106.832,0 kg ha⁻¹) e matéria seca da forragem (34.521,0 kg ha⁻¹) com alta variabilidade (Montanari et al., 2015). Os teores de N, P, K, Ca e Mg no tecido foliar do sorgo foram maiores no plantio direto, com doses de potássio resultando em maior produção de MSPA, com redução de 40% do adubo potássico aplicado no plantio direto em relação ao plantio convencional (Galvão et al., 2015).

Metodologia

O experimento foi realizado no Setor de Agricultura, do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus III, Bananeiras, PB. O município de Bananeiras fica a 141 km de distância de João Pessoa, a área do experimento está localizada na latitude 6°45'5''S, longitude 35°38'7''W, apresenta clima do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco. A temperatura média é de 25 °C, com altitude de 626 m e pluviosidade média de 1.500 mm.

A área na qual foi instalado o experimento foi anteriormente cultivada com feijão. Para este cultivo, a área foi roçada com trator e os restos culturais foram retirados para posterior preparo do solo. Após a retirada dos restos culturais foi realizada uma coleta de amostra de solo na camada de 0-20 cm, as amostras foram analisadas quanto às suas características químicas de acordo com metodologia descrita em Embrapa (1997). Os resultados da análise de fertilidade do solo são

apresentados a seguir: pH: 5,98; P: 5,87 (mg dm⁻³); K: 60,30 (mg dm⁻³); Na⁺: 0,04 (cmol_cdm⁻³); H+Al: 2,23 (cmol_cdm⁻³); Al³⁺: 0,0 (cmol_cdm⁻³); Ca²⁺: 3,45 (cmol_cdm⁻³); Mg²⁺: 1,40 (cmol_cdm⁻³); SB: 5,04 (cmol_cdm⁻³); CTC: 7,27 (cmol_cdm⁻³); V: 69,33%; m: 0,0%; M.O.: 20,30 g kg⁻¹.

Estes resultados não indicam a necessidade de se realizar calagem na área para o cultivo do feijão, nem a aplicação de micronutrientes, exceto do cobre (Cu).

O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados com oito tratamentos e três repetições, totalizando 24 parcelas. Os tratamentos foram: 1. Testemunha (T); 2. Composto orgânico (CO) (16 t/ha); 3. Adubação mineral (AM) (N-P₂O₅-K₂O: 50-80-20); 4. Composto orgânico + Adubação mineral (CO + AM); 5. Testemunha + Cu (T + Cu); 6. Composto orgânico + Cu (CO + Cu); 7. Adubação mineral + Cu (AM + Cu); 8. Composto orgânico + Adubação mineral + Cu (CO + AM + Cu).

O preparo do solo consistiu de aração e gradagem, com posterior preparação dos canteiros. A área total do experimento foi de 672m², onde cada canteiro tinha uma área total de 20m² (2 × 10m) e área útil de 10,8 m² sendo o feijão plantado no espaçamento de 0,40 × 0,40 m.

Os canteiros receberam os tratamentos imediatamente antes do plantio. Aqueles que receberam adubação mineral tiveram como fonte de N, P e K, respectivamente, ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. A adubação (N-P-K: 50-80-20) foi baseada nos resultados da análise de solo e na recomendação de CFSMG (1999). A adubação nitrogenada foi parcelada em duas aplicações, 20 kg ha⁻¹ no plantio e 30 kg ha⁻¹ aos 30 dias após a germinação.

O composto orgânico (16 t ha⁻¹) foi aplicado a lanço e incorporado ao solo. O composto foi preparado com esterco bovino e material vegetal da própria área e após pronto foi analisado quanto às suas características químicas, cujos resultados são apresentados a seguir: pH: 6,7; P: 1014,0 (mg dm⁻³); K: 7511,0 (mg dm⁻³); Na⁺: 2,98 (cmol_cdm⁻³); H+Al: 0,00 (cmol_cdm⁻³); Al³⁺: 0,05 (cmol_cdm⁻³); Ca²⁺: 10, 40 (cmol_cdm⁻³); Mg²⁺: 7,85 (cmol_cdm⁻³); SB: 40,44 (cmol_cdm⁻³); CTC: 40,44 (cmol_cdm⁻³); V: 100%; m: 0,12%; M.O.: 176,94g kg⁻¹.

