

## COMPORTAMENTO DE VARIEDADES DE SORGO EM FUNÇÃO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DENSIDADE DE PLANTAS

K. M. P Silva<sup>1</sup>; H. V. Q. Tomaz<sup>2</sup>; J. F. de Medeiros<sup>3</sup>; R. B. de Lira<sup>4</sup>; J. P. N. da Costa<sup>5</sup>;  
L. L. P. Oliveira<sup>6</sup>

**RESUMO:** O sorgo sacarino *Sorghum bicolor* (L.) vem se destacando como uma cultura bastante promissora para produção de etanol, por apresentar colmos suculentos com altos teores de açúcares fermentáveis. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de variedades de sorgo em função de lâminas de irrigação e densidades de plantio. O delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial com parcelas subdivididas 4 x (5 x 2), sendo quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125 % da ETC), cinco cultivares (IPA 467, IPA SF-15 e BRS Ponta Negra e as sacarinas BRS 506 e BRS 511) e duas densidade de plantio (100.000 e 142.290 plantas ha<sup>-1</sup>). As variáveis avaliadas foram: Altura de plantas, diâmetro do colmo, índice de área foliar, massa verde e massa fresca. A variedade IPA SF-15 apresentou os melhores resultados e alta produtividade de massa verde. A variedade BRS 511 foi a que apresentou a maior produção de massa seca. A lâmina aplicada de 100% da Etc teve desempenho próximo da lâmina 125%, portanto, a recomendação é que a lâmina de 100% é suficiente para atingir níveis de produção satisfatórias.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Sorghum bicolor* (L.) Moench; Biomassa; Alimentação animal

## BEHAVIOR OF VARIETIES OF SORGUM IN THE FUNCTION OF IRRIGATION BLADES AND DENSITY OF PLANTS

**SUMMARY:** The sorghum sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) has been highlighted as a very promising crop for ethanol production, due to the presence of succulent stems with high contents of fermentable sugars. The experiment was carried out at Sítio Roçado Grande, in the Municipality of Upanema / The experiment was carried out in a randomized complete block

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Fitotecnia- UFERSA- Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva, Mossoró RN. CEP: 59.625-900. E-mail: karenmariany@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Agronomia -UFERSA, Mossoró- Rio Grande do Norte. E-mail: halanvieira@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo-UFERSA, Mossoró- Rio Grande do Norte. E-mail: jfmedeir@hotmail.com

<sup>4</sup> Doutor em Manejo de Solo e Água-UFERSA, Mossoró- Rio Grande do Norte. Email: ranierebarbosa@bol.com.br

<sup>5</sup> Doutorando em Fitotecnia-UFERSA, Mossoró- Rio Grande do Norte. E-mail: jp.poty@hotmail.com

<sup>6</sup> Doutoranda em Manejo de Solo e Água- UFERSA, Mossoró- Rio Grande do Norte. E-mail: letissia\_lissia@hotmail.com

design with 4 x (5 x 2) subdivided plots, four of which were slices of Irrigation (50, 75, 100 and 125% of ETC), five cultivars (forage IPA 467, IPA SF-15 and BRS Ponta Negra and saccharins BRS 506 and BRS 511) and two planting densities (100,000 and 142,290 plants ha). The IPA SF-2 was used to determine the number of leaves, leaf area index, green mass and fresh mass, 15 presented The best results and high yield of green mass, followed by BRS 506. The BRS 511 variety was the one that presented the greatest dry mass production. The applied blade of 100% Etc had very close to 125% blade performance, as an exception to the production of green matter. Therefore, the recommendation is that the 100% blade is sufficient to achieve satisfactory production levels.

**KEYWORDS:** *Sorghum bicolor* (L.) Moench; Biomass; Animal feeding

## INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é uma planta C4 com alta taxa fotossintética que vem se destacando como uma cultura bastante promissora para produção de etanol, tanto do ponto de vista agrônômico quanto industrial, por apresentar colmos suculentos com altos teores de açúcares fermentáveis. A maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento, sendo mais tolerante ao estresse hídrico por déficit ou por excesso do que a maioria dos outros cereais, podendo ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo (MAGALHÃES et al., 2003).

