

**Arranjo de Plantas para Cultivares
de Sorgo Sacarino Visando à
Produção de Etanol**



ISSN 1678-2518

Novembro, 2017

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 272

Arranjo de Plantas para Cultivares de Sorgo Sacarino Visando à Produção de Etanol

Beatriz Marti Emygdio
Lilia Sichmann Heiffig Del Aguila
Ricardo Valgas
Ana Paula Schneid Afonso da Rosa

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-Presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto: *Bárbara C. Cosenza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Nathália Coelho (estagiária)*

Foto de capa: *Beatriz Emygdio*

1ª edição

Obra digitalizada (2017)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

A773 Arranjo de plantas para cultivares de sorgo sacarino
 visando à produção de etanol / Beatriz
 Marti Emygdio... [et al.]. - Pelotas: Embrapa
 Clima Temperado, 2017.
 36 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
 Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 272)

1. Sorgo. 2. Sorgo açucareiro. 3. Bioenergia.
4. Competição de variedade. I. Emygdio, Beatriz Marti.
II. Série.

CDD 633.174

©Embrapa 2017

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	13
Conclusões	33
Referências	34

Arranjo de Plantas para Cultivares de Sorgo Sacarino Visando à Produção de Etanol

Beatriz Marti Emygdio¹

Lilia Sichmann Heiffig Del Aguila²

Ricardo Valgas³

Ana Paula Schneid Afonso da Rosa⁴

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o melhor arranjo de plantas para as cultivares de sorgo sacarino BRS 506, BRS 509 e BRS 511, visando à produção de etanol na região sudeste do Rio Grande do Sul (RS). Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Clima Temperado, em dois municípios do RS, entre as safras 2012/13 e 2016/17, totalizando seis ambientes. Foram avaliados dois espaçamentos entre linhas (50 cm e 70 cm) e duas densidades de plantas (120 mil e 160 mil plantas ha⁻¹), em delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. Os caracteres avaliados foram: altura de planta, diâmetro de colmo, produção de biomassa, produção de colmos, produção de caldo e grau Brix. O ambiente de cultivo afetou o desempenho de todas as cultivares, independentemente do arranjo de plantas. O melhor desempenho médio foi obtido com densidade de 160 mil

¹Bióloga, doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

²Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

³Estatístico, mestre em Métodos Numéricos em Engenharia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

⁴Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

plantas ha⁻¹. As cultivares BRS 506 e BRS 511 podem ser cultivadas em ambos os espaçamentos. Já a cultivar BRS 509 apresentou melhor desempenho sob espaçamento de 50 cm entre linhas.

Termos para indexação: agroenergia, bioetanol, população de plantas, espaçamento entre linhas.

Plants Spatial Arrangement to Sweet Sorghum Cultivar Aiming to Ethanol Production

Abstract

The objective of this study was to evaluate the best plants spatial arrangement for sweet sorghum cultivars BRS 506, BRS 509 and BRS 511, aiming ethanol production in Southeast region of Rio Grande do Sul State. Experiments were carried out at Embrapa Temperate Agricultura, in two localities, during 2012/13 and 2016/17 crop seasons, totalizing six environments. A randomized blocks design was used, with two row spacing (50 and 70 cm) and two plant densities (120,000 and 160,000 plants ha⁻¹). The following variables were evaluated: plant height, stem diameter, biomass production, stem production, juice production and brix. The performances of all cultivars were affected by crop environment, regardless of plant arrangement. The 160,000 plants ha⁻¹ density was found to best optimized yield. BRS 506 and BRS 511 cultivars can be cropped in both row spacing. The reduction of row spacing to 50 cm resulted in greater performance of BRS 509 cultivar.

Index terms: agroenergy, bioethanol, plant population, row spacing.

Introdução

A crescente alta nos custos de produção vem afetando o setor sucroenergético brasileiro que, por sua vez, desdobra-se para encontrar soluções que possam minimizá-los, como o aumento de rendimento agrícola e industrial (FERNANDES et al, 2014).

O sorgo sacarino tem sido apontado como uma das matérias-primas renováveis capaz de contribuir para o aumento da competitividade do etanol brasileiro. No entanto, para que o sorgo sacarino seja utilizado como matéria-prima para produção de etanol de primeira geração, em usinas de cana-de-açúcar, como cultura complementar à cana-de-açúcar, seja para uso na entressafra desta ou em áreas de reformas de canaviais, ou ainda para áreas não aptas e ou não destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar, para processamento em microdestilarias, as cultivares de sorgo sacarino precisam atender alguns requisitos mínimos de produtividade e de desempenho para viabilizar a cultura (EMYGDIO et al., 2016).

Em estudo de viabilidade econômica para cultivo do sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar, considerando-se vários cenários de produção de biomassa e de rendimento de etanol, verificou-se que nos níveis de produção considerados médios (entre 50 e 60 t ha⁻¹ de biomassa), mesmo com baixo rendimento de etanol (40 L t⁻¹), ainda seria rentável o cultivo do sorgo sacarino (MIRANDA, 2012).

Associada a uma produtividade mínima de 50 t ha⁻¹ de biomassa, as cultivares de sorgo sacarino precisam alcançar teor de açúcar total (ART) mínimo de 12,5% no caldo, que corresponde, aproximadamente, a um °Brix de 14,25% a 14,5%. Esse nível mínimo de ART e/ou °Brix é desejável para que as leveduras consigam converter completamente esse nível de açúcar em etanol dentro de 6 a 10 horas. Concentrações inferiores resultarão em baixa eficiência de utilização dos tanques

de fermentação, aumentando os custos industriais (SCHAFFERT; PARRELLA, 2012).

Entre os aspectos que podem afetar consideravelmente o desempenho da cultura do sorgo sacarino destaca-se o arranjo de plantas. Trabalhos sobre o manejo do arranjo de plantas na cultura do sorgo sacarino apresentam resultados muito contrastantes, quer seja em função da definição da melhor combinação entre população de plantas e espaçamento entre linhas, quer seja sobre qual desses fatores exerce maior influência sobre parâmetros agronômicos e industriais da cultura. Enquanto alguns autores verificam pouca ou nenhuma influência do aumento na população de plantas sobre as principais variáveis de produção da cultura e grandes efeitos da redução do espaçamento entre linhas (MAY et al., 2012a; FERNANDES et al., 2014; CÂMARA; MEDEIROS, 2013), outros verificam o oposto (ALBUQUERQUE et al., 2012).