O plantio do sorgo, objetivo deste trabalho, que visa avaliar o efeito residual dos tipos de adubação aplicados na cultura anterior, foi realizado após a colheita do feijão. O sorgo foi plantado no espaçamento de 0,50 x 0,50m colocando-se cinco sementes por cova. O desbaste foi realizado 10 dias após o plantio visando deixar duas plantas por cova.

Os tratos culturais realizados foram capinas e monitoramento de pragas e doenças, cujo ataque não atingiu o nível de controle. No início do perfilhamento foram retiradas folhas medianas (Malavolta et al., 1997) de 10 plantas por parcela que foram pesadas. A colheita ocorreu 100 dias após o plantio e foram avaliados o peso de massa verde e a produção de grãos de sorgo.

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância para verificar a significância dos tratamentos e submetidos ao teste de Tukey, em caso de significância positiva.

Resultados e Discussão

A análise de variância indica que não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto aos tipos de adubação nem quanto à presença ou ausência de adubação cúprica. As médias dos pesos das folhas diagnósticas, da produção de massa verde e da produção de grãos são apresentados na tabela 1. Observa-se que as médias não diferiram entre si pelo Teste de Tukey, no entanto, mostrou-se uma tendência para melhores resultados nos tratamentos com adubação orgânica + mineral.

Tabela 1. Peso da folha diagnóstica (PF), produção de massa verde (MV) e produtividade de grãos (PG) de sorgo submetidos ao efeito residual de diferentes tipos de adubação na presença ou ausência de adubação cúprica. Fonte: Própria.

Tratamento	PF	MV	PG
	----- g -----	----- kg ha ⁻¹ -----	
Testemunha	61,64 a	20.100 a	3.225 a
Adubação orgânica	56,39 a	19.887 a	3.100 a
Adubação mineral	56,67 a	20.825 a	2.737 a
Adubação orgânica + mineral	64,12 a	21.450 a	3.521 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados encontrados no presente trabalho diferem dos observados por (Santos et al., 2009) que observou incrementos na área foliar, diâmetro do colmo, comprimento e diâmetro da panícula, matéria seca e na produção de sorgo com adoção de adubação cúprica. Em relação à produção, observa-se que os resultados ficaram próximas ou acima da produção nacional que é de 2967 kg ha⁻¹, segundo dados da CONAB (2017).

Apesar de não haver diferença entre os tratamentos, a adubação orgânica é importante para a manutenção da qualidade do solo e para o desenvolvimento da cultura. Oliveira et al. (1995) estudaram a adubação orgânica com lodo de esgoto e observaram que, de maneira geral, esse insumo através de sua decomposição no solo, liberou nutrientes para as plantas, refletindo no

aumento da produção de matéria seca. Entretanto, visando-se atender às necessidades da cultura, fez-se necessária a complementação com potássio. O composto aumentou a produção de matéria seca do sorgo na ausência de adubação mineral; esta, contudo, promoveu maior aumento de produção e perfilhamento das plantas (Alves et al., 1999).

Por outro lado, a adubação verde é outra alternativa em relação a utilização de adubos minerais, a *Mucuna aterrima* mostrou-se a melhor opção como adubo verde em virtude de proporcionar os maiores valores das características avaliadas ao final do ciclo do sorgo podendo-se, também, recomendar a *Crotalaria juncea* e o *Dolichos lab-lab*, o qual apresentou a maior massa seca e quantidade de nutrientes na parte aérea (Andrade Neto et al., 2010).

Conclusões

A adubação não influenciou o peso das folhas diagnósticas, a produção de massa verde e de grãos de sorgo, no entanto, é de suma importância para a manutenção da qualidade do solo.

Referências

ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; MENDES, M. C. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. **Bragantia**, v.70, n.2, p.278-285, 2011.

ALVES, W. L.; MELO, W. J.; FERREIRA, M. E. Efeito do composto de lixo urbano em um solo arenoso e em plantas de sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 729-736, 1999.

ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P.; GOES, G. B.; LIMA, A. S. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.2, p.124–130, 2010.

BORGES, I. D.; FRANCO, A. A. N.; KONDO, M. K.; MARTINS, D. C.; TEIXEIRA, E. C.; MOREIRA, S. G. Acúmulo de macronutrientes na cultura do sorgo granífero na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.15, n.2, p. 294-304, 2016.

BRESSAN, W.; SIQUEIRA, J. O.; VASCONCELLOS, C. A.; PURCINO, A. A. C. Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 315-323, 2001.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: CFSMG, 1999. 359p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 4 – Safra 2016/17, n. 12 – Décimo Primeiro Levantamento, set 2017.