A cultura do sorgo apresenta elevada produção de biomassa, rusticidade e maior tolerância ao déficit hídrico em relação ao milho (ALBUQUERQUE et al., 2010). Segundo ALBUQUERQUE & MENDES (2011), a produtividade do sorgo está diretamente relacionada com a quantidade de água no solo disponível à cultura e com a demanda evaporativa da atmosfera. Nestes casos, a utilização de irrigação deficitária pode resultar em aumento positivo na eficiência do uso da água, impactando na produção e na qualidade de grãos e na produção de biomassa.

KLOCKE et al. (2012), verificaram uma resposta linear positiva do rendimento de grãos e a evapotranspiração da cultura (ETc). Observando que a fase crítica de consumo de água pelas plantas de sorgo ocorre durante a emissão da panícula, quando deve ser mantida uma reposição de 100% da ETc; já no período vegetativo, as plantas podem ser mantidas com limitada reposição de água (BAUMHARDT et al., 2007).

Cowley & Smith (1972) verificaram que os rendimentos obtidos na cultura do sorgo sacarino são diretamente influenciados pelo comprimento dos dias e pela radiação solar. Os melhores rendimentos em açúcares por área de cultivo estão estreitamente relacionados com dias mais longos e radiação solar máxima. Então, uma forma de aumentar a interceptação da radiação solar é a escolha adequada do arranjo de plantas. Este arranjo pode ser manipulado pela mudança na densidade de plantas e no espaçamento entrelinhas.

Trabalho conduzido por Albuquerque et al. (2010), envolvendo diferentes arranjos de plantas e duas cultivares, verificaram que a redução do espaçamento entrelinhas e o aumento da densidade de sementeira resultaram em maior produtividade de massa verde. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar comportamento de variedades de sorgo em função de lâminas de irrigação e densidade de plantas

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Sítio Roçado Grande, localizado na Região Oeste do Rio Grande do Norte, no Município de Upanema, onde o clima segundo a classificação de Köppen é 'BSWh' (muito seco, com estação de chuva no verão atrasando-se para o outono), com precipitação média anual em torno de 650 mm.

A sementeira ocorreu no período de outubro/2016, realizada manualmente com auxílio de régua marcadoras. Em cada marcação, foram depositadas uma quantidade superior de sementes de sorgo de acordo com população final de plantas que se desejava, a fim de garantir a germinação de pelo menos o *stand* plântulas. O desbaste das linhas foi realizado aos 21 dias após a sementeira (DAS), deixando-se apenas a população de 7 a 10 plantas/m.

O solo da área experimental foi classificado como um Argissolo (EMBRAPA, 2006), de onde foram retiradas amostras para a caracterização química (Tabela 01). O preparo do solo foi realizado de forma convencional, formando um canteiro para o plantio das sementes em fileira dupla. Foram realizadas pequenas covas onde manualmente eram colocadas as sementes.

**Tabela 01.** Caracterização química do solo, Upanema/RN

Prof.	pH	CE	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB
(cm)	água	ds/m	g/kg	-----	mg/dm <sup>3</sup>	-----	-----	-----	cmolc/dm <sup>3</sup>	-----	-----
0-20	8,08	0,16	8,28	9,9	194,7	86,2	8,7	1,5	0,0	0,0	11,1

pH – em água é determinado na relação solo: água de 1:2,5.

P, Na e K – Extração por Mehlich-1 na relação solo: extrator 1:10

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial com parcelas subdivididas 2 x (4 x 5), com quatro repetições, sendo duas densidades de semeadura (100.000 e 142.290 ptas/ha), quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125 % da ETC) e cinco cultivares (forrageiras, IPA 467, IPA SF-15 e BRS Ponta Negra e; sacarinas, BRS 506 e BRS 511;). O espaçamento utilizado foi de fileiras duplas de 0,35 x 1,05 m e a parcela experimental foi constituída de seis linhas de 5 m de comprimento. A área útil foi formada pelas quatro linhas centrais e em 4 m de comprimento, onde foram coletados todos os dados.

Os tratamentos das lâminas de irrigação foram aplicados através de fitas de gotejamento, em que cada tratamento consistiu de diferentes lâminas de irrigação, aplicadas diariamente. As lâminas definidas de acordo com a ETC e corresponderam a 290, 435, 580 e 725 mm.