Quando cultivado em grande escala, geralmente em usinas que processam cana-de-açúcar, o sorgo sacarino tem sido semeado com espaçamentos variados, geralmente em linhas duplas ou triplas, de modo a adaptar o cultivo para o uso de colhedoras de cana-de-açúcar (MAY et al., 2012b). No entanto, estudos têm demonstrado não haver vantagem alguma na adoção de linhas múltiplas (duplas ou triplas) quanto à produção de biomassa e teor de Brix, sendo vantajoso adotar linhas simples, desde que o espaçamento entre elas permita o uso de colhedoras de cana-de-açúcar (ADAMS et al., 2015).

Por outro lado, quando cultivado em menor escala, na pequena propriedade e/ou para processamento em usinas de pequeno porte, onde a colheita da biomassa total é feita por meio de ensiladeiras automotrizes ou acopladas a tratores, tem sido adotado o cultivo em linhas simples.

Não existe uma recomendação padrão sobre densidade de semeadura para cultivares de sorgo sacarino. Primeiro, porque cada cultivar responde de forma diferenciada ao aumento na população de plantas por hectare; e, segundo, porque pode existir forte interação entre densidade de plantas e espaçamento entre linhas. Esses, por sua vez, são fatores que também interagem em resposta a diferentes ambientes e épocas de semeadura, tornando bastante complexa a definição do melhor arranjo de plantas para uma determinada cultivar.

De acordo com May et al. (2012b), a população de plantas mais recomendada para sorgo sacarino é de 120 mil a 130 mil plantas por hectare, para materiais que perfilham pouco no verão, devendo ser reduzido para 110 mil plantas por hectares, quando a semeadura for realizada a partir de fevereiro/março, em razão da maior probabilidade de perfilhamento das plantas nessa época. Já Albuquerque et al. (2012) verificaram respostas positivas, com incremento em produção de biomassa e de caldo, à medida que se aumentou a densidade de 100 mil para 220 mil plantas por hectares.

Assim, com o objetivo de determinar o melhor arranjo de plantas para cultivares de sorgo sacarino, visando à produção de etanol na região sudeste do RS, conduziu-se o presente trabalho.

Material e Métodos

As cultivares de sorgo sacarino da Embrapa BRS 506, BRS 509 e BRS 511 foram avaliadas, em área experimental da Embrapa Clima Temperado, em dois municípios na região sudeste do Rio Grande do Sul, Pelotas e Capão do Leão, entre as safras 2012/13 e 2016/17. A combinação de safras e municípios totalizou seis ambientes (ambiente 1: Capão do Leão, safra 2012/13; ambiente 2: Pelotas, safra 2012/13; ambiente 3: Capão do Leão, safra 2013/14; ambiente 4: capão do Leão, safra 2014/15; ambiente 5: Pelotas, safra 2015/16; e ambiente 6:

Capão do Leão, safra 2016/17). A cultivar BRS 509 foi avaliada somente nos ambientes 4, 5 e 6. O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de 5 m. Para as avaliações agronômicas foram colhidas as duas linhas centrais, como área útil. Foram avaliados quatro arranjos de plantas que tiveram origem na combinação de duas densidades de semeadura, 120 mil e 160 mil plantas ha^{-1} , e dois espaçamentos entre linhas, normal (70 cm) e reduzido (50 cm).

As cultivares foram avaliadas quanto a caracteres agronômicos e industriais. Os caracteres agronômicos avaliados foram: diâmetro do colmo (mm), altura de planta (cm), produção de biomassa total [folhas + colmo + panícula (t ha^{-1}) e produção de colmos (sem folhas e sem panícula (t ha^{-1})). Os caracteres industriais avaliados foram: sólidos solúveis totais (°brix em %) e produção de caldo, extraído a partir de colmos limpos (L t^{-1}). Para a extração do caldo foram colhidos ao acaso oito colmos. Esses, após a retirada das folhas e da panícula, foram desintegrados e homogeneizados. Posteriormente, retirou-se uma subamostra de $500 \pm 0,5$ g para extração do caldo em prensa hidráulica. A amostra foi submetida à pressão mínima e constante de 250 kgf/cm^2 durante o tempo de 1 minuto. O caldo extraído da subamostra teve seu peso (g) e volume (mL) determinado. Para determinação dos sólidos solúveis totais (°brix) usou-se o caldo extraído na prensa hidráulica, para leitura direta em refratômetro digital.

Para comparação dos tratamentos foi feita análise da variância em esquema fatorial simples 4×6 (arranjos $\times$ ambientes), para as cultivares BRS 506 e BRS 511, e em esquema fatorial simples 4×3 para a cultivar BRS 509. Após, procedeu-se ao teste de comparação de médias, segundo Scott-Knott, no nível de 5% de probabilidade de erro.

Para avaliar o desempenho médio de cada cultivar, para cada caráter, considerando-se o conjunto de ambientes, em resposta às variações no espaçamento entre linhas, para ambas as densidades e, em resposta às densidades de plantas, para ambos os espaçamentos, procedeu-se à análise de efeitos de interação e de efeitos principais. Nos casos em que a interação não foi significativa, foi feita a comparação dos efeitos principais, por meio do teste de Tukey. Para condução das análises estatísticas, usou-se o programa Genes, versão Windows (CRUZ, 2001).

Ainda que ferramentas de análises estatísticas tenham sido usadas para identificar diferenças entre os arranjos de plantas para cada uma das variáveis estudadas, para verificar o grau de precisão dos experimentos e o nível de significância das diferenças encontradas, para fins de indicação do melhor arranjo de plantas para cada cultivar de sorgo sacarino, visando à produção de etanol, prevaleceu como critério de seleção o critério de metas mínimas (descrito no item Introdução), estabelecido para algumas variáveis, com foco na viabilidade econômica da cultura e na eficiência dos processos de fermentação.

Resultados e Discussão

Os desempenhos das cultivares BRS 506, BRS 509 e BRS 511, para caracteres agrônômicos e industriais, submetidas a quatro arranjos de plantas, em seis diferentes ambientes encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 1, 2 e 3.

