

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE  
SORGO SACARINO EM DIFERENTES ARRANJOS E  
ÉPOCAS NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE  
DO SUL**

**TESE DE DOUTORADO**

**Silvia Cristina Paslauski Nunes**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SORGO  
SACARINO EM DIFERENTES ARRANJOS E ÉPOCAS NA  
REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**Silvia Cristina Paslauski Nunes**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS), como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Doutor em Agronomia**

**Orientador: Prof. Dr. Sandro Luis Petter Medeiros**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Nunes, Silvia Cristina Paslauski

Produção e qualidade de sementes de sorgo sacarino em diferentes arranjos e épocas na Região Central do Rio Grande do Sul / Silvia Cristina Paslauski Nunes.-2015.  
76 f.; 30cm

Orientador: Prof.Dr.Sandro Luis Petter Medeiros  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2015

1. Sorghum bicolor L. Moench 2. Biocombustíveis 3. Etanol 4. Tecnologias de cultivo 5. Qualidade fisiológica  
I. Medeiros, Prof.Dr.Sandro Luis Petter II. Título.

---

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Silvia Cristina Paslauski Nunes. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: spaslauski@yahoo.com.br

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SORGO SACARINO  
EM DIFERENTES ARRANJOS E ÉPOCAS NA REGIÃO CENTRAL DO  
RIO GRANDE DO SUL**

elaborada por  
**Silvia Cristina Paslauski Nunes**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Doutor em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**



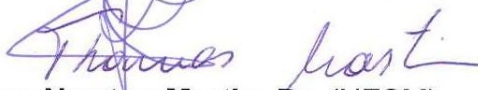
**Sandro Luis Petter Medeiros, Dr.**  
(Presidente/orientador)



**Cleusa Adriane Menegassi Bianchi Krüger, Dra. (UNIJUI)**



**José Antonio Gonzalez da Silva, Dr. (UNIJUI)**



**Thomas Newton Martin, Dr. (UFSM)**



**Rogério Luiz Backes, Dr. (UFSM)**

**Santa Maria, 26 de fevereiro de 2015.**

**Dedico este trabalho**

**As pessoas importantíssimas na minha vida**

**Meus filhos, Eduardo e Mariana, meu orgulho e razão da minha vida**

**Ao meu esposo Ubirajara, meu incentivador, companheiro e meu amor**

**Aos meus pais, Onofre e Wilma pelos seus exemplos de vida**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelas infinitas bênçãos, a mãe Rainha Três vezes admirável, minha educadora e intercessora junto ao pai.

Ao meu esposo Ubirajara e filhos Eduardo e Mariana por estarem sempre ao meu lado, pelo amor, pela paciência e por nunca ter me deixado desistir. Amo vocês!

Aos meus pais Onofre e Wilma, Irmãos Cesar, Sergio, Celso e Silvana e demais familiares pelos exemplos de honestidade, humildade e perseverança.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da Bolsa de Doutorado.

Ao professor Sandro Luis Petter Medeiros, pela orientação, paciência, ensinamentos e exemplo profissional.

Ao professor Ubirajara Russi Nunes pelos preciosos ensinamentos, pela amizade, pelo carinho e apoio durante a realização desse curso e de outros trabalhos.

Ao professor Thomas Newton Martin pelo auxílio e orientação durante o desenvolvimento do projeto e pela presteza e disponibilidade.

Aos amigos e colegas do Laboratório Didático e de Pesquisa em Sementes e do Núcleo de Pesquisas em Ecofisiologia da UFSM: Tiele, Joner, Jucéli, Eduardo, Paula, Ana Paula, Vagner, Fabio Knebel, Fabio Fuhr, Jean, Andriele, Pablo, Fagner, Nayra e Ericmar pela amizade, disponibilidade e auxílio na condução do trabalho.

Aos meus colegas de doutorado Tiago, Viviane e Alana pela amizade, companheirismo e dedicação nas longas horas de estudo, adorei conhecer vocês.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, e não estão nominalmente citados.

**Muito Obrigada!**

## RESUMO

Tese de Doutorado

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Universidade Federal de Santa Maria

### **PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SORGO SACARINO EM DIFERENTES ARRANJOS E ÉPOCAS NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

AUTORA: SILVIA CRISTINA PASLAUSKI NUNES

ORIENTADOR: SANDRO LUIS PETTER MEDEIROS

Santa Maria, 26 de fevereiro de 2015.