Foram avaliados os parâmetros de crescimento sendo eles: Altura de plantas (AP); Diâmetro de colmo (DIAM); Índice de área foliar (IAF); Brix; Produção de massa verde (MV) e Massa seca (MS). A análise estatística foi realizada quando o teste F foi significativo na ANOVA, e então realizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de significância para comparar as médias e aplicou-se análise de regressão para o fator lamina de irrigação.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise de variância dos experimentos demonstrou que não houve efeito ( $P < 0,05$ ) da interação entre variedades e lâminas de irrigação, para todas as características analisadas. Também não houve efeito da população de plantas, portanto procedeu com a média entre as duas populações de plantas. As variedades que mais se destacaram em termos de altura foram as desenvolvidas pelo IPA, que são semi-sacarinas e recomendadas para produção de biomassa e silagem. A IPA SF-15 foi a que obteve a maior altura, com média de 3,20 m, sendo significativamente superior as demais (Tabela 1). Esse valor encontrado ficou dentro do esperado para esta variedade, que é entre 2,50 a 3,50 m.

Para a variedade IPA 467 foi encontrada uma altura média de 3,02 m (Tabela 3). Apesar de ser uma variedade que possui ácido cianídrico (HCN), não representa perigo para alimentação animal, haja vista sua utilização principal ser na forma de silagem, todavia não é recomendável deixar os animais se alimentarem do sorgo muito jovem ou da soca (até 01 metro de altura).

A Figura 2 mostra a curva média de resposta da altura das variedades de sorgo em função das lâminas de água aplicada. Com uma lâmina de 610 mm, a altura pode chegar a 2,70 metros. O sorgo forrageiro é uma alternativa importante para alimentação dos animais principalmente

na zona semi-árida onde a escassez de chuvas é frequente, não permitindo o plantio regular do milho. As variedades sacarinas desenvolvidas pela Embrapa, BRS 506 e BRS 511, não apresentaram diferenças significativas entre si em relação a altura, 2,39 e 2,28 m, respectivamente, sendo superiores apenas da BRS Ponta Negra (1,95 m).

**Tabela 03.** Valores médios para altura de plantas (AP); diâmetro do colmo (DIAM); índice de área foliar (IAF) e sólido solúveis totais (BRX), obtidos a partir da avaliação de cinco cultivares de sorgo, avaliadas em Upanema/RN.

Características	Variedades				
	IPA 467	IPA SF-15	BRS Ponta Negra	BRS 506	BRS 511
AP	3,02 b	3,20 a	1,95 d	2,39 c	2,28 c
DIAM	14,94 b	17,51 a	15,50 b	15,20 b	13,30 c
IAF	2,87 b	5,02 a	4,78 a	3,41 b	3,43 b
BRX	12,99 d	10,00 e	13,92 c	19,08 a	17,67 b

\* Médias seguidas da mesma letra nas linhas são iguais entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação as lâminas de irrigação aplicadas no experimento, não houveram diferenças significativas para AP, IAF e BRX de plantas nas lâminas 75%, 100% e 125% (Tabela 4). A redução da AP foi encontrada apenas na lâmina de 50%, onde a altura média foi de 2,28 m.

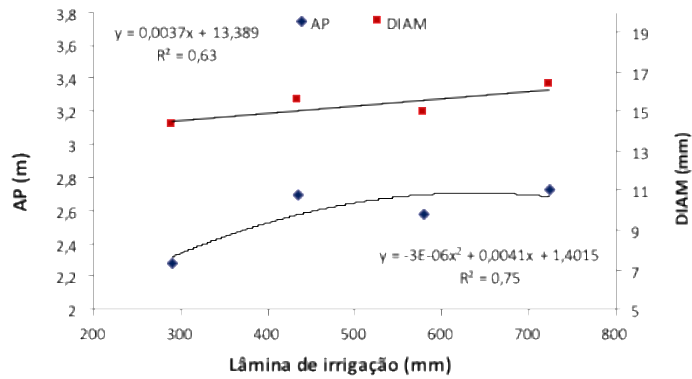
A variável diâmetro do terço médio do colmo, novamente a IPA SF-15 se destacou, obtendo o maior diâmetro com 17,51 mm. Já as variedades IPA SF-15, BRS Ponta Negra e BRS 506 não tiveram diferenças significativas para os valores de diâmetro.