De maneira geral, com base nas análises estatísticas realizadas, as diferenças ambientais exerceram maior influência sobre o desempenho das cultivares, para um mesmo caráter, do que propriamente os diferentes arranjos de plantas (Tabelas 1, 2 e 3). A magnitude dessas diferenças também chama atenção. Para

uma mesma cultivar em um mesmo tratamento, ou seja, mesmo espaçamento entre linhas e mesma população de plantas, algumas diferenças observadas entre ambientes foi próxima ou superior ao dobro, especialmente para produção de biomassa e de colmos (Tabelas 1, 2 e 3).

Resultados semelhantes foram observados por Albuquerque et al. (2012), ao avaliarem duas cultivares de sorgo sacarino, em três ambientes de MG, sob diferentes arranjos de plantas. Os autores verificaram influência das diferentes localidades sobre o desempenho das cultivares, independentemente do arranjo de plantas adotado. Da mesma forma, Fernandes et al. (2014), avaliando diferentes arranjos de plantas sobre o desempenho de sorgo sacarino, em diferentes épocas de semeadura, concluíram haver maior influência destas sobre o desempenho produtivo, em detrimento dos diferentes arranjos de planta testados.

Para a cultivar BRS 506, os melhores desempenhos médios para caracteres agronômicos (altura de planta, diâmetro do colmo, produção de biomassa e de colmos) foram observados nos ambientes 2, 5 e 6. Nesses ambientes, em média, foi possível verificar maior altura de planta e maior diâmetro de colmo, refletindo positivamente nas produções de biomassa e de colmos (Tabela 1).

Para os caracteres industriais, produção de caldo e sólidos solúveis totais, os melhores desempenhos médios foram obtidos, respectivamente, nos ambientes 1, 3 e 5; e 2, 4 e 6, coincidindo apenas parcialmente com os desempenhos observados para os caracteres agronômicos (Tabela 1).

Tabela 1. Desempenho da cultivar de sorgo sacarino BRS 506 submetida a diferentes arranjos de plantas, em seis ambientes, visando à produção de etanol. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2017.

Variável	Espaçamento entre linhas (cm)	Densidade (mil plantas ·l)	Ambiente*					
			1	2	3	4	5	6
Altura de planta (cm)	50	120	227 a C	271 a B	220 b C	220 b C	303 a A	300 a A
		160	240 a C	267 a B	258 a B	249 a C	310 a A	297 a A
Média CV (%)	70	120	238 a C	288 a A	263 a B	260 a B	290 a A	303 a A
		160	228 a C	280 a B	272 a B	273 a B	293 a A	310 a A
Diâmetro do colmo (mm)	50		233	277	253	251	299	303
			2,6	6,4	1,8	6,4	4,1	2,5
Média CV (%)	70	120	17,1 a A	17,8 a A	12,2 a B	19,1 a A	17,6 a A	20,9 a A
		160	16,9 a B	16,9 a B	14,4 a B	15,7 a B	17,6 a B	22,6 a A
Produção de biomassa (t ha ⁻¹)	50	120	17,5 a B	17,8 a B	16,6 a B	16,6 a B	18,1 a B	22,4 a A
		160	15,2 a B	17,8 a B	16,4 a B	17,0 a B	18,1 a B	21,8 a A
Média CV (%)	70		16,7	17,6	14,9	17,1	17,9	21,9
			8,5	17,5	13,3	11,1	9,6	15,8
Média CV (%)	70	120	46,9 b B	72,2 a A	33,5 b B	35,2 b B	74,5 b A	60,1 a A
		160	59,9 a B	65,2 a B	47,5 a B	53,7 a B	87,7 a A	60,7 a B
Média CV (%)	70	120	64,0 a A	59,7 a A	45,5 a B	45,8 b B	68,8 b A	61,4 a A
		160	67,0 a A	60,8 a A	55,8 a A	57,2 a A	59,3 b A	61,8 a A
Média CV (%)	70		59,5	64,5	45,6	48,0	72,6	61,0
			6,5	18,0	8,8	12,7	9,3	16,3

Continua...

...continuação Tabela 1

Variável	Espaçamento entre linhas (cm)	Densidade (mil plantas ⁻¹)	Ambiente*					
			1	2	3	4	5	6
Produção de colmos (t ha ⁻¹)	50	120	34,7 b C	53,2 a B	25,1 b C	32,3 b C	62,1 b A	48,3 a A
		160	46,5 a C	48,5 a C	36,2 a D	41,4 a D	70,0 a A	56,3 a B
	70	120	47,8 a A	45,9 a A	33,8 a B	37,2 b B	53,1 b A	49,4 a A
		160	50,1 a B	45,5 a B	41,7 a B	47,0 a B	60,0 b A	49,1 a A
Média			44,8	48,3	34,2	38,2	61,3	58,8
CV (%)			6,2	16,8	8,7	12,0	8,5	16,2
Produção de caldo (L t colmos ⁻¹)	50	120	640 a A	543 a B	653 a A	460 c C	653 a A	613 a A
		160	657 a A	515 a B	667 a A	662 a A	660 a A	620 a A
	70	120	650 a B	480 a D	640 a B	567 b C	693 a A	627 a B
		160	607 a B	499 a D	640 a B	567 b C	693 a A	647 a B
Média			639	509	658	564	675	627
CV (%)			9,3	17,3	8,9	14,5	8,8	7,5
Sólidos solúveis totais (°Brix)	50	120	14,3 a C	16,6 b B	14,0 a C	17,2 a B	13,1 a C	19,5 a A
		160	13,6 a B	18,1 a A	14,2 a B	13,9 b B	14,0 a B	19,2 a A
	70	120	13,7 a C	18,2 a B	14,9 a C	18,0 a B	13,8 a C	20,2 a A
		160	14,1 a B	18,2 a A	14,2 a B	18,1 a A	13,8 a B	19,2 a A
Média			14,0	17,8	14,3	16,8	13,7	19,5
CV (%)			5,9	11,6	10,9	11,0	6,3	2,5

* Ambiente 1: Capão do Leão – safra 2012/13; ambiente 2: Pelotas – safra 2012/13; ambiente 3: Capão do Leão – safra 2013/14; ambiente 4: capão do Leão – safra 2014/15; ambiente 5: Pelotas – safra 2015/16 e ambiente 6: Capão do Leão – safra 2016/17.

** Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e de mesma letra maiúscula da linha, por variável, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Para a cultivar BRS 509, com exceção da variável sólidos solúveis totais, todas as demais manifestaram melhor desempenho médio nos ambientes 2 e 3, que coincidem com os ambientes 5 e 6 das demais cultivares. Isso porque a cultivar BRS 509 foi avaliada em apenas três ambientes (safras 2014/15, 2015/16 e 2016/17) (Tabela 2).