A demanda mundial por biocombustíveis/etanol vem aumentando nos últimos anos, o sorgo sacarino é uma alternativa promissora para o aumento da produção de etanol. É uma espécie de crescimento vigoroso, ciclo curto, propagado por sementes e é uma cultura mecanizável. A avaliação de épocas de semeadura e espaçamentos entre fileiras, para produção de sementes do sorgo sacarino permite a caracterização da qualidade fisiológica e a quantificação da produção. O objetivo do trabalho é trazer informações de tecnologias de cultivo mais eficiente na produção de sementes de sorgo sacarino pelo ajuste de épocas de semeadura e espaçamento entre fileiras, bem, como indicação de cultivares mais responsivas para as condições da Região Central do Rio Grande do sul. A pesquisa foi conduzida na área experimental do Departamento de Fitotecnia e as análises da qualidade fisiológica no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria – RS. Foram semeados as cultivares de sorgo sacarino BR506, BR511, BR509 e Fepagro 19. Nas seguintes datas: primeiro ano, 27/10/2012, 28/11/2012 e 18/12/2012 no segundo ano em 16/10/2013, 15/11/2013 e 16/12/2013 em parcelas com 5 m de comprimento, com quatro fileiras, nos espaçamentos de 0,42, 0,50 e 0,70m entre fileiras, com quatro repetições. Foi observado que, todas as cultivares tem potencial para a produção de sementes. O fator época é predominante para a produção de sementes. Semeaduras de novembro e dezembro se mostraram mais promissoras para a produção de sementes de qualidade.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor* L. Moench. Biocombustíveis. Etanol. Tecnologias de cultivo. Qualidade fisiológica.

## **ABSTRACT**

Doctor Thesis

Graduate Program in Agronomy

Universidade Federal de Santa Maria

### **PRODUCTION AND QUALITY OF SWEET SORGHUM SEEDS IN DIFFERENT ARRANGEMENTS AND TIMES AT CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL**

**AUTHOR: SILVIA CRISTINA PASLAUSKI NUNES**

**ADVISER: SANDRO LUIS PETTER MEDEIROS**

Santa Maria, February 26<sup>th</sup>, 2015.

Global demand for biofuels/ethanol has increased in recent years, the sweet sorghum is a promising alternative for the increase of ethanol production. It's species of vigorous growth, short cycle, propagated by seeds and mechanizable culture. The evaluation of sowing dates and row spacing, for production of sweet sorghum seeds allows the characterization of the physiological quality and quantification of production. The objective is to bring information more efficiently in growing technologies for production of sweet sorghum seeds by sowing dates adjustment and line spacing as well as more responsive indication of cultivars for the conditions of the Central Region of Rio Grande do Sul. The research was conducted in the experimental area of the Department of Plant Science and analyzes of physiological quality were made in Didactic Laboratory and Research in seeds of the Federal University of Santa Maria in Santa Maria, RS. Were sown sorghum saccharine BR506, BR511, BR509 and Fepagro 19. On the following dates: first year 27/10/2012, 28/11/2012 and 18/12/2012 and the second year in 16/10/2013, 15/11/2013 and 16/12/2013 and in plots with five meters long, with four rows in the spacings of 0.42, 0.50 and 0.70 meters between rows, with four replications. All cultivars have potential for the production of seeds. The time factor is predominant for the production of seeds. Sowings of November and December were more promising for the production of quality seeds.

**Key words:** *Sorghum bicolor* L. Moench. Biofuels. Ethanol. Growing technologies. Physiological quality.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Valores decêndiais de temperatura média do ar e precipitação pluviométrica durante o período reprodutivo do sorgo sacarino 2012/13 (a) e 2013/14 (b), Santa Maria, RS, 2015.....31
- Figura 2 - Altura das plantas de sorgo sacarino em função do espaçamento entre fileiras em três épocas de semeadura, Santa Maria, RS, 2015.....34
- Figura 3 - Desdobramento da interação época de cultivo x espaçamento para a safra 2012/13 (a) e safra 2013/14 (b) e interação cultivar x espaçamento para a safra 2013/14 (c) para a variável diâmetro do colmo de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015 .....35
- Figura 4 - Produção de panículas por hectare safra 2013/14, de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes espaçamentos, Santa Maria, RS, 2015 37
- Figura 5 - Comprimento de panículas de plantas, para a safra 2012/13 (a) e safra 2013/14 (b), de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015 .....39
- Figura 6 - Diâmetro de panículas de plantas, para a safra 2012/13 (a) e safra 2013/14 (b), de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento Santa Maria, RS, 2015.....41
- Figura 7 - Massa de mil sementes (g), para a safra 2012/13 (a, b, c) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento Santa Maria, RS, 2015.....42
- Figura 8 - Massa de mil sementes (g), para a safra 2013/14 (a, b, c) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento Santa Maria, RS, 2015.....43
- Figura 9 - Produção de sementes (kg ha<sup>-1</sup>), para a safra 2012/13 (a, b c) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento Santa Maria, RS, 2015.....45
- Figura 10 - Produção de sementes (kg ha<sup>-1</sup>), para a safra 2013/14 (a, b c) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento Santa Maria, RS, 2015.....46
- Figura 11 - Valores médios decêndiais de temperatura média do ar e precipitação pluviométrica dos períodos referentes às três épocas de semeaduras nas safras 2012/13(a) e 2013/14(b) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em Santa Maria, RS, 2015 .....59
- Figura 12 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável comprimento da radícula de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS,.....62