CYSNE, J. R. B.; PITOMBEIRA, J. B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo granífero em diferentes ambientes do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 273-278, 2012.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CNPQ, 1997. 212p.

FEIJÃO, A. R.; SILVA, J. C. B.; MARQUES, E. C.; PRISCO, J. T. Efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo Sudão à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 675-683, 2011.

GALVÃO, J. R.; FERNANDES, A. R.; SILVA, V. F. A.; PINHEIRO, D. P.; MELO, N. C. Adubação potássica em híbridos de sorgo forrageiro cultivados em sistemas de manejo do solo na Amazônia Oriental. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 70 – 79, 2015.

GONTIJO NETO, M. M.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; QUEIROZ, A. C.; ZAGO, C. P.; CANDIDO, M. J. D.; MIRANDA, L. F. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Características agrônômicas, carboidratos solúveis e estruturais da planta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1975-1984, 2004 (Supl. 2)

LEÃO, D. A. S.; FREIRE, A. L. O.; MIRANDA, J. R. P. Estado nutricional de sorgo cultivado sob estresse hídrico e adubação fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 74-79, 2011.

LEITE, P. J.; REIS, O. V.; TABOSA, J. N.; OLIVEIRA, L. R. Efeitos Residuais de N, P e K em podzólico amarelo com sorgo forrageiro, sob condição de sequeiro, em rotação com batateira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.38, 2002.

MACEDO, C. H. O.; ANDRADE, A. P.; SANTOS, E. M.; SILVA, D. S.; SILVA, T. C.; EDVAN, R. L. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.2, p.371-382, 2012.

MALAVOLTA, E.; VITTI, C. G.; OLIVEIRA, A. S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BROGHI, E.; PARIZ, C. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1161-1169, 2011.

MONTANARI, R.; PANACHUKI, E.; LOVERA, L. H.; CORREA, A. R.; OLIVEIRA, I. S.; QUEIROZ, H. A.; TOMAZ, P. K. Variabilidade espacial da produtividade de sorgo e de atributos do solo na região do ecótono Cerrado-Pantanal, MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 385-396, 2015.

MORAES, S. D.; JOBIM, C. C.; SILVA, M. S.; MARQUARDT, F. I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.4, p.624-634, 2013.

NASCIMENTO, C. W. A.; FONTES, F. L. R. Correlação entre características de Latossolos e parâmetros de equações de absorção de cobre e zinco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.970, 2004.

OLIVEIRA, F. C.; MARQUES, M. O.; BELLINGIERI, P. A.; PERECIN, D. Lodo de esgoto como fonte de macronutrientes para a cultura do sorgo granífero. **Scientia Agrícola**, v.52, n.2, p. 360-367, 1995.

QUAGIO, J. A.; GALLO, P. B.; FURLANI, A. M. C.; MASCARENHAS, H. A. A. Isoquantas de produtividade de soja e sorgo para níveis de calagem e molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.337-344, 1998.

SANTI, A.; CAMARGO, S. L.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; SACARAMUZZA, J. F. Deficiências de macronutrientes em sorgo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 228-233, 2006.

SANTOS, H. C.; FRAGA, V. S.; RAPOSO, R. W. C.; PEREIRA, W.E. Cu e Zn na cultura do sorgo cultivado em três classes de solos. I. Crescimento vegetativo e produção. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.129-130, 2009a.

SANTOS, H. C.; FRAGA, V. S.; RAPOSO, R. W. C.; PEREIRA, W.E. Cu e Zn na cultura do sorgo cultivado em três classes de solos. II. Composição mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.131-136, 2009b.

SOUZA, V. F.; PARRELLA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; COSTA, M. R.; CARVALHO JUNIOR, G. A.; SCHAFFERT, R. E. Adaptability and stability of sweet sorghum cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.13, p.144-151, 2013.

ZANDONADI, C. H. S.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; FREITAS, R. S.; PAULA, A. D. M.; CLEMENTE, M. A. Agronomic characteristics and macronutrient export of grain sorghum hybrids from different sowing dates. **Ciência e Agrotecnologia**, v.41, n.1, p.7-14, 2017.

ZWIRTES, A. L.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; KUNZ, J.; REIMANN, G.K. Desempenho produtivo e retorno econômico da cultura do sorgo submetida à irrigação deficitária. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.4, p.676-688, 2015.