Para a cultivar BRS 511, os melhores desempenhos médios, para os caracteres agrônômicos, foram obtidos nos ambientes 5 e 6. Para os caracteres industriais, produção de caldo e sólidos solúveis totais, os melhores desempenhos médios foram alcançados, respectivamente, nos ambientes 1 e 5, e 2 e 6 (Tabela 3).

Quanto à influência dos diferentes arranjos de plantas sobre os caracteres avaliados, para todas as cultivares, poucas diferenças estatisticamente significativas foram observadas, e isso somente em alguns ambientes. De maneira geral, e especialmente quando as diferenças detectadas foram significativas, os piores desempenhos foram obtidos com densidade de 120 mil plantas por hectare no espaçamento de 50 cm entre linhas (Tabelas 1, 2 e 3).

Diâmetro do colmo e produção de caldo foram os caracteres menos afetados pelas variações de densidade de plantas e espaçamentos entre linhas para todas as cultivares. Por outro lado, os caracteres mais afetados não foram exatamente os mesmos para todas as cultivares, reforçando que a recomendação do melhor arranjo de plantas deve ser definido para cada cultivar, já que elas respondem de forma diferenciada às variações, em função, principalmente, da arquitetura de plantas, plasticidade e capacidade de perfilhar.

Assim, para a cultivar BRS 506, os caracteres mais afetados pela variação no arranjo de plantas foram produção de biomassa e produção de colmos, tendo sido verificadas diferenças em quatro dos seis ambientes, enquanto que para os demais caracteres as diferenças foram significativas em apenas um ou dois ambientes.

Nos ambientes em que os diferentes arranjos de plantas afetaram de forma diferenciada o desempenho da cultivar BRS 506, as piores produções de biomassa e de colmos foram obtidas sob densidade de 120 mil plantas por hectares, em espaçamento de 50 cm, ambientes 1 e 3 e, sob mesma densidade, em ambos os espaçamentos, no ambiente 4. No ambiente 5, que apresentou o melhor desempenho médio, em comparação aos demais, as produções de biomassa e de colmos foram excelentes, situando-se entre os níveis médio (entre 50 e 70 t ha⁻¹) e alto de produção (acima de 80 t ha⁻¹), conforme as classificações de Miranda (2012), que estabelece cenários para o alcance da viabilidade econômica da cultura, em função de diferentes níveis de produção. Assim, nesse ambiente, o melhor desempenho foi sob densidade de 160 mil plantas por hectare, em espaçamento de 50 cm entre linhas, onde a produção de biomassa foi superior a 80 t ha⁻¹ (Tabela 1). No entanto, todos os demais arranjos de planta promoveram produções de biomassa e de colmos capazes de viabilizar economicamente a cultura do sorgo sacarino nesse ambiente.

Para o caráter altura de plantas o pior desempenho foi observado nos ambientes 3 e 4, quando a cultivar BRS 506 foi submetida a uma população de 120 mil plantas por hectare com espaçamento entre linhas de 50 cm. O mesmo aconteceu para as variáveis industriais, produção de caldo e sólido solúveis totais, respectivamente, nos ambientes 4 e 2 (Tabela 1).

Para teor de sólidos solúveis totais, nos ambientes 1, 3, 4 e 5 foram observados valores de °Brix abaixo de 14,25% (Tabela 1), o que é indesejável, tendo em vista que °Brix nesse patamar estaria associado a baixo ART (teor de açúcar total) no caldo, resultando em baixa eficiência de fermentação (SCHAFFERT; PARRELLA, 2012). No entanto, esses teores de sólidos solúveis totais abaixo de 14,25% foram observados em ambos os espaçamentos entre linhas e associados às diferentes densidades de semeadura, dependendo do

ambiente, demonstrando não serem os diferentes arranjos de planta determinantes para expressão desse caráter.

Resultados observados por outros autores corroboram essa hipótese. Albuquerque et al. (2012) verificaram reduções no °Brix à medida que se reduziu o espaçamento entre linhas de cultivo. Já May et al. (2012a) verificaram o oposto, aumento nos teores de °Brix com a redução do espaçamento entre linhas, reforçando não haver uma relação clara entre o fator espaçamento entre linhas e o teor de sólidos solúveis totais.

O caráter diâmetro de colmo da cultivar BRS 506 não sofreu alterações estatisticamente significativas, quando submetido a diferentes arranjos de plantas (Tabela 1).

Para a cultivar BRS 509, produção da biomassa foi o caráter que sofreu maiores oscilações à medida que foi submetida a diferentes arranjos de planta. As diferenças foram significativas nos três ambientes em que a cultivar foi avaliada. No ambiente 1, o melhor desempenho foi alcançado com densidade de 160 mil plantas por hectare, em espaçamento de 70 cm entre linhas. No ambiente 2, os melhores desempenhos foram obtidos em espaçamento de 50 cm entre linhas, independentemente da densidade de plantas adotada. No ambiente 3, da mesma forma que para o ambiente 1, o melhor desempenho também foi alcançado com maior densidade de plantas (160 mil), no entanto, nesse caso, em espaçamento reduzido, de 50 cm entre linhas (Tabela 2). O caráter produção de colmos, em resposta aos diferentes arranjos de plantas, teve desempenho similar àquele observado para produção de biomassa nos ambientes 2 e 3.

Tabela 2. Desempenho da cultivar de sorgo sacarino BRS 509 submetida a diferentes arranjos de plantas, em três ambientes, visando à produção de etanol. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2017.

Variável	Espaçamento entre linhas (cm)	Densidade (mil plantas ha ⁻¹)	Ambiente		
			1	2	3
Altura de planta (cm)	50	120	247 b B	297 a A	297 a A
		160	240 b B	307 a A	300 a A
Média CV (%)	70	120	267 a B	300 a A	310 a A
		160	273 a B	267 b B	310 a A
Diâmetro do colmo (mm)	50		257	293	304
			13,4	20,6	6,6
		120	13,9 a B	17,6 a B	24,4 a A
		160	16,6 a A	19,4 a A	21,6 a A
Média CV (%)	70	120	18,8 a B	19,3 a B	23,8 a A
		160	17,4 a A	18,4 a A	21,1 a A
			16,7	18,7	22,7
			5,8	2,2	2,1
Produção de biomassa (t ha ⁻¹)	50	120	37,8 b B	72,1 a A	67,5 b A
		160	44,2 b B	74,1 a A	82,1 a A
		120	46,9 b B	57,4 b A	61,6 b A
		160	55,1 a B	52,4 b B	67,4 b A
Média CV (%)	70		46,0	64,0	69,7
			12,5	11,5	11,6

Continua...

...continuação Tabela 2

Variável	Espaçamento entre linhas (cm)	Densidade (mil plantas ha ⁻¹)	Ambiente		
			1	2	3
Produção de colmos(t ha ⁻¹)	50	120	35,0 a C	66,4 a A	53,4 b B
		160	39,3 a B	62,5 a A	65,6 a A
	70	120	40,6 a A	47,0 b A	49,9 b A
		160	45,6 a A	45,7 b A	54,0 b A
Média CV (%)			40,1	55,4	55,7
			6,3	9,0	6,5
Produção de caldo (L t colmos ⁻¹)	50	120	547 a C	647 a A	600 a B
		160	547 a B	660 a A	640 a A
	70	120	553 a B	687 a A	647 a A
		160	560 a B	660 a A	647 a A
Média CV (%)			552	664	634
			6,5	11,1	6,4
Sólidos solúveis totais (°Brix)	50	120	16,9 b B	15,3 a C	18,4 b A
		160	17,2 b A	14,7 a B	18,7 b A
	70	120	18,1 a B	14,0 a C	19,8 a A
		160	19,1 a A	14,5 a B	20,0 a A
Média CV (%)			17,8	14,6	19,2
			4,4	14,0	5,8

* Ambiente 1: Capão do Leão – safra 2014/15; ambiente 2: Pelotas – safra 2015/16 e ambiente 3: Capão do Leão – safra 2016/17.

** Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e de mesma letra maiúscula da linha, por variável, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade de erro.

As interações observadas para alguns caracteres, entre os diferentes arranjos de plantas e os ambientes, chamam atenção. Por exemplo, a densidade de 160 mil plantas por hectares, em espaçamento de 70 cm entre linhas, promoveu o melhor desempenho para altura de planta e produção de biomassa no ambiente 1. No entanto, no ambiente 2, esse mesmo arranjo de plantas promoveu os piores desempenhos para os mesmos caracteres (Tabela 2). Esses resultados demonstram que as condições ambientais são preponderantes na determinação do potencial produtivo da cultura.

Quando se associa às análises estatísticas o critério de metas mínimas preconizado por Durães et al. (2012), para as cultivares de sorgo sacarino da Embrapa, correspondendo a 50 t ha⁻¹ de produção de biomassa e teor de sólidos solúveis totais acima de 14,25 %, e ainda os cenários de produção de biomassa definidos por Miranda (2012), visando à viabilidade econômica da cultura, percebe-se que, nos ambientes 2 e 3, todos os diferentes arranjos de plantas permitiram produções de biomassa acima de 50 t ha⁻¹ (Tabela 2).

Para o teor de sólidos solúveis totais, os melhores desempenhos foram obtidos no espaçamento de 70 cm entre linhas, independentemente da densidade de semeadura, nos ambientes 1 e 3 (Tabela 2). No ambiente 2, ainda que diferenças estatisticamente significativas não tenham sido detectadas, o teor de sólidos solúveis totais de 14,0%, alcançado sob densidade de 120 mil plantas por hectare, em espaçamento de 70 cm entre linhas, foi inferior à concentração mínima exigida para que se tenha eficiência nos processos de fermentação (SCHAFFERT; PARRELLA, 2012).

Os caracteres diâmetro de colmo e produção de caldo da cultivar BRS 509 não sofreram alterações estatisticamente significativas, quando submetidos a diferentes arranjos de plantas (Tabela 2).

Para a cultivar BRS 511, produção de colmos e altura de planta foram os caracteres que sofreram maiores oscilações em resposta aos diferentes arranjos de plantas. As diferenças foram significativas, respectivamente, em quatro e três ambientes, dos seis em que a cultivar foi avaliada (tabela 3).

Como já observado para as demais cultivares, não houve prevalência de um determinado arranjo de plantas entre os ambientes. Para o caráter altura de planta, os melhores desempenhos foram obtidos nos ambientes 2 e 3, com espaçamento de 70 cm entre linhas, em ambas as densidades de plantas. Já para o ambiente 6, verificou-se o inverso, melhores desempenhos com espaçamentos de 50 cm entre linhas em ambas populações de plantas (Tabela 3).

Tabela 3. Desempenho da cultivar de sorgo sacarino BRS 511 submetida a diferentes arranjos de plantas, em seis ambientes, visando a produção de etanol. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2017.

Variável	Espacamento entre linhas (cm)	Densidade (mil plantas ha ⁻¹)	Ambiente*					
			1	2	3	4	5	6
Altura de planta (cm)	50	120	240 a B	250 b B	250 b B	253 a B	313 a A	320 a A
		160	228 a D	282 a B	255 b C	240 a D	303 a A	320 a A
Média	70	120	238 a C	278 a B	275 a B	227 a C	293 a A	297 b A
		160	230 a B	290 a A	280 a A	240 a B	293 a A	300 b A
CV (%)			234	275	265	240	301	309
			10,4	22,1	5,6	22,5	23,1	9,8
Diâmetro do colmo (mm)	50	120	18,0 a B	14,7 a B	14,9 a B	18,6 a B	27,3 a A	24,1 a A
		160	15,9 a B	16,9 a B	14,1 a B	17,9 a B	18,3 b B	25,5 a A
Média	70	120	16,5 a B	18,5 a B	15,1 a B	16,9 a B	19,1 b B	23,4 a A
		160	16,7 a B	20,6 a A	16,3 a B	18,6 a B	20,7 b A	23,6 a A
CV (%)			16,8	17,7	15,1	18,0	21,4	24,2
			3,8	4,6	2,9	10,1	2,1	3,1
Produção de biomassa (t ha ⁻¹)	50	120	61,5 a A	37,3 b B	48,1 a B	43,9 a B	65,3 a A	70,1 a A
		160	57,7 a B	66,0 a A	49,3 a B	52,2 a B	76,4 a A	69,7 a A
Média	70	120	76,2 a A	47,1 b B	50,4 a B	47,6 a B	51,4 b B	59,1 a B
		160	71,1 a A	60,1 a A	60,4 a A	55,9 a A	66,3 a A	63,7 a A
CV (%)			66,6	52,6	52,1	49,9	64,9	65,7
			8,7	9,1	10,2	16,1	17,8	9,4

Continua...