Em relação as lâminas aplicadas, o diâmetro do colmo na lâmina 125% foi significativamente superior a lâmina 100% e 50%. Não foram observadas diferenças significativas entre as lâminas de 100%, 75% e 50%. Uma observação importante, é que o aumento na população de plantas não necessariamente resulta no aumento da massa de colmo por hectare, tendo em vista que o aumento da densidade de plantas pode resultar na redução do seu diâmetro. Na figura 2, estão representadas a curva média de resposta do diâmetro das variedades de sorgo em função das lâminas de água aplicada, com característico efeito linear.

**Tabela 04 -** Valores médios para altura de plantas (AP); diâmetro do colmo (DIAM); índice de área foliar (IAF), sólido solúveis totais (BRX), massa verde (MV) e massa seca (MS) obtidos a partir da aplicação de quatro lâminas de irrigação, avaliadas em Upanema/RN.

Características	Lâminas			
	50%	75%	100%	125%
AP	2,28 b	2,69 a	2,58 a	2,72 a
DIAM	14,31 c	15,59 ab	14,91 bc	16,35 a
IAF	3,31 b	3,88 ab	4,01 a	4,40 a
BRX	14,13 b	15,12 a	15,06 ab	14,61 ab
MV	54,77 c	64,27 b	62,30 b	73,04 a
MS	12,54 b	13,59 b	15,70 a	17,05 a

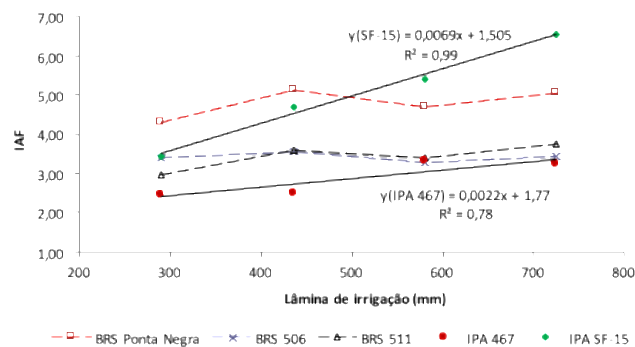
\* Médias seguidas da mesma letra nas linhas são iguais entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 02.** Representação gráfica da equação de regressão estimada para a relação entre altura de plantas (AP) e diâmetro do colmo (DIAM) com as lâminas de irrigação, avaliadas em Upanema/RN.

Os maiores IAF encontrados foram nas variedades IPA SF-15 e BRS Ponta Negra, com 5,02 e 4,78, respectivamente. Esses três índices de crescimento, AP, diâmetro e IAF, contribuíram para a IPA SF-15 se destacar com a maior produção de massa verde, junto da variedade BRS 506. Já nas variedades IPA 467, BRS 506 e BRS 511 não foram encontradas diferenças significativas entre si para o IAF. Diversas variáveis influenciam o IAF, entre essas, o número de perfilhos, o número de folhas verdes, o tamanho e a largura destas folhas, a eficiência fotossintética, além da influência dos genótipos e dos fatores ambientais, incluindo os edáficos.

A Figura 4 mostra a curva média de resposta do IAF das variedades de sorgo em função das lâminas de água. As variedades IPA 467 e IPA SF-15 apresentaram efeito linear. De acordo com Suguitani (2001), a área foliar está correlacionada com a produtividade das plantas, pois as folhas interceptam a luz fotossinteticamente ativa para a realização da fotossíntese, produzindo carboidratos que serão utilizados em todo ciclo fenológico da planta.

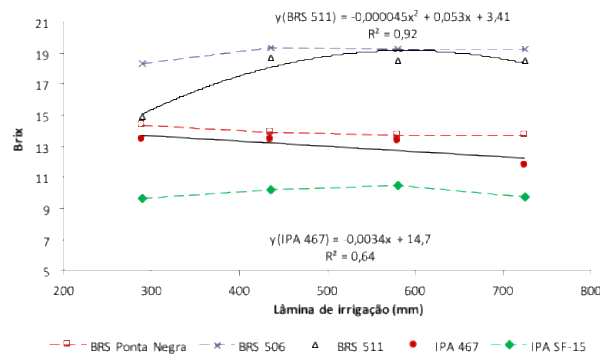


**Figura 03.** Representação gráfica da equação de regressão estimada para a relação entre o IAF e as lâminas de irrigação, das variedades avaliadas em Upanema/RN.

