

**Melhor arranjo de plantas para os genótipos de sorgo sacarino BR 506 e BR 511 visando à produção de etanol****Better plant arrangement for the sweet sorghum genotypes BR 506 and BR 511 aimed at ethanol production**

DOI: 10.34188/bjaerv3n2-021

Recebimento dos originais: 20/01/2020

Aceitação para publicação: 30/03/2020

**Lília Sichmann Heiffig del Aguila**

Doutora em Fitotecnia / Pós Doutora em Agronomia pela ESALQ / USP

Instituição: Embrapa Clima Temperado

Endereço: Rua Sadi Escouto Leal, 564 - Bairro Lindóia, Pelotas - RS, Brasil

E-mail: lilia.sichmann@embrapa.br

**Rafael Kunh Gehling**

Engenheiro Agrônomo pela FAEM/UFPEL

Instituição: Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel"/ Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Rua Dr. Bezerra de Menezes, 1509 - Bairro Py Crespo, Pelotas - RS, Brasil

E-mail: rafael\_k.gehling@hotmail.com

**Tatielen de Fátima Marafão Caputo**

Engenheira Agrônoma pela FAEM/UFPEL

Instituição: Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel"/ Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Rua José Antonio Coelho, 510, casa 1 - Vila Mariana, São Paulo - SP, Brasil

E-mail: tatiroani@gmail.com

**Juan Saavedra del Aguila**

Doutor em Agronomia / Pós Doutor em Ciências Biológicas pela ESALQ / USP

Instituição: Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) / Campus Dom Pedrito

Endereço: Rua 21 de Abril, 80 - Bairro São Gregório, Dom Pedrito - RS, Brasil

E-mail: juanaguila@unipampa.edu.br

**RESUMO**

A mudança climática do mundo é uma realidade do século XXI, tendo o homem como principal agente desta mudança, ao utilizar combustíveis fósseis para gerar energia e se transportar; ante esta mudança climática apresenta-se duas possibilidades de enfrentamento, a primeira a mitigação destas mudanças e a segunda é a adaptação a estas mudanças. No caso da mitigação das mudanças climáticas, podemos ter a redução da utilização de combustíveis fósseis e o aumento e/ou utilização de substitutos energéticos, como é o caso dos biocombustíveis. Nesta linha de pensamento, o sorgo sacarino apresenta alto potencial para produzir biomassa e assemelha-se à cana-de-açúcar, por apresentar colmos suculentos com altos teores de açúcares fermentescíveis. Por todo o anterior, propôs-se este trabalho com o objetivo de avaliar a produtividade de massa verde, a produtividade e a qualidade do caldo de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas. Na área experimental da Embrapa Clima Temperado, na Estação Terras Baixas, em Capão do Leão/RS, foi conduzido o experimento conforme o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3 x 2 com três repetições, sendo duas cultivares - BRS 506 e BRS 511, três densidades de plantas (120, 140 e 160 mil plantas ha<sup>-1</sup>) e dois espaçamentos entre linhas (0,50 e 0,70

m), semeado em 16/12/2015 e colhido em 06/05/2016. Cada parcela, independente da população de plantas, correspondeu a um retângulo com 2,8 m de largura e 5,0 m de comprimento, configurando área de 14,0 m<sup>2</sup>. Foram avaliados os seguintes caracteres: produtividade de massa verde (folhas + colmo - em t ha<sup>-1</sup>), produtividade de caldo (em t ha<sup>-1</sup>), eficiência de extração (%) e quantidade de açúcares parciais presentes no caldo (°Brix). Os efeitos estatisticamente significativos pelo teste F aplicado à análise de variância foram analisados pelo teste de Tukey a 5%. Preliminarmente concluiu-se que, os arranjos de plantas estudados não acarretam diferenciação na produção de massa verde, na produção de caldo e na quantidade de açúcares parciais presentes no caldo (°Brix) para os genótipos de sorgo sacarino BR 506 e BR 511.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor* (L.) Moench, combustíveis fósseis, câmbio climático, biocombustível, sustentabilidade.