Figura 13 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável comprimento do epicótilo de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.....	63
Figura 14 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável massa seca de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.....	64
Figura 15 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável envelhecimento acelerado de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.....	66
Figura 16 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável condutividade elétrica de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.....	67
Figura 17 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável vigor de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.....	69
Figura 18 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável germinação de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise da variância das variáveis altura da planta (ALP, cm), diâmetro do colmo (DC, mm) e número de panículas (NP), Santa Maria, RS, 2015.....	32
Tabela 2 - Resumo da análise da variância das variáveis comprimento das panículas (CP, cm), diâmetro das panículas (DP, cm), produção de sementes (PS, kg ha <sup>-1</sup> ) e massa mil sementes (MMS, g), Santa Maria, RS, 2015.....	32
Tabela 3 - Desdobramento da interação cultivar x época de cultivo para a variável altura da planta de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015 .....	33
Tabela 4 - Desdobramento da interação cultivar x época de cultivo para a variável diâmetro de colmo (mm) de plantas (safra 2013/14) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015 .....	36
Tabela 5 - Número de panículas de plantas de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura, Santa Maria, RS, 2015 .....	37
Tabela 6 - Produção de panículas por hectare (safra 2013/14) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015 .....	38
Tabela 7 - Desdobramento da interação cultivar x época de cultivo para a variável comprimento da panícula de plantas de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura, Santa Maria, RS, 2015 .....	39
Tabela 8 - Desdobramento da interação cultivar x época de cultivo para a variável diâmetro da panícula (cm) de plantas (safra 2013/14) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015 .....	40
Tabela 9 - Resumo da análise de variância dos resultados das avaliação da qualidade fisiológica das sementes de quatro cultivares de Sorgo Sacarino, produzidos na safra 2012/13, em três épocas de semeadura, três espaçamento entre fileiras, variáveis comprimento da radícula (CR cm), comprimento parte aérea (CPA cm), massa seca de plântulas (MS g), vigor (V %), germinação (G %), envelhecimento acelerado (ENV%) e condutividade elétrica (CE S.cm <sup>-1</sup> .g <sup>-1</sup> ), Santa Maria, RS, 2015 .....	60
Tabela 10 - Resumo da análise de variância dos resultados das avaliação da qualidade fisiológica das sementes de quatro cultivares de Sorgo Sacarino, produzidos na safra 2013/14, em três épocas de semeadura, três espaçamento entre fileiras, variáveis comprimento da radícula (CR cm), comprimento parte aérea (CPA cm), massa seca de plântulas (MS g), vigor (V %), germinação (G%), envelhecimento acelerado (ENV%) e condutividade elétrica (CE S.cm <sup>-1</sup> .g <sup>-1</sup> ) Santa Maria, RS, 2015 .....	61

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	13
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
REFERÊNCIAS .....	21
<b>CAPÍTULO I: PRODUÇÃO DE SEMENTES DE QUATRO CULTIVARES DE SORGO SACARINO EM ARRANJO DE PLANTAS E ÉPOCAS DE SEMEADURA.....</b>	<b>24</b>
.	
1.1 Introdução.....	25
1.2 Material e métodos.....	27
1.3 Resultados e discussão .....	30
1.4 Conclusões.....	47
1.5 Referências .....	47
<b>CAPÍTULO II: QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SORGO SACARINO PRODUZIDAS EM DIFERENTES ARRANJOS DE PLANTAS E ÉPOCAS DE SEMEADURA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL.....</b>	<b>51</b>
1.1 Introdução.....	53
1.2 Material e métodos.....	55
1.3 Resultados e discussão.....	59
1.4 Conclusões.....	71
1.5 Referências.....	71
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>75</b>

## INTRODUÇÃO

Sabe-se que a agricultura é uma atividade influenciada pelas condições meteorológicas e que as plantas exigem determinados limites de temperatura do ar nas diferentes fases de desenvolvimento, disponibilidade adequada de água no solo e período seco no estágio entre a maturidade fisiológica e a colheita. Isto implica dizer que, antes de implantar uma atividade agrícola, é imprescindível estudar o desenvolvimento da cultura sob determinadas condições ambientais da região de cultivo pois, quanto mais precisas forem as informações melhor será a seleção de culturas e sistemas de cultivo.

A demanda mundial por combustíveis renováveis tem aumentado nos últimos anos, principalmente, devido à preocupação com a redução de uso dos combustíveis fósseis, bem como, com a diminuição do volume de emissões de gases causadores do efeito estufa. O sorgo sacarino apresenta-se como uma alternativa promissora para a produção do etanol no Brasil, na época da entressafra da cana-de-açúcar e ainda, como uma alternativa agrícola promovendo um sistema integrado de exploração da propriedade rural, objetivando a autossuficiência de energia.

Apesar das informações existentes sobre a cultura do sorgo, ainda há necessidade de muitas pesquisas e investimentos principalmente no que se refere ao sistema de produção e tecnologia de sementes de sorgo sacarino, visando atender as demandas do setor produtivo. Para isso, é importante a identificação de áreas aptas para a produção de sementes desta cultura no Brasil, em especial, no Rio Grande do Sul com a finalidade aumentar as áreas de cultivo. Nesse Estado, existem estudos para a implantação de micro-usinas de produção de etanol. Portanto deve-se atender a demanda de matéria prima na entressafra da cana-de-açúcar, tornando ativas usinas de beneficiamento que estariam paradas neste período e conseqüentemente promover a viabilização da produção de etanol. Além disso, esses estudos poderão ser referência para promover o ganho de produtividade e ainda, fornecer subsídios para a futura definição de estratégias de

gestão territorial e formulação de políticas públicas que visem o aumento da produção de etanol.

O Rio Grande do Sul produz apenas 2% do etanol que consome, havendo áreas aptas ao cultivo do sorgo sacarino. Esta cultura surge como alternativa de matéria prima capaz de contribuir para o aumento da produção de etanol no estado. Estão sendo conduzidas pesquisas para indicação de cultivares aptas a produção de etanol e adaptadas as condições edafoclimáticas do Estado porém, com relação a produção a qualidade de sementes, os resultados, ainda são incipientes. Como a forma de propagação do sorgo sacarino é via sementes, fica evidente a necessidade de implementar um sistema de produção da mesma visando suprir a demanda do mercado. Dentre os fatores que devem ser avaliados antes da instalação da cultura do sorgo sacarino visando maior produção e melhor qualidade fisiológicas das sementes, destacam-se: épocas de semeadura, condições edafoclimáticas, espaçamento entre linhas e cultivares.

Na literatura agronômica existem muitos trabalhos relacionados a produção e tecnologia de sementes das culturas da soja, milho e trigo dentre outras, porém, para a cultura do sorgo e, em especial, para o sorgo sacarino, ainda são escassos os relatos relacionados a qualidade fisiológica, épocas de semeadura, espaçamentos entre fileiras, visando a produção de sementes.

Em virtude da necessidade de informações sobre a produção de sementes de sorgo sacarino essa cultura ainda requer muitas pesquisas e investimentos principalmente no que se refere ao sistema de produção e tecnologia de sementes visando atender as demandas do setor produtivo. O presente trabalho se justifica tendo em vista que trará informações de tecnologias de cultivo mais eficiente na produção de sementes pelo ajuste de épocas de semeadura e espaçamento entre linhas bem como indicação de cultivares mais responsivas para as condições da Região Central do Rio Grande do Sul.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### Sorgo

O sorgo é de origem africana e, é o quinto cereal mais cultivado no mundo depois do trigo, arroz, milho e cevada. No Brasil, o sorgo tem se mostrado como alternativa de grande potencial para as diversas regiões brasileiras. Segundo a Conab (2014), a área plantada de sorgo em 1976 girava em torno de 180 mil hectares e hoje é de aproximadamente 800 mil hectares. A produção de grãos de sorgo na década de 80 girava em torno de 2450 kg ha<sup>-1</sup> atualmente, está em torno de 2860 kg ha<sup>-1</sup>. A maior região produtora do país é o centro-oeste seguido do sudeste, nordeste e sul com um aumento de 400% de área plantada no Brasil, os dados referem-se aos quatro tipos de sorgo granífero, forrageiro, vassoura e sacarino. Embrapa (2012b) cita que, há perspectivas de expansão do cultivo de sorgo sacarino no horizonte de cinco a dez anos.

O *Sorghum bicolor* L. Moench é uma planta da família Poaceae, herbácea com colmos altos e espessos, possui folhas lineares, compridas, largas e abundantes e uma panícula terminal ereta, compacta, multiflora e as semente são do tipo cariopse (FORNAZIERI JUNIOR; KASSAB; BARRERA, 1999). Pertencente ao grupo de plantas C4, suporta elevados níveis de radiação solar, responde com altas taxas fotossintéticas, minimizando a abertura dos estômatos e consequente perda d'água. Assim, o aumento da intensidade luminosa implica em maior produtividade, sempre que as demais condições sejam favoráveis.