Em relação ao °Brix do caldo, as variedades sacarinas da Embrapa se sobressaíram em

relação as demais. A BRS 506 teve um valor médio de 19,08, sendo estatisticamente superior a BRS 511, que obteve um valor de 17,67. As variedades do IPA foram as que tiveram os menores valores para esse parâmetro, confirmando sua aptidão apenas para a produção de forragem. A IPA 467 teve um valor médio de 12,99 e a IPA SF-15 obteve uma média de 10,00, sendo esse o menor valor encontrado nas variedades estudadas.

Estas características estão relacionadas com o teor de açúcar no caldo, o qual se deseja o maior possível, uma vez que os açúcares são utilizados para produção de etanol. Contudo, deve-se associar os maiores valores de °Brix com maior extração de caldo para se obter maior matéria-prima para produção de etanol.



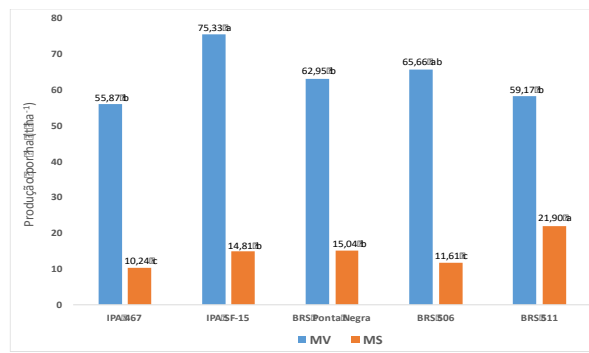
**Figura 04.** Representação gráfica da equação de regressão estimada para a relação entre o BRUX e as lâminas de irrigação, das variedades avaliadas em Upanema/RN.

Foram encontradas diferenças significativas para MV entre as variedades. A variedade IPA SF-15, que chegou a 75,33 t ha<sup>-1</sup>, foi superior a IPA 467, BRS Ponta Negra e BRS 511 (Figura 05). Confirmando assim a sua excelente aptidão para forragem, que em 108 DAP chegou-se a essa alta produção. Já a BRS 506 se destacou também, pois além de obter uma alta produção de MV, 65,66 t ha<sup>-1</sup>, que pode se converter em uma fonte de biomassa para produção de briquetes, é uma variedade sacarina e, portanto, é bastante interessante para produção de etanol.

A BRS Ponta Negra teve resultado semelhante para MV em relação a BRS 506, produzindo 62,95 t ha<sup>-1</sup>. Santos et al. (2007), afirmaram que os resultados obtidos em Apodi, Pedro Avelino e Cruzeta, RN, mostraram o potencial da variedade BRS Ponta Negra como competidora em relação às cultivares avaliadas (entre elas a BRS 506 e IPA 467), além de ser mais precoce e apresentar alto potencial de produção de matéria seca. Dentro desse contexto, pode-se mencionar que a variedade BRS Ponta Negra se aproxima mais do ideal para as condições citadas, semiárido nordestino.

Diferentemente do que ocorreu na produção de MV, a variedade IPA SF-15 não obteve uma alta produção de MS. Isso pode ser explicado pelo fato de que como foi a variedade de maior IAF encontrado, boa parte de sua alta produção de MV foi proveniente das folhas e com isso não se reverteu em um alto rendimento de MS. A variedade que mais se destacou na produção de MS foi a BRS 511, com 21,90 t ha<sup>-1</sup>, sendo superior as demais. Aliado ao fato de ser uma variedade sacarina recomendada para a produção de etanol, essa variedade se torna bastante interessante com dupla aptidão.