...continuação Tabela 3

Variável	Espaçamento entre linhas (cm)	Densidade (mil plantas ha ⁻¹)	Ambiente*					
			1	2	3	4	5	6
Produção de colmos (t ha ⁻¹)	50	120	47,7 b B	27,4 b C	36,3 b C	39,5 a C	61,5 a A	60,2 a A
		160	43,7 b B	49,1 a B	35,9 b B	46,0 a B	57,3 a A	57,3 a A
	70	120	58,0 a A	36,6 b B	36,8 b B	40,0 a B	40,7 b B	48,4 a A
		160	54,3 a A	48,0 a A	48,0 a A	46,9 a A	57,2 a A	51,2 a A
Média			51,0	40,3	39,3	43,1	54,2	54,3
CV (%)			11,7	33,4	8,3	9,6	18,8	9,2
Produção de caldo (L t ⁻¹ colmos ⁻¹)	50	120	647 a A	485 a C	640 a A	560 a B	660 a A	647 a A
		160	637 a A	483 a C	627 a A	547 a B	620 a A	633 a A
	70	120	643 a A	501 a B	627 a A	533 a B	667 a A	627 a A
		160	637 a A	503 a C	607 a B	533 a C	660 a A	607 a B
Média			641	493	625	543	652	629
CV (%)			11,0	33,5	8,5	9,2	18,1	9,0
Sólidos solúveis totais (°Brix)	50	120	15,1 b B	19,9 a A	15,0 a B	18,5 a A	15,4 a B	19,2 b A
		160	15,9 a B	18,5 a A	15,0 a B	18,5 a A	15,0 a B	19,1 b A
	70	120	16,0 a B	19,3 a A	14,9 a B	19,2 a A	15,4 a B	20,3 a A
		160	14,6 b C	19,2 a B	14,9 a C	19,3 a B	14,9 a C	20,4 a A
Média			15,4	19,2	15,0	18,9	15,2	19,8
CV (%)			11,2	34,7	6,0	9,0	6,8	6,2

* Ambiente 1: Capão do Leão – safra 2012/13; ambiente 2: Pelotas – safra 2012/13; ambiente 3: Capão do Leão – safra 2013/14; ambiente 4: capão do Leão – safra 2014/15; ambiente 5: Pelotas – safra 2015/16 e ambiente 6: Capão do Leão – safra 2016/17.

** Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, e de mesma letra maiúscula da linha, por variável, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Para produção de biomassa, em que as diferenças foram significativas (ambientes 2 e 5), os piores desempenhos foram observados com densidade de 120 mil plantas por hectare. Para produção de colmo, nesses mesmos ambientes, o comportamento foi similar. Já no ambiente 1 prevaleceu espaçamento de 70 cm entre linhas, em ambas densidades, conferindo melhor desempenho (Tabela 3).

Produção de biomassa é uma das variáveis a qual deve se somar às análises estatísticas, e análises de viabilidade técnica como parâmetro para definição do melhor arranjo de plantas. Assim, cabe destacar que nos ambientes 1, 3, 4 e 6, onde diferenças estatísticas não foram encontradas, os diferentes arranjos de planta proporcionaram mudanças nos patamares de produção de biomassa capazes de alterar a viabilidade econômica da cultura, segundo os critérios definidos por Miranda (2012). No ambiente 3, por exemplo, o espaçamento de 70 cm entre linhas proporcionou produções de biomassa nos níveis médio-baixo (acima de 50 t ha^{-1}), com 120 mil plantas por hectares, e médio-alto (acima de 60 t ha^{-1}) com 160 mil plantas por hectare (Tabela 3). Já os desempenhos observados no espaçamento de 50 cm entre linhas, em ambas as densidades de plantas, promoveram desempenhos inferiores a 50 t ha^{-1} , portanto abaixo do nível mínimo para viabilidade econômica e, além disso, abaixo das metas mínimas de produção de biomassa estabelecidas para cultivares da Embrapa, segundo Durães et al (2012).

Para sólidos solúveis totais, diferenças estatisticamente significativas foram encontradas somente nos ambientes 1 e 6. No entanto, de maneira geral, os teores de sólidos solúveis totais observados foram altos, e em todos os ambientes estiveram acima dos padrões mínimos (de 14,25%) necessários para que se tenha eficiência nos processos fermentativos (Tabela 3).

Da mesma forma que para a cultivar BRS 509, os caracteres produção de caldo e diâmetro de colmo foram os menos afetados pelos

diferentes arranjos de plantas (Tabela 3).

Com base nos resultados apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3, ficou evidente não só a grande influência das condições ambientais sobre o desempenho das cultivares, como também a influência dessas variações sobre o modo como cada caráter respondeu aos diferentes arranjos de plantas. No entanto, para que se faça uma recomendação do melhor arranjo de plantas para cada cultivar, capaz de maximizar o potencial produtivo de cada uma delas, visando à produção de etanol, faz-se necessária uma análise que considere o desempenho médio dessas cultivares nos diferentes ambientes.

Nas Figuras 1 e 2, encontram-se os desempenhos médios de cada cultivar, para cada caráter, considerando-se o conjunto de ambientes, em resposta às variações no espaçamento entre linhas, para ambas as densidades (Figura 1), e em resposta às densidades de plantas, para ambos os espaçamentos (Figura 2).