## ABSTRACT

Climate change in the world is a reality of the 21st century, with man as the main agent of this change, when using fossil fuels to generate energy and to transport; In the face of this climate change, there are two possibilities for coping, the first is the mitigation of these changes and the second is adaptation to these changes. In the case of mitigating climate change, we can reduce the use of fossil fuels and increase and / or use of energy substitutes, as is the case with biofuels. In this line of thought, sweet sorghum has a high potential to produce biomass and is similar to sugar cane, as it presents succulent stems with high levels of fermentable sugars. For all the above, this work was proposed with the objective of evaluating the green mass productivity, the productivity and the quality of the juice of cultivars of sweet sorghum in different plant arrangements. In the experimental area of Embrapa Clima Temperado, at Terras Baixas Station, in Capão do Leão / RS, the experiment was carried out according to the experimental design in randomized blocks, in a 2 x 3 x 2 factorial scheme with three replications, two cultivars - BRS 506 and BRS 511, three plant densities (120, 140 and 160 thousand plants ha<sup>-1</sup>) and two spacing between rows (0.50 and 0.70 m), sown on 12/16/2015 and harvested on 05/06 / 2016. Each plot, regardless of the plant population, corresponded to a rectangle 2.8 m wide and 5.0 m long, configuring an area of 14.0 m<sup>2</sup>. The following characters were evaluated: green mass productivity (leaves + stem - in t ha<sup>-1</sup>), broth productivity (in t ha<sup>-1</sup>), extraction efficiency (%) and amount of partial sugars present in the broth (°Brix). The statistically significant effects by the F test applied to the analysis of variance were analyzed by the Tukey test at 5%. It is preliminarily concluded that the studied plant arrangements do not lead to differentiation in the production of green pasta, in the production of broth and in the amount of partial sugars present in the broth (°Brix) for the sweet sorghum genotypes BR 506 and BR 511.

**Keywords:** *Sorghum bicolor* (L.) Moench, fossil fuels, climate change, biofuel, sustainability.

## 1 INTRODUÇÃO

A demanda por etanol é crescente e deve aumentar ainda mais nos próximos anos em função do expressivo aumento do número de veículos bicombustíveis em circulação no país e expectativa de aumento dessa frota. Além disso, a indústria de bioplásticos, produzidos a partir de derivados da cana-de-açúcar, vem ganhando força no mercado nacional com adesão de empresas como Brasken, Tetra Pak e Nestlé Brasil, que passaram a adotar embalagens sustentáveis fabricadas a partir de bioplásticos.

No Brasil, a produção de etanol está alicerçada na cultura da cana-de-açúcar, que é vista como uma das culturas capazes de suprir parte dessa demanda. No entanto, considerando sua magnitude, apostar no monocultivo da cana-de-açúcar e na centralização da produção em alguns estados, não parece uma estratégia adequada, pois a cana-de-açúcar apresenta exigências edafoclimáticas que restringem seu cultivo em diversas regiões do país e, em especial, no Rio Grande do Sul.

Atualmente, o RS possui participação pouco expressiva no setor sucroalcooleiro, mas com potencial para incremento, tanto em área quanto em produtividade.

O sorgo sacarino tem sido apontado como uma das matérias-primas renováveis capaz de contribuir para o aumento da competitividade do etanol brasileiro, seja para uso como cultura complementar à cana-de-açúcar e/ou para plantio em áreas consideradas marginais para a cana, seja para áreas que não tenham sido contempladas no zoneamento de riscos climáticos para a cultura. Com isso, a capacidade instalada das grandes usinas seria otimizada, pois estas passariam a ter matéria prima para a produção de etanol na entressafra da cana-de-açúcar, bem como para áreas de reforma de canaviais, diminuindo ou evitando períodos de ociosidade das usinas e, conseqüentemente, reduzindo os custos de produção.

Sendo o sorgo uma planta de metabolismo C<sub>4</sub>, os processos de bioconversão de energia são mais efetivamente afetados ambientalmente por radiação; concentração de CO<sub>2</sub>, disponibilidade hídrica, nutrientes e temperatura. Características importantes para a produtividade e rendimento de colheita como número de colmo por planta; estatura de planta e diâmetro de colmo; comprimento e a largura das folhas e arquitetura da parte aérea, sendo a expressão destes caracteres influenciados pelas condições meteorológicas e pelo manejo e tratamentos culturais (MARCHIORI, 2004).

O sorgo sacarino apresenta, dentre outras, as seguintes vantagens: ciclo curto (quatro meses); cultura totalmente mecanizável (do plantio à colheita); produz grãos (2,5 t ha<sup>-1</sup>), úteis para a alimentação humana e animal ou produção de biocombustível; bagaço para cogeração de energia (calor e bioeletricidade), forragem para animais, ou condicionador de solos, contribuindo para um balanço energético favorável (PARELLA et al., 2011).

Apesar do excelente potencial da cultura do sorgo sacarino para produção de etanol, existem lacunas de pesquisa com a cultura no estado do Rio Grande do Sul. Neste contexto, propôs-se este trabalho com o objetivo de avaliar a produtividade de massa verde, a produtividade e a qualidade do caldo de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Na área experimental da Embrapa Clima Temperado, na Estação Terras Baixas, em Capão do Leão/RS, foi conduzido o experimento conforme o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3 x 2 com três repetições, sendo duas cultivares - BRS 506 e BRS 511, três densidades de plantas (120, 140 e 160 mil plantas ha<sup>-1</sup>) e dois espaçamentos entre linhas (0,50 e 0,70 m), semeado em 16/12/2015 e colhido em 06/05/2016.

As principais características destas duas cultivares são:

BR 506: grande versatilidade, resistência a estiagens, alta qualidade de forragem e alto potencial de produção de massa verde. Apresenta excelente potencial de produção de biomassa e de silagem de alta qualidade, com baixo custo de produção, além de apresentar insensibilidade ao fotoperiodismo. Adaptada à produção de massa em sistemas de agricultura familiar. Apresenta porte alto, ciclo de 120 a 130 dias, colmo com alto teor de açúcares, boa produção de grãos e de silagem com alto padrão fermentativo. Seu potencial produtivo é de 1.500 kg/ha de grãos e 50 toneladas de colmo por hectare. Recomenda-se essa cultivar para as regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Centro Oeste. Observação: Bagaço equivalente ao da cana para geração de energia (EMBRAPA, 1998).

BR 511: estabilidade de produção, altos teores de açúcares fermentescíveis no caldo (média de 20° Brix), com ótimo padrão de fermentação, associados ao baixo custo de produção e alto potencial de produção de colmos (média de 60 t ha<sup>-1</sup>) (PARELLA et al., 2011).

Cada parcela, independente da população de plantas, correspondeu a um retângulo com 2,8 m de largura e 5,0 m de comprimento, configurando área de 14,0 m<sup>2</sup>.

Foram avaliados os seguintes caracteres: produtividade de massa verde (folhas + colmo - em t ha<sup>-1</sup>), produtividade de caldo (em t ha<sup>-1</sup>), eficiência de extração (%) e quantidade de açúcares parciais presentes no caldo, expresso em °Brix, esta última variável resposta também é conhecida como Sólidos Solúveis Totais (SST) e, estes sólidos solúveis são constituídos principalmente por açúcares, em uma percentagem que vai de 75 a 90%.

Os efeitos estatisticamente significativos pelo teste F aplicado à análise de variância foram analisados pelo teste de Tukey a 5%.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, verificam-se os resultados obtidos para as variáveis analisadas no presente experimento. Nota-se que não houve interação significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, seja em relação ao arranjo espacial ou ao genótipo analisado, isto provavelmente devido às condições climáticas no ano agrícola 2015/16, ano de “La Niña”, onde a distribuição das precipitações foi

extremamente prejudicial ao desempenho do sorgo, principalmente nas condições de solo típico de arroz irrigado.

Tabela 1. Valores médios para quantidade de açúcares parciais ou SST presentes no caldo ( $^{\circ}$ Brix), produção de massa verde (folhas + colmo – em  $t\ ha^{-1}$ ), produção de caldo ( $t\ ha^{-1}$ ) e eficiência de extração (%) para os genótipos BR 506 e BR 511, sob 3 populações de plantas e espaçamentos entrelinhas de 0,5 m e 0,7 m. Capão do Leão-RS, 2016.

Tratamentos	SST ( $^{\circ}$ Brix)	Massa Verde ( $t\ ha^{-1}$ )	Caldo ( $t\ ha^{-1}$ )	Eficiência de Extração (%)
BR 506 0,5 m 120 mil $ha^{-1}$	13,0 a	37,1 a	23,0 a	62
BR 506 0,5 m 140 mil $ha^{-1}$	12,7 a	40,1 a	24,8 a	62
BR 506 0,5 m 160 mil $ha^{-1}$	13,2 a	43,6 a	28,2 a	65
BR 511 0,5 m 120 mil $ha^{-1}$	14,7 a	44,6 a	27,3 a	61
BR 511 0,5 m 140 mil $ha^{-1}$	14,2 a	22,6 a	14,1 a	63
BR 511 0,5 m 160 mil $ha^{-1}$	14,5 a	43,0 a	27,0 a	63
BR 506 0,7 m 120 mil $ha^{-1}$	14,2 a	31,9 a	20,0 a	63
BR 506 0,7 m 140 mil $ha^{-1}$	13,9 a	34,9 a	21,4 a	61
BR 506 0,7 m 160 mil $ha^{-1}$	12,9 a	37,5 a	22,0 a	59
BR 511 0,7 m 120 mil $ha^{-1}$	14,8 a	40,3 a	24,4 a	60
BR 511 0,7 m 140 mil $ha^{-1}$	14,6 a	34,9 a	21,0 a	60
BR 511 0,7 m 160 mil $ha^{-1}$	14,3 a	34,1 a	19,3 a	56
CV (%)	9,0	20,4	21,2	-

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Segundo Teetor et al. (2011), ao avaliar o melhor arranjo de plantas, é importante considerar que os principais componentes de produção de etanol em cultivares de sorgo sacarino são a massa fresca, os sólidos solúveis e a massa do caldo, sendo que tais características podem ser correlacionadas.

Nem a densidade de semeadura, nem o espaçamento acarretaram alterações na produtividade de massa verde e na massa do caldo.

Também, Broadhead & Freeman (1980) não verificaram efeito do aumento da população nos componentes de produção do sorgo sacarino. Assim como, Lueschen et al., (1991) e Wortmann et al. (2010) que não reportaram efeito na produção de biomassa. Já, Albuquerque et al. (2010), ao avaliar os espaçamentos 50; 70; 90; e 110cm e populações de 100.000, 150.000, 200.000 e 250.000 plantas  $ha^{-1}$  para as variedades de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 507 em diferentes locais, observaram que o aumento da população em até 250.000 plantas  $ha^{-1}$  propiciou incrementos na produtividade de biomassa verde.

#### 4 CONCLUSÕES

Os arranjos de plantas estudados não acarretam diferenciação na produção de massa verde, na produção de caldo e na quantidade de açúcares parciais presentes no caldo ( $^{\circ}$ Brix) para geótipos de

sorgo sacarino BR 506 e BR 511, nas condições experimentais.

#### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa de iniciação científica do primeiro autor. A FAPERGRS pela bolsa de iniciação científica do terceiro autor.

#### REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C.J.B. et al. Potencial forrageiro de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia, GO. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade**: resumos expandidos. Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.
- BROADHEAD, D.M.; FREEMAN, K.C. Stalk and sugar yield of sweet sorghum as affected by spacing. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, p.523-524, 1980.
- 1 EMBRAPA. Sorgo - BRS 506. In: Soluções Tecnológicas, 1998. In: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/478/sorgo---brs-506>
- LUESCHEN, W.E.; PUTNAM, D.H.; KANNE, B.K.; HOVERSTAD, T.R.. Agronomic practices for production of ethanol from sweet sorghum. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 4, p. 619-625, 1991.
- MARCHIORI, L.F. **Influência da época de plantio e corte na produtividade de cana-de-açúcar**. 2004. 277 f. Tese (Doutorado) - ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.
- PARELLA, R.A.C. et al. BRS 511 – Variedade de Sorgo Sacarino para Produção de Etanol. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2011. (Comunicado Técnico nº 196)
- TEETOR, V.H.; DUCLOS, D.V.; YOUNG, K.M.; CHAWHUAYMAK, J.; RILEY, M.R.; RAY, D.T. Effects of planting date on sugar and ethanol yield of sweet sorghum grown in Arizona. **Industrial Crops and Products**, Tucson, v. 34, n. 2, p. 1293-1300, 2011.
- WORTMANN, C.S.; LISKA, A.J.; FERGUSON, R.B.; LYON, D.J.; KLEIN, R.N.; DWEIKAT, I. Dryland performance of sweet sorghum and grain crops for biofuel in Nebraska. **Agronomy Journal**, Madison, v. 102, p. 319-326, 2010.