O sorgo é cultivado a partir de sementes e apresenta um ciclo vegetativo de aproximadamente 130 dias. É uma planta de dias curtos, de clima subtropical. A panícula localiza-se na parte terminal da planta e o florescimento ocorre de cima para baixo e, em quatro a nove dias após o início do florescimento, tem-se meia floração. O ponto de maturidade fisiológica ocorre quando há máximo acúmulo de massa seca, maiores índices de germinação e vigor são obtidos quando as sementes estão com a umidade em torno de 30%, correspondendo ao intervalo de 35 a 44 dias após a floração (EMBRAPA, 2012a).

A grande maioria dos materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento. Um aumento 5°C em relação à temperatura ótima noturna pode implicar numa redução de até 33% da produtividade, uma vez que ocorre um aumento da taxa de respiração (EMBRAPA, 2006). Eastin (1978) concluiu que, para cada 1°C de aumento na temperatura noturna há uma taxa de aumento de respiração em torno de 14%. A literatura agrônômica relata que existem diferentes valores de temperaturas ótimas, variando com a cultivar. A literatura brasileira, não especifica os valores adequados de temperatura requeridos para ótimo crescimento e desenvolvimento de diferentes cultivares de sorgo sacarino. Estudos tem mostrado que temperaturas superiores a 38°C reduzem a produtividade e que a maioria das cultivares não crescem bem em temperaturas inferiores a 16 °C (EMBRAPA, 2006; LANDAU e SANS, 2008).

Embora, seja considerada uma cultura resistente ao estresse hídrico, o sorgo também sofre efeito do déficit hídrico chegando a reduzir consideravelmente a produtividade quando submetido a condição de estresse severo. O déficit hídrico tem influência direta na taxa fotossintética, a qual está associada diretamente com a produção de grãos. A perda de produtividade em função da exposição da cultura a déficit hídrico varia principalmente em função do estágio fenológico das plantas, do tempo de duração do estresse e do genótipo das plantas e da região. As recomendações de manejo são específicas e devem ser baseadas em informações locais (COELHO, 2011; EMBRAPA, 2011).

O sorgo pode ser cultivado em todo o Rio Grande do Sul. Entretanto, ocorrem variações no rendimento de grãos entre anos e entre regiões. Essas variações são causadas, principalmente, pela ocorrência de deficiência hídrica durante o desenvolvimento da cultura, que pode ser intensa em alguns anos nos meses de final de primavera e início de verão, em particular nas regiões mais quentes. A ocorrência de geadas tardias (agosto e setembro) é outro fator que, embora em menor grau, também pode refletir negativamente na variação de rendimentos. De modo geral, o regime térmico do Estado atende às exigências do sorgo, configurando-se como principal problema a baixa quantidade e irregularidade na distribuição de precipitações de algumas regiões, causando deficiência hídrica, que pode limitar a obtenção de altos rendimentos de grãos, apesar de sua tolerância



ao déficit hídrico ser maior que as demais culturas de primavera-verão cultivadas no Estado. Por isso, tende a ser cultivado em áreas com menor disponibilidade hídrica, onde a produtividade de outros cereais é antieconômica (FEPAGRO e EMATER 2011).

## **Sorgo sacarino**

O sorgo sacarino, um tipo de *Sorghum bicolor* (L.) Moench, apresenta colmos com caldo semelhante ao da cana, rico em açúcares fermentescíveis as variedades de sorgo sacarino são de porte alto entre 2 e 4 metros de altura, e pode servir para produção de etanol na mesma instalação utilizada pela cana-de-açúcar. Trata-se de uma espécie de ciclo rápido (quatro meses), cultura totalmente mecanizável (plantio por sementes, tratos culturais e colheita), alta produtividade de biomassa verde (60 a 80 T ha<sup>-1</sup>), com altos rendimentos de etanol (3.000 a 6.000 L ha<sup>-1</sup>), com bagaço utilizável como fonte de energia (vapor para industrialização e cogeração de eletricidade) ou forragem para animais, contribuindo para um favorável balanço energético. Adicionalmente, o sorgo sacarino produz grãos (2 a 5 T ha<sup>-1</sup>), que apresentam características nutricionais similares às do milho, podendo ser utilizados na alimentação humana ou animal (LIMA; SANTOS; GARCIA, 2011; EMBRAPA, 2012b).

Estima-se que a exigência hídrica do sorgo sacarino para a obtenção do etanol com brix entre 15 e 20% seja semelhante à do milho de ciclo normal (LANDAU e SCHAFFERT 2011). Apesar de sua característica de alta rusticidade é passível de inovação tecnológica e responde intensamente a incrementos no suprimento de água e adubação, alcançando ou superando as produções de massa seca e de grãos normalmente obtidas pela cultura do milho (COELHO, 2011).

O ponto de maturidade fisiológica ocorre quando há o máximo acúmulo de massa seca, sendo que em sementes de sorgo sacarino, maiores índices de germinação e vigor são obtidos quando as sementes estão com a umidade em torno de 30%, correspondendo ao intervalo de 35 a 44 dias após a floração. Estas características de floração e produção de sementes de sorgo sacarino são alteradas por diferentes locais, épocas de semeadura e genótipo (EMBRAPA, 2012a). As plantas são mantidas no campo até as sementes atingirem um teor de água próximo

de 18%, valor ideal para uma colheita que minimiza danos mecânicos, Além do estágio de maturação, o conteúdo de água nas sementes é importante para a sensibilidade delas a temperatura de secagem, garantindo qualidade ao longo do armazenamento (PARELLA e PARELLA, 2011).

A cultura de sorgo sacarino é de fácil instalação. Em sistemas intensivos de cultivo se destaca por suas características de alta produção e boa qualidade alcançadas nos períodos mais quentes do ano. Essa cultura representa uma alternativa promissora para o aumento da produção do etanol no Brasil, principalmente por fornecer matéria prima de qualidade entre os meses de janeiro a abril na entressafra da cana-de-açúcar, período em que ocorre a redução da produção de etanol devido a indisponibilidade de matéria prima nas usinas (LANDAU e SCHAFFERT 2011). O sorgo sacarino, também pode ser adequado em um sistema integrado de exploração da propriedade rural, objetivando a autossuficiência de energia, aliada a outras atividades voltadas para a produção agropecuária (TEIXEIRA; JARDINE; BEISMAN, 1997).

Entretanto, em relação ao cultivo dessa espécie de sorgo, a literatura agrônômica é escassa no que se refere ao manejo da cultura, em especial ao espaçamento, à densidade de semeadura, à época de semeadura e à profundidade de plantio, tanto em sistema de semeadura convencional quanto direta (EMBRAPA, 2012b).

### **Época de semeadura**

Uma das etapas mais importantes na produção agrícola é a obtenção de sementes de alta qualidade que determinará o estabelecimento das plantas e o potencial produtivo das culturas. Um conjunto de fatores ambientais irá definir a época de semeadura para uma determinada região e estes reagem entre si e interagem com a planta, promovendo variações nas características agrônômicas e na qualidade das sementes (CÂMARA, 1991).

Para a obtenção de sementes com qualidade genética e com alto padrão de vigor, a definição da época de semeadura assume importância fundamental neste processo (COSTA et al. 1995). O efeito negativo do ambiente pode ser parcialmente

contornado pelo planejamento da semeadura, de forma que as fases de maturação e colheita se concentrem em condições meteorológicas mais favoráveis (FRANÇA NETO E HENNING 1984). Motta et al. (2000) enfatizam que o estágio de maturação das sementes deverá coincidir com condições de temperaturas mais amenas, associadas a baixos índices pluviométricos. O estudo do potencial de rendimento de grãos e sementes em diferentes épocas de semeadura possibilita a identificação dos fatores ambientais que limitam seu cultivo. Com base no conhecimento e na mensuração dos fatores que interferem no rendimento de grãos, poderão ser traçadas estratégias de manejo e adotadas indicações viáveis, para minimizar ou superar as deficiências verificadas para cada época de semeadura (FORSTHOFER et al. 2006). Dessa forma, Coimbra e Nakagawa (2006), relatam que, em uma região onde as condições climáticas variam no decorrer do ano, para definir as possibilidades de adaptação da cultura há a necessidade da realização de estudos de época de semeadura.

A avaliação de épocas de semeadura para produção de sementes do sorgo sacarino proporciona a obtenção de sementes provenientes de diferentes épocas de colheita, permitindo a caracterização da qualidade fisiológica e a quantificação da produção de sementes de cada época e conseqüentemente obtenção de sementes de elevada qualidade.

## **Espaçamentos entre fileiras**

Avaliando diferentes arranjos de plantas para o cultivar de sorgo sacarino CMSXS 647, May et al. (2012), concluíram que, a alteração no espaçamento entrelinhas e na população de plantas, influenciou o crescimento, resultando em maiores produtividades de biomassa quando cultivada em menores espaçamentos de entre linhas e maiores populações de plantas. Esses autores afirmaram que a redução no espaçamento entre linhas apresenta maior influência no aumento de produção de biomassa fresca de colmos do que a densidade de plantas. Emydio et al. (2011), ao avaliarem o cultivar de sorgo sacarino BR506 concluíram que, independente da população de plantas, há maior produção de colmos por hectare em espaçamento entrelinhas de 50 cm em relação ao espaçamento 70 cm. Resultados semelhantes em relação ao espaçamento entre linhas para o cultivo de

sorgo sacarino foram encontrados por Fernandes (2013), o espaçamento de 50 cm entre linhas resultou em maior produção de biomassa total da parte aérea e massa de caldo, independente da época de semeadura.

## **Qualidade das sementes**

A qualidade das sementes é composta por fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade. A proporção de componentes físicos presentes nos lotes, tais como, sementes puras, sementes silvestres, outras sementes cultivadas e materiais inertes caracterizam a qualidade física. A condição física é caracterizada pelo grau de umidade, tamanho, cor, densidade, aparência, danos mecânicos e danos causados por insetos. A qualidade fisiológica das sementes é normalmente determinada por meio de testes laboratoriais que avaliam a capacidade para desenvolver funções vitais, como germinação, vigor e longevidade (POPINIGIS, 1985). Segundo Aguiar et al. (2001), os aspectos sanitários são indicados como as interferências ocasionadas por microrganismos e pragas na sementes. A sanidade da semente refere-se, primariamente, à presença ou ausência de agentes patogênicos, tais como fungos, bactérias, vírus, nematóides e insetos (BRASIL, 2009).

Os testes de germinação são utilizados para classificação de lotes de sementes de baixa ou alta qualidade e são realizados em condições favoráveis de laboratório, que fornece informações referentes às plântulas normais de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Entretanto, o teste de germinação possui a limitação de ser realizado em condições ótimas, o que normalmente não ocorre no campo por ocasião da semeadura.

Há várias definições para vigor de sementes, não ocorrendo uma única de aceitação comum. Para Delouche e Cardwell (1960) o vigor é o resultado do agrupamento de todos os atributos da semente, de forma que seja obtida emergência rápida e uniforme das plântulas no campo. De acordo com Perry (1972), o vigor é definido como uma propriedade fisiológica condicionada ao genótipo e alterada pelo ambiente resultando na capacidade de originar plântulas capazes de resistir a diversos fatores ambientais. A International Seed Testing Association (ISTA) define vigor como a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividades e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a

germinação e a emergência da plântula (ISTA, 1981). Do ponto de vista da Association of Official Seed Analysts (AOSA) o vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições ambientais (AOSA, 1983).

Testes de vigor, complementares ao teste de germinação podem ser utilizados para estimar a qualidade fisiológica de sementes e o provável desempenho das sementes no campo. Como por exemplo, podem ser mencionados os testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, frio, lixiviação de eletrólitos, deterioração controlada, tetrazólio, sendo a utilização de um ou de outro dependendo do tipo de semente e condição (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999).

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. H. et al. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n.1 p. 134-139, 2001.

AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS. **Seed vigor-testing handbook**. In: The handbook of seed testing. East Lansing, (Contribution 32). 88 p. 1983.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 399 p. 2009.

CÂMARA, G.M.S. **Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento, florescimento e maturação de cultivares de soja** (*Glycine max* (L.) Merrill). 1991. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

COELHO, A.M, Fertilidade do solo exigências nutricionais e adubação do solo do sorgo sacarino. **AGROENERGIA EM REVISTA**. p.18-19, Ano II, n. 3, 51 p, 2011.

COIMBRA, R.A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura, produção e qualidade fisiológica de sementes de milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 53-59, 2006.

COSTA, N.P.; et al. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja no Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 1, p. 107-112, 1995.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento 2014. Versão eletrônica. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/> Acesso em: 10 de fevereiro de 2014.

DELOUCHE, J.C.; CARDWELL, W.P. Seed vigor and vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, v. 50, n. 1, p. 124-129, 1960.

EASTIN, J. D. Photosynthesis and translocation in relation to plant development. In: RAO, N.G.P.; HOUSE, L.R. (Eds.) **Sorghum in Seventies**. New Delhi: Oxford & IBH, p. 214-246. 1978.

EMBRAPA. Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G –Tecnologia Qualidade Embrapa. **Documentos 139** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 119 p. Agosto, 2012a.

EMBRAPA. Sistema Agroindustrial do Sorgo Sacarino no Brasil e a Participação Público Privada: Oportunidades, Perspectivas e Desafios. **Documentos 138** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 77p. Agosto, 2012b.

EMBRAPA. Embrapa Milho e Sorgo - **Sistemas de produção 2** cultivo de sorgo - Embrapa Milho e Sorgo – Clima – Versão eletrônica. 7ª edição. Set./2011. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/> Acesso em: 7 de fevereiro 2014.

EMBRAPA. Embrapa Milho e Sorgo - **Sistemas de Produção, 2-** Cultivo do Sorgo Clima Versão Eletrônica. 2ª edição: Dez. /2006. Acesso [http:// sistemas de produção.cnptia. embrapa.br/](http://sistemas.de.producao.cnptia.embrapa.br/). Acesso em: 9 de fevereiro 2014.

EMYGDIO B.M.; et al. **Desempenho de cultivares de sorgo sacarino para a produção de etanol sob diferentes densidades de plantas**. Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 22 p. 2011.

FEPAGRO e EMATER **Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul**: Safras 2011/2012 e 2012/2013. / Organizado por Lia Rosane Rodrigues e Paulo Regis Ferreira da Silva. – Pesquisa Fepagro, – Porto Alegre – Rio Grande do Sul – Brasil, 140 p. 2011.

FERNANDES, P. G. **Avaliação agrônômica de dois cultivares de Sorgo Sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em Sete Lagoas – MG, 2013**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, RJ. 75 p. 2013.

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. Londrina: Embrapa CNPSo, **Circular Técnica 9**, (INFOTECA-E), 39 p. 1984.

FORNAZIERI JUNIOR, A.; KASSAB, A. L.; BARRERA, P. **Manual Brasil Agrícola**: principais produtos agrícolas. São Paulo: Ícone, p. 493-512, 1999.

FORSTHOFER, E.L.; et al. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2006.

ISTA, INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. Zurich, Switzerland, 72 p. 1981.

KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de Sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, Comitê de Vigor de Sementes. 218 p. 1999.

LANDAU, C.E; SCHAFFERT, E.R. Mapeamento de áreas aptas para o plantio de sorgo sacarino na época da entressafra da cana de açúcar no Brasil **AGROENERGIA EM REVISTA**. Ano II, n. 3, 51 p. Ago. 2011.

MAY, A.; et al. Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa Controle de pragas. **Documentos139** - 1. Sorgo. 2. Recurso energético. 3. Variedade. 4. Energia Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, p. 22-30, 120 p. 2012.

MOTTA, S. I.; et al. Características agrônômicas e componentes da produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p.153-162, 2000.

LIMA, M. A.; SANTOS, T.D.; GARCIA, C.J. viabilidade econômica e arranjos produtivos. **AGROENERGIA EM REVISTA**. p. 43-45, Ano II, n. 3, 51p. Ago. 2011.

LANDAU, C.E; SANS, L.M.A. - Embrapa Milho e Sorgo - **Sistemas de produção 2** cultivo de sorgo - Embrapa Milho e Sorgo – Clima – Versão eletrônica 4ª edição. Set./2008. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/> Acesso em: 21 de janeiro 2015.

PARRELLA, N. N. L. D; PARRELLA, R. A.C Produção de sementes de sorgo sacarino. **AGROENERGIA EM REVISTA**. p.14-15, Ano II, n. 3, 51 p. Ago. 2011.

PERRY, D.A. Seed vigour and field establishment. **Horticultural Abstract**, v. 42, p. 334-342, 1972.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 289 p. 1985.

TEIXEIRA, C. G; JARDINE, J. G; BEISMAN, D. A. Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria. **Ciência Tecnológica Alimentar** [Online]. 1997, vol.17, n.3 [citado 2012-04-17], pp. 248-251. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010120611997000300011&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120611997000300011&lng=pt&nrm=iso)>. ISSN 0101-2061 <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611997000300011>. Acesso em: 09 jan. 2015.

## CAPÍTULO I

### PRODUÇÃO DE SEMENTES DE QUATRO CULTIVARES DE SORGO SACARINO EM ARRANJO DE PLANTAS E ÉPOCAS DE SEMEADURA

#### EFFECTS OF SOWING DATE AND PLANT ARRANGEMENT IN THE SWEET SORGHUM SEED PRODUCTION

**RESUMO:** O sorgo sacarino é uma alternativa promissora para a produção do etanol, para diversas regiões brasileiras. A produção de sementes sofre influência da interação genótipo-ambiente e é maximizada por meio da escolha adequada da época de semeadura e espaçamento entre fileira. O trabalho teve por objetivo caracterizar o potencial de produção de sementes de quatro cultivares de sorgo sacarino provenientes de diferentes épocas de semeadura e espaçamentos entre linhas na depressão Central do Rio Grande do Sul. O trabalho foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS. Foram semeadas as cultivares BR506, BR511, BR509 e Fepagro 19, em três épocas de semeadura, no primeiro ano em: 27/10/2012, 28/11/2012 e 18/12/2012 e, no segundo ano, