

**INFLUÊNCIA DE DOSES DE VINHAÇA SOB AS CARACTERÍSTICAS
AGRONÔMICAS DA VARIEDADE DE SORGO SACARINO BR 506**

Luiz Carlos de Oliveira Ferreira¹; Emiliano Alves Caetano Netto¹; Thomas Jefferson Cavalcante¹; Reinaldo Adriano Costa²; Patrícia Costa Silva³.

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, PBIT/UEG, Universidade Estadual de Goiás, Campus de Santa Helena de Goiás, Santa Helena de Goiás- GO, luizcarlos_engagricola@hotmail.com.

² Doutor em Agronomia - Irrigação e Drenagem - UNESP, docente da Universidade Estadual de Goiás, Campus de Santa Helena de Goiás-GO.

³ Doutoranda em Agronomia- UNESP- FCA – Botucatu, Docente da Universidade Estadual de Goiás – Câmpus de Santa Helena de Goiás-GO.

RESUMO: O sorgo sacarino desponta como uma cultura promissora de matéria-prima alternativa para a produção de bioenergia, pois pode ser cultivado na entressafra da cana-de-açúcar e em áreas de renovação de canaviais. As agroindústrias sucroalcooleiras geram alguns subprodutos, como a vinhaça, e um problema enfrentado é a destinação adequada deste resíduo. Uma alternativa seria a aplicação deste no solo via fertirrigação, incrementando a produção das culturas, pois a vinhaça é rica em nutrientes, como o N, K, P, Ca e Mg. Com isso este trabalho objetivou analisar o efeito da aplicação de diferentes doses de vinhaça nas características agronômicas do sorgo sacarino, sendo elas: Altura de plantas; Número de folhas; Diâmetro de caule; Massa fresca da parte aérea; Produtividade, Produção de calda e °Brix. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, em esquema fatorial 5x1, com três repetições, sendo cinco doses de vinhaça (0, 25, 50, 75, 100 m³ h⁻¹) e uma variedade de sorgo sacarino, totalizando 15 parcelas. Verificou-se através das análises que as doses de vinhaça apresentaram efeito significativo para as características agronômicas, a dose equivalente a 75 m³ ha⁻¹ promoveu melhor resposta nas características avaliadas. Já o índice °Brix não foi alterado com a adição de vinhaça. A utilização de vinhaça reduziu custos com fertilizantes minerais e promoveu um descarte adequado a este subproduto.

Palavras-chave: características agronômicas, potássio, bioenergia, etanol.

INTRODUÇÃO

8ª JORNADA ACADÊMICA
24 a 29 de Novembro de 2014
Campus Universitário de Santa Helena de Goiás

A vinhaça é um dos resíduos gerados durante o processamento da cana-de-açúcar, e é conhecida também como: vinhoto, restilo, calda de destilaria, garapão, entre outros. Ela constitui o principal efluente das destilarias, sendo produzidos em média 13 L de vinhaça para cada litro de etanol. Tendo em vista a problemática que abrange a disposição final da vinhaça, Basso et al. (2013) relatam que a aplicação deste resíduo ao solo via irrigação pode aumentar a disponibilidade de nutrientes bem como a produtividade das culturas, além do mais, complementa o déficit hídrico. A adição de vinhaça ao solo promove mudanças nas propriedades químicas e físicas, como elevação do pH e de matéria orgânica, aumento na disponibilidade nutricional e na capacidade de troca cátions (BEBÉ et al., 2009).

De acordo com Magalhães (2010), a aplicação de vinhaça no cultivo de cana-de-açúcar, promoveu a elevação da produtividade devido ao acúmulo de sacarose no colmo da planta, bem como incrementos positivos e crescentes na altura de plantas, comprimento de colmos e diâmetro de colmos. Resende et al. (2006), também relatam que o emprego de vinhaça na cultura da cana proporcionou a obtenção de maiores rendimentos de açúcar e etanol por unidade de área. Visto que a vinhaça é rica em nutrientes e matéria orgânica, ela também pode ser aplicada em outras culturas como milho, sorgo sacarino, abacaxi, dentre outras.

Segundo Durães (2011), o sorgo sacarino é uma espécie que apresenta boa adaptação climática, pode ser plantado por sementes, é responsivo à aplicação de insumos modernos, possui ciclo curto (100 a 130 dias), totalmente mecanizável, alta produtividade de biomassa verde (60 a 80 t ha⁻¹), e altos rendimentos de etanol (3.000 a 6.000 L ha⁻¹).

De acordo com Parrella (2011), o sorgo sacarino apresenta alto potencial para produção de etanol e pode ser cultivado durante a entressafra de cana-de-açúcar (que vai de dezembro a abril) e assim, reforçar a produção nacional de etanol reduzindo o período de ociosidade das destilarias. Além disso, a aplicação de vinhaça nesta cultura poderá minimizar os efeitos adversos ao meio ambiente proporcionados pela liberação deste resíduo em locais inadequados.

O objetivo desse trabalho foi analisar o efeito da aplicação de diferentes doses de vinhaça nas características agronômicas do sorgo sacarino. Verificar qual a dosagem de vinhaça proporcionou melhor resposta, dentre as características estudadas para a cultura do sorgo sacarino, e analisar sua viabilidade de utilização nesta cultivar.

MATERIAL E MÉTODOS

8ª JORNADA ACADÊMICA
24 a 29 de Novembro de 2014
Campus Universitário de Santa Helena de Goiás

O experimento foi conduzido na área experimental da Unidade Universitária da UEG de Santa Helena de Goiás. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x1, com três repetições, cinco doses de vinhaça (0, 25, 50, 75, 100 m³ ha⁻¹) e uma variedade comercial de sorgo sacarino. A variedade utilizada foi a BR 506, fornecida pela empresa Embrapa. No mês de agosto foi feita análise química e física do solo para correção da acidez do solo.

O sorgo sacarino foi semeado dia 22 de novembro de 2013, sendo o preparo do solo realizado com uma aração e duas gradagens. Foram adicionadas 10 sementes por metro linear a uma profundidade de 3 cm, depois da germinação e emergência, procedeu-se o desbaste deixando 8 plantas para cada metro linear. Cada parcela experimental foi composta por 4 linhas de 4 metros de comprimento espaçadas de 0,70 metros, sendo as duas linhas centrais consideradas como úteis para a coleta de dados e observações, destacando-se 1,0 metros em cada extremidade da linha.

O fornecimento de nutrientes no plantio e na cobertura foi efetuado de acordo com as recomendações de adubação do Estado de Goiás para a cultura em questão, de acordo com o resultado da análise. Os tratos culturais foram realizados sempre que necessário. A vinhaça utilizada foi coletada na Usina Santa Helena e, logo após, levada para a área experimental. Foi realizada análise química da vinhaça e sua aplicação em cobertura no experimento foi efetuada no dia 28/12/2013 por aspersão convencional. Os parâmetros avaliados foram:

Altura de plantas: determinada com auxílio de uma trena medindo-se os colmos desde sua base até a emissão da panícula em metros; diâmetro de colmo: obtido com o auxílio de um paquímetro digital na altura mediana do colmo em milímetros de cada planta da área útil; número de folhas: efetuou-se a contagem do número de folhas de cada planta da área útil; massa fresca da parte aérea: foi realizada a pesagem da parte aérea das plantas da área útil, e convertidas em toneladas por hectare (t ha⁻¹); a produtividade de colmo foi determinada pelo método que consiste em pesar todo o material cortado sem as folhas (t ha⁻¹); açúcares solúveis (°Brix): utilizou-se um refratômetro de campo, para obtenção do °Brix das plantas da área útil de cada parcela; produção de caldo: para este parâmetro foi submetida à moagem, as plantas da área útil de cada parcela, e coletado o volume de caldo produzido, com posterior conversão para m³ ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise estatística pelo teste F, ao nível de 5% de significância. Para a comparação das doses de vinhaça utilizou-se a análise de regressão. O programa estatístico empregado foi o SISVAR (FERREIRA, 2011).

8ª JORNADA ACADÊMICA
24 a 29 de Novembro de 2014
Campus Universitário de Santa Helena de Goiás

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância da variedade BR 506 pelo teste F encontra-se na Tabela 1. Verifica-se através da mesma Tabela que as doses de vinhaça apresentaram efeito significativo para as características agrônômicas altura de plantas, número de folhas, diâmetro de caule, massa fresca da parte aérea, produtividade de colmos, produção de caldo. Já o teor de Sólidos Solúveis Totais (°BRIX) apresentou média geral de 16°brix, porém não foi observada diferença significativa para esta característica. Segundo Almodares e Hadi (2009) o Brix do caldo do sorgo sacarino pode variar de 14 até 23°brix, e os resultados encontrados no presente trabalho foram em média 14,5.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância da variedade BR 506 de sorgo sacarino, para as variáveis, altura de planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), °BRIX, produtividade (PROD) e produção de caldo (PC) em função das equações de regressão linear (R.L.), regressão quadrática (R.Q.), e regressão cúbica (R.C.).

FV	GL	Quadrados Médios						
		AP	NF	DC	MFPA	°BRIX	PROD.	PC
Doses	5	0,276*	0,528*	1,595*	100,721*	0,281 ^{ns}	58,625*	16,739*
Variedade	1	0,872*	11,822*	1,809*	728,028*	1,137 ^{ns}	118,777*	14,707*
Doses x Var	5	0,013 ^{ns}	0,031 ^{ns}	1,111*	9,244 ^{ns}	0,073 ^{ns}	2,004 ^{ns}	2,823 ^{ns}
R. L.	1	0,559*	0,328 ^{ns}	6,930*	99,190*	0,049 ^{ns}	138,309*	23,173*
R. Q.	1	0,730*	1,041*	3,108*	257,956*	0,030 ^{ns}	50,280*	50,223*
R.C.	1	0,001 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,084 ⁿ _s	15,711 ^{ns}	0,069 ^{ns}	1,543 ^{ns}	0,041 ^{ns}
Bloco	2	0,077	0,806	0,172	38,445	0,066	20,518	3,004
Desvio Reg.	-	0,043	0,016	0,0896	3,475	0,019	0,514	0,856
Resíduo	22	0,009	0,2654	0,344	4,322	0,044	4,201	1,333
CV (%)	-	3,18	4,22	3,65	4,79	4,72	3,80	6,23

* Significativo a 5% de probabilidade pela análise de regressão; ns- não significativo a 5% de significância.

Analisando a Figura 1 observa-se que a altura de plantas apresentou resposta positiva às doses de vinhaça aplicadas. O modelo de regressão que melhor ajustou foi o quadrático. Percebe-se que a dose equivalente a 75 m³ ha⁻¹ de vinhaça resultou em plantas com maior estatura (3,4m), sendo que doses maiores ocasionaram ligeiro decréscimo. Souza et al. (2011) avaliando diferentes variedades na região norte de Minas Gerais, verificou que a BR 506, apresentou os maiores valores médios de altura (3,07 m). Este fato pode ser atribuído, principalmente, ao aumento dos teores de potássio no solo e, conseqüentemente, nas plantas.

Bebé et al. (2009), também observaram o mesmo efeito trabalhando com

8ª JORNADA ACADÊMICA
24 a 29 de Novembro de 2014
Campus Universitário de Santa Helena de Goiás

diferentes doses de vinhaça na cultura do milho. Mendes et al. (2010) avaliaram a aplicação do concentrado de vinhaça biodigerida e vinhaça in natura sobre o crescimento de plantas do híbrido de milho DKB 390, e notaram que ambas apresentaram efeito positivo na altura de plantas em relação à testemunha.

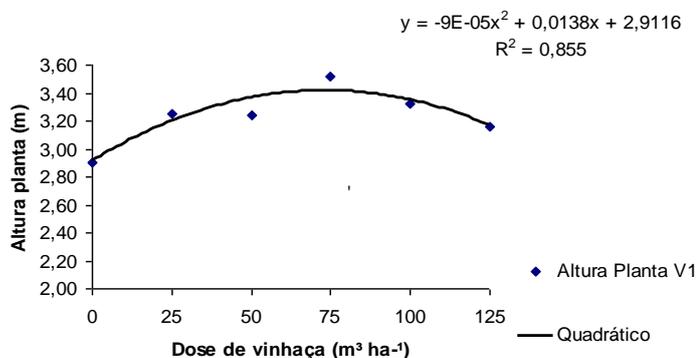


Figura 1 - Altura de plantas de sorgo sacarino referente às diferentes doses de vinhaça.

O número de folhas das plantas de sorgo sacarino também foi influenciado pelas doses de vinhaça. Verifica-se, através da Figura 2, que a variedade BR 506 apresentou ajuste quadrático. Percebe-se também que o coeficiente de determinação da variável mostrou que 97% da variação no número de folhas ocorreu em função das doses de vinhaça aplicada, e a dose correspondente a $75 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ foi a que promoveu maiores incrementos no número de folhas.

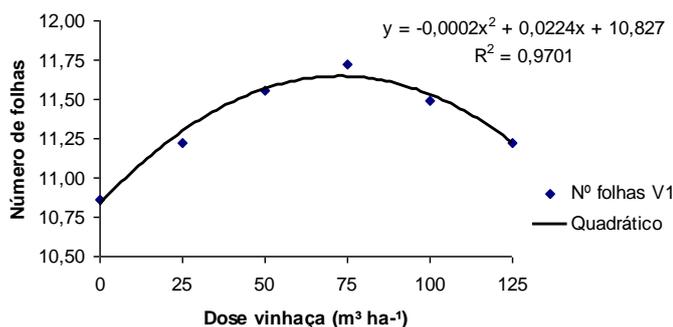


Figura 2 - Número de folhas do sorgo sacarino referente às diferentes doses de vinhaça.

Para os dados do diâmetro de caule das plantas submetidas a diferentes doses de vinhaça, o modelo de regressão que melhor se ajustou ao conjunto de dados foi o quadrático. À medida que ocorreu aumento das doses de vinhaça, houve incrementos no diâmetro de caule das plantas até a dose de $75 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça, a partir dessa dose ocorreu decréscimo do diâmetro. O diâmetro médio apresentado pela variedade BR 506 foi de 16,4 mm. Segundo

8ª JORNADA ACADÊMICA
24 a 29 de Novembro de 2014
Campus Universitário de Santa Helena de Goiás

Bandeira et al. (2012), a altura e diâmetro de colmo são características agrônômicas importantes e que compõem os componentes de rendimento, interferindo, direta ou indiretamente na produtividade.

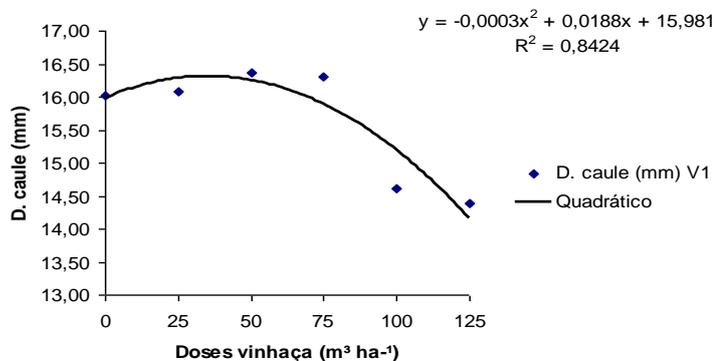


Figura 3 - Diâmetro de caule do sorgo sacarino referente às diferentes doses de vinhaça.

A quantidade de massa fresca da parte aérea variou em função das doses de vinhaça aplicadas. Os dados dessa característica agrônômica se ajustaram ao modelo de regressão quadrático conforme apresentado na Figura 4.

A variedade BR 506 apresentou maior produção de massa fresca da parte aérea, cerca de 75,5 t ha⁻¹ quando foi aplicado 75 m³ ha⁻¹ de vinhaça, para esta variedade doses acima desse valor reduz a produção de massa. Avaliando a cultivar BR 506 Souza et al. (2011) encontraram produção de massa verde variando entre 46,00 e 67,81 t ha⁻¹, quando plantada no outono e no verão respectivamente.

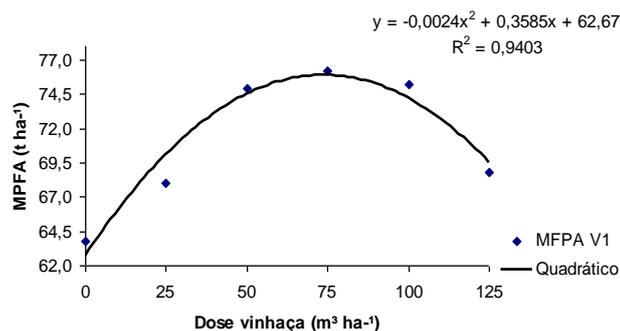


Figura 4 - Massa fresca da parte aérea do sorgo sacarino referente às diferentes doses de vinhaça.

Os dados de produtividade de colmos encontram-se na Figura 5. Nota-se que a variedade estudada apresentou resposta quanto à aplicação de doses crescentes de vinhaça e a equação de regressão que melhor se ajustou foi a quadrática. Esses dados corroboram com os encontrados por Silva et al. (2014), que também estudaram o efeito da aplicação de vinhaça

na produtividade de colmos e verificaram que esta produtividade aumentou em função das doses de vinhaça aplicada no solo, e o modelo matemático ajustado foi o quadrático.

A variedade BR 506 apresentou produtividade máxima em torno de 59,0 t ha⁻¹, nesta variedade a aplicação de vinhaça promoveu incrementos máximos de 9,5 t ha⁻¹ na dose de 75 m³ ha⁻¹ em relação à ausência de aplicação deste biofertilizante.

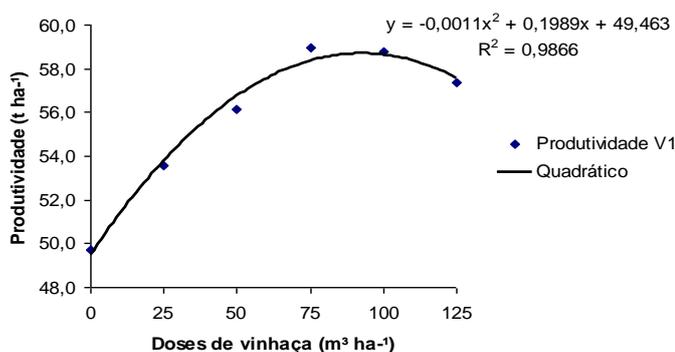


Figura 5 - Produtividade de colmos de sorgo sacarino referente às diferentes doses de vinhaça.

A produção de caldo também foi influenciada positivamente pela aplicação de vinhaça, conforme podemos observar na Figura 6. Verificando-se que a variedade estudada apresentou resposta quadrática com alto coeficiente de determinação. Esse valor demonstra que 94,0% da variação na produção de caldo ocorreu em função das doses de vinhaça aplicada. Esta variedade apresentou produção máxima de caldo em torno de 21 m³ ha⁻¹, o que equivale a 21.000 L ha⁻¹ com a aplicação de 75m³ ha⁻¹ de vinhaça.

Verifica-se que a vinhaça para esta variedade, pode proporcionar incrementos de 4 m³ ha⁻¹ a mais em comparação à não aplicação. Pereira Filho (2012) trabalhou com a mesma cultivar e encontrou volume médio de caldo semelhante ao encontrado no presente trabalho.

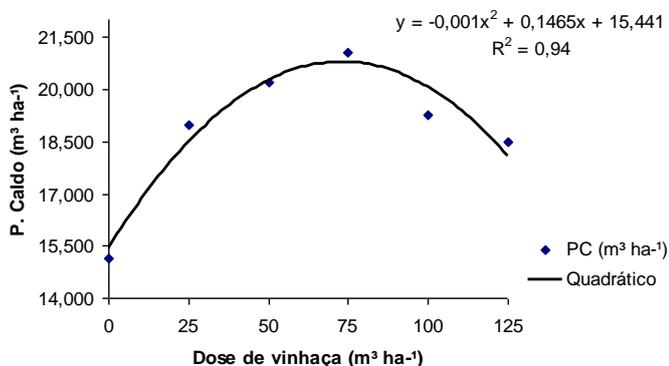


Figura 6 - Produção de caldo de sorgo sacarino referente às diferentes doses de vinhaça.

CONCLUSÕES

8ª JORNADA ACADÊMICA
24 a 29 de Novembro de 2014
Campus Universitário de Santa Helena de Goiás

As características agronômicas do sorgo sacarino apresentaram resposta positiva à aplicação de vinhaça. O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) não foi alterado com a adição de vinhaça.

A dose equivalente a 75 m³ ha⁻¹ promoveu melhor resposta para as características altura de plantas, número de folhas, diâmetro de caule, massa fresca da parte aérea, produtividade de colmos e produção de caldo.

A utilização de vinhaça na cultura do sorgo sacarino é viável, pois se pode reduzir o uso excessivo de fertilizantes mineral, como também evitar o descarte desse subproduto no meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me proporcionar sabedoria, confiança e saúde. Aos meus companheiros de classe e a minha professora e orientadora Me. Patrícia Costa da Silva, por sempre estarem ao meu lado quando mais precisei durante a realização do projeto. E ao programa de Bolsa PBIT/UEG pela bolsa de iniciação científica, me proporcionando recurso financeiro para realização do projeto.

REFERÊNCIAS

- ALMODARES, A.; HADI, M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. **African Journal of Agricultural Research**, v.4, n.9, p. 772-780, 2009.
- BANDEIRA, A. H.; BIONDO, J. C.; BIALAZOR, A.; SILVA, N. G.; MEDEIROS, S. L. P.; EMYGDIO, B. M. Desempenho de genótipos de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura na região Central do Rio Grande do Sul. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29, 2012, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo** p. 2367-2371, 2012. 1 CD-ROM.
- BASSO, C. J.; SANTI, A. L.; LAMEGO, F. P.; VILLA, L. S.; BRIGO, T. J. Vinhaça como fonte de potássio: resposta da sucessão aveia-preta/milho silagem/milho safrinha e alterações químicas do solo na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 596-602, 2013.
- BEBÉ, F. V.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, G. B.; OLIVEIRA, V. S. Avaliação de solo sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 781-187, 2009.

8ª JORNADA ACADÊMICA
24 a 29 de Novembro de 2014
Campus Universitário de Santa Helena de Goiás

DURÃES, F. O. M. Sorgo sacarino: Tecnologia Agronômica e industrial para alimentos e energia. **Agroenergia em Revista**, Brasília, n. 3, p. 14-52, agosto de 2011.

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

MAGALHÃES, V. R. **Influência de doses de vinhaça nas características agronômicas de variedades de cana-de-açúcar, cana-planta, e atributos químicos do solo**. 2010. 89 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG., 2010.

PARRELLA, R. A. C.: Melhoramento genético do sorgo sacarino. **Agroenergia em Revista**, Brasília, n. 3, p. 8, agosto de 2011.

PEREIRA FILHO, I. A.; PARRELLA, R. A. da C.; MOREIRA, J. A. A.; MAY, A. SOUZA, V. F. de; CRUZ, J. C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino em diferentes densidades de semeadura visando à obtenção de etanol. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29, 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo p. 2376-2382, 2012. 1 CD-ROM.

RESENDE, A. S.; SANTOS, A.; XAVIER, R. P.; COELHO, C. H.; GONDIM, A.; OLIVEIRA, O. C.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar e de aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado em características tecnológicas da cultura. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Viçosa, v. 30, p. 937-941, 2006.

MENDES, P. M.; CAZETTA, J. O.; FREITAS, J. C. **Efeito comparativo do concentrado de vinhaça biodigerida com a vinhaça *in natura* sobre o crescimento das plantas de milho**. Jaboticabal, SP. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010.

SILVA, A. P. M. da; BONO, J. A. M.; PEREIRA, F. de A. R.. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.1, p.38-43, 2014.

SOUZA, V. F., PARELLA, R. A., PORTUGAL, A.F. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em duas épocas de plantio no Norte de Minas Gerais visando a produção de etanol. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6, 2011. Búzios, RJ.1 CD-ROM.