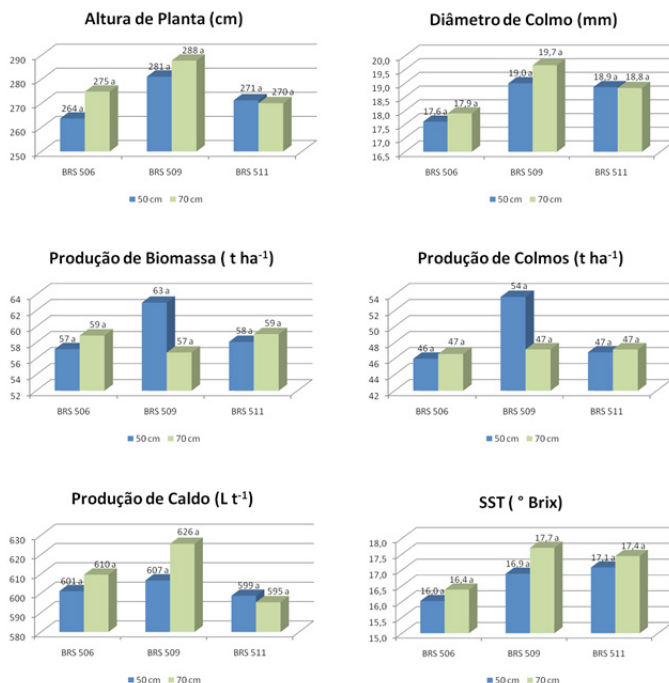


Figura 1. Desempenho médio das cultivares de sorgo sacarino BRS 506, BRS 509 e BRS 511 submetidas a dois espaçamentos entre linhas, reduzido (50 cm) e normal (70 cm), visando à produção de etanol.

Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2017.

* Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna (por cultivar), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Analisando-se as Figuras 1 e 2, verifica-se que, para todas as cultivares, e para a maioria dos caracteres avaliados, diferenças foram encontradas, ficando nítida a predominância de desempenhos superiores sob espaçamento de 70 cm entre linhas, com algumas exceções (especialmente para cultivar BRS 509), e com densidade de semeadura de 160 mil plantas por hectares. Essas diferenças, no entanto, não foram estatisticamente significativas em sua maioria, mas para que se possa fazer uma recomendação do melhor arranjo

de plantas para cada cultivar, deve-se somar à análise estatística os critérios de metas mínimas e os níveis de produção com foco na viabilidade econômica e na eficiência de fermentação, pois a combinação dessas informações pode tornar as diferenças tecnicamente significativas.

Para a cultivar BRS 506, para todos os caracteres avaliados, o melhor desempenho foi obtido com espaçamento de 70 cm entre linhas (Figura 1). No entanto, as diferenças observadas entre os espaçamentos foram pequenas e, além de estatisticamente não significativas, não foram suficientes para alterar o nível de produção de biomassa observado em ambos os espaçamentos, na faixa de 50 t ha⁻¹, considerado médio-baixo de acordo com Miranda (2012). Por outro lado, tanto o espaçamento de 50 cm como o espaçamento de 70 cm entre linhas permitiram o alcance da meta mínima de produção de biomassa, definida para cultivares da Embrapa, de 50 t ha⁻¹, sendo possível a adoção de um ou outro espaçamento, conforme as necessidades e peculiaridades de cada produtor.

Como já discutido anteriormente no que concerne à Tabela 1, para o caráter teor de sólidos solúveis totais, que, juntamente com produção de biomassa, são os caracteres mais importantes na definição do potencial de uma cultivar de sorgo sacarino para produção de etanol, os diferentes espaçamentos entre linhas não afetaram o desempenho desse caráter.

Para cultivar BRS 509, da mesma forma que para BRS 506, houve um predomínio de melhores desempenhos sob espaçamento de 70 cm entre linhas, ainda que estatisticamente não significativos (Figura 1). No entanto, para os caracteres produção de biomassa e de colmo, verificou-se o inverso, melhor desempenho sob espaçamento de 50 cm entre linhas. Neste caso, as diferenças foram tecnicamente significativas, pois permitiram mudanças no patamar de produção de biomassa, que passou de média-baixa (57 t ha⁻¹) para média-alta (63 t ha⁻¹), e de produção de colmos, que passou de baixo (47 t ha⁻¹) para

médio-baixo (54 t ha^{-1}), justificando a recomendação do espaçamento de 50 cm entre linhas, já que, para teor de sólidos solúveis totais, ambos os espaçamentos permitiram °Brix bem acima do mínimo necessário (Figura 1).

Para a cultivar BRS 511 não se verificou diferenças, técnicas e estatísticas, para os diversos caracteres estudados, quando submetidos aos diferentes espaçamentos entre linhas, sendo possível a adoção de ambos, conforme peculiaridades e conveniências de cada produtor (Figura 1).

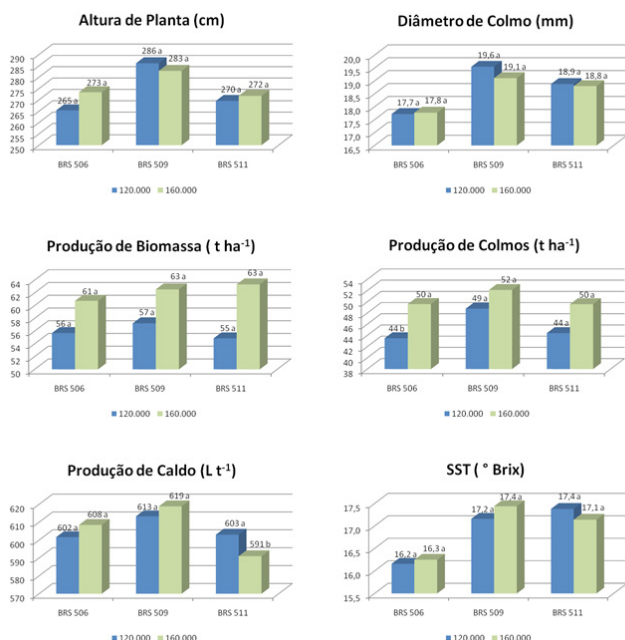


Figura 2. Desempenho médio das cultivares de sorgo sacarino BRS 506, BRS 509 e BRS 511 submetidas a duas densidades de plantas por hectare (120 mil e 160 mil), visando à produção de etanol.

Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2017.

* Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna (por cultivar), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Quanto à influência das diferentes densidades de semeadura verificou-se significância estatística apenas para a cultivar BRS 506, para o caráter produção de colmos, em que o melhor desempenho deu-se com densidade de 160 mil plantas por hectares, e, para a cultivar BRS 511, para o caráter produção de caldo, em que o desempenho superior foi obtido com densidade de 120 mil plantas por hectare (Figura 2).

Para os caracteres produção de biomassa e produção de colmos, as diferenças não foram estatisticamente significativas, no entanto, foram tecnicamente significativas, já que, para todas as cultivares avaliadas, o aumento na densidade de 120 mil para 160 mil plantas por hectare promoveu mudanças no cenário de produção desses caracteres, refletindo na rentabilidade e na viabilidade econômica da cultura, de acordo com os padrões (cenários) estabelecidos por Miranda (2012). Para as três cultivares, o aumento na densidade de plantas fez com que a produção de biomassa passasse do cenário de médio-baixo rendimento (faixa de 50 t ha⁻¹) para um cenário de médio-alto rendimento (faixa de 60 t ha⁻¹) (Figura 2). O mesmo ocorreu para o caráter produção de colmos, que passou de baixo rendimento (faixa de 40 t ha⁻¹) para médio-baixo, à medida que a densidade passou de 120 mil para 160 mil plantas por hectare.

Aumentos na produção de biomassa de três cultivares de sorgo sacarino, à medida que se elevou a população de plantas, tanto sob espaçamento de 50 cm como de 70 cm entre linhas, também foram observados por Emygdio e Chielle (2013). Albuquerque et al. (2012) verificaram relação linear entre produção de massa fresca, em sorgo sacarino, e o aumento na densidade de plantas (de 100 mil para 220 mil) por hectare.

Para os demais caracteres, as diferenças foram muito pequenas e, ainda assim, com predomínio geral de desempenhos superiores sob densidade de 160 mil plantas por hectare. Para cultivar BRS 509,

diferentemente das demais, altura de planta e diâmetro de colmo tiveram um desempenho minimamente superior sob densidade de 120 mil plantas por hectare; no entanto, além de ter significância estatística, isso não se traduziu em maiores produções de biomassa e de colmos, como seria esperado (Figura 2).

Há de se considerar, ainda, que o teor de sólidos solúveis totais não foi afetado pelas variações de densidade de plantas, e todas as cultivares, em ambas as densidades, alcançaram °Brix superior ao mínimo necessário (14,25%) (Figura 2).

Assim, considerando-se os resultados acima expostos, e tendo em vista as vantagens conferidas pelo aumento na densidade de plantas para produção de biomassa e de colmos, é recomendável a adoção de uma densidade de 160 mil plantas por hectare para as cultivares BRS 506, 509 e 511, quando se tratar de cultivo com foco na produção de etanol.

Com base nos resultados apresentados, as condições dos ambientes exerceram influências determinantes no potencial e na viabilidade econômica da cultura do sorgo sacarino na região sudeste do RS.

Da mesma forma, ficou evidente que o fator “densidade de plantas” exerceu maior influência sobre o potencial produtivo das cultivares BRS 506, 509 e 511, quando comparado ao fator “espaçamento entre linhas”. Resultados contrastantes, no entanto, foram observados por outros autores, ao estudarem o desempenho de cultivares de sorgo sacarino em resposta a diferentes arranjos de plantas (CAMARA; MEDEIROS, 2013; MAY et al., 2012a). Esses verificaram maior influência do espaçamento entre linhas, em comparação à densidade de plantas, sobre o desempenho produtivo de cultivares visando à produção de etanol.

Tais aspectos reforçam a necessidade de estudos constantes acerca do arranjo de plantas para cultivares de sorgo sacarino, tendo em

vista que as recomendações são específicas para cada genótipo e fortemente influenciadas pelas condições ambientais.

Conclusões

O ambiente de cultivo afeta parâmetros agrônômicos e industriais das cultivares BRS 506, BRS 509 e BRS 511, independentemente do arranjo de plantas.

O fator densidade de plantas exerce maior influência sobre o potencial de rendimento das cultivares BRS 506, BRS 509 e BRS 511 do que o fator espaçamento entre linhas.

Produção de biomassa e produção de colmos são os caracteres mais afetados pelos diferentes arranjos de plantas.

Para as cultivares BRS 506 e BRS 511, o melhor desempenho médio é alcançado com densidade de 160 mil plantas por hectares, podendo ser espaçadas em 50 cm ou 70 cm entre linhas.

Para cultivar BRS 509, o melhor desempenho médio é alcançado com densidade de 160 mil plantas por hectare, em espaçamento de 50 cm entre linhas.

Referências

ADAMS, C. B.; ERICKSON, J. M.; CAMPBELL, D. N.; SINGH, M. T.; REBOLLEDO, J. P. Effects of row spacing and population density on yield of sweet sorghum: applications for harvesting as billets. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 5, p. 1831-1836, 2015.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; TARDIN, F. D.; PARRELLA, R. A. C.; GUIMARÃES, A. S.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, K. M. J. Sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 1, p. 69-85, 2012.

CÂMARA, T. M. M.; MEDEIROS, D. A. Desempenho agronômico de sorgo sacarino no agreste alagoano em função da densidade e espaçamento de plantio. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 8., 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CIPA, 2013. 1 CD-ROM.

CRUZ, C. D. **Programa genes**: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.

DURÃES, F. O. M.; MAY, A.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Agroindustrial do Sorgo Sacarino no Brasil e a Participação Público-Privada**: oportunidades, perspectivas e desafios. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 76 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 138).

EMYGDIO, B. M.; CHIELLE, Z. G. **Desempenho de cultivares de sorgo sacarino para produção de etanol sob diferentes arranjos de planta.**

Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 23 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa, 190).

EMYGDIO, B. M.; LAMB, C. R.; CHIELLE, Z. G.; ROSA, A. P. S. A.; GARRASTAZU, R. P.; ROTA, A. R. **Avaliação e indicação de cultivares de sorgo sacarino para o RS visando à produção de etanol.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 38 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa, 254).

FERNANDES, P. G.; MAY, A.; COELHO, F. C.; ABREU, M. C.; BERTOLINO, K. M. Influência do espaçamento e da população de plantas de sorgo sacarino em diferentes épocas de semeadura. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 975-981, 2014.

MAY, A.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; SILVA, A. F.; PEREIRA FILHO, I. A. Manejo e tratos culturais. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012b. p. 22-31. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).

MAY, A.; CAMPANHA, M. M.; SILVA, A. F.; COELHO, M. A. O.; PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, E. E.; PEREIRA FILHO, I. A. Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 3, p. 278-290, 2012a.

MIRANDA, R. A. Custo de produção. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. (Ed.). **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa.** Sete

Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p. 106-118. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).

SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. Planejamento industrial.
In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT,
R. E.; PARRELLA, R. A. C. (Ed.). **Sistema Embrapa de Produção
Agroindustrial de Sorgo sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G –
Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo,
2012. p. 85-92. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139).



Clima Temperado

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



CGPE 14057