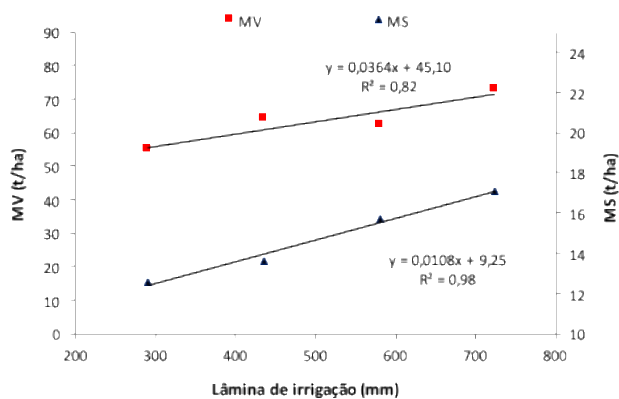
As características altura, diâmetro de colmo e massa verde da parte aérea da planta são influenciadas positivamente pelo aporte hídrico, sendo a cultivar BRS 506 a que apresentou melhores respostas.



\* Médias seguidas da mesma letra na coluna são iguais entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Figura 05.** Valores médios para produção de massa verde (MV) e massa seca (MS), obtidos a partir da avaliação de cinco cultivares de sorgo, avaliadas em Upanema/RN.

A produção de MV foi a única característica em que a lâmina de 125% foi superior significativamente as demais lâminas analisadas, resultado esse já esperado, com uma maior disponibilidade de água a tendência é de maior produção de massa verde. Já em relação a produção de MS, não houveram diferenças significativas entre as lâminas 125% e 100%. Que foram superiores aos resultados encontrados para as lâminas 50% e 75%.



**Figura 06.** Representação gráfica da equação de regressão estimada para a relação entre a produção de massa verde (MV) e massa seca (MS) com as lâminas de irrigação, avaliadas em Upanema/RN



## CONCLUSÕES

A variedade BRS 506 além de possuir boa aptidão para extração de açúcar do colmo, apresentou alta produtividade de massa verde. A variedade BRS 511 foi a que apresentou a maior produção de massa seca, podendo ser utilizada como excelente fonte para produção de briquetes.

A lâmina aplicada de 100% da Etc teve desempenho muito próximo da lâmina 125%, como exceção da produção de matéria verde. Portanto, a recomendação é que a lâmina de 100% é suficiente para atingir níveis de produção e qualidade tecnológica satisfatórios.

## REVISÃO DE LITERATURA

ALBUQUERQUE, C.J.B. et al. Sorgo Sacarino em Diferentes Arranjos de Plantas e Localidades de Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, [s.l.], v. 11, n. 1, p.69-85, 30 abr. 2012. Revista Brasileira de Milho e Sorgo. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v11.n1.p.69-85>.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; MENDES, M. C. Época de semeadura do sorgo forrageiro em duas localidades do estado de Minas Gerais, Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, *Guarapuava*, v.4, n.1 p.116-125. jan/abr 2011.

BAUMHARDT, R. L.; TOLK, J. A.; HOWELL, T. A.; ROSENTHAL, W. D. Sorghum Management Practices Suited to Varying Irrigation Strategies: A Simulation Analysis. *Agronomy Journal*, Madison, v.99, p.665-672, 2007.

COWLEY, O. H.; SMITH, B. S. Sweet sorghum as a potencial sugar crop in south Texas. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGY, 14., 1971, New Orleans, Proceedings..., New Orleans: [s.n.], 1972. p. 628-633.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306p.

KLOCKE, N. L.; CURRIE, R. S.; TOMSICEK, D. J.; KOEHN, J. W. Sorghum yield response to deficit irrigation. *Transaction of the ASABE*, St. Joseph, v.55, n.3, p.947-955, 2012.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. Ecofisiologia da produção de sorgo. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 86).

SANTOS, F. G.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; LIMA, J. M. P.; PITTA, G. V. E.; CASELA, C. R.; SILVA, FERREIRA, A. S. BRS Ponta Negra Variedade de Sorgo Forrageiro. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 6 p. (Comunicado Técnico, 145).

SUGUITANI, C.; MATSUOKA, S. Efeitos do fósforo nas características industriais e na produtividade agrícola em cana-de-açúcar (cana-planta) cultivada em duas regiões do estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28., 2001, Londrina. Ciência do solo: fator de produtividade competitiva com sustentabilidade; resumos.... Londrina: SBCS, 2001. p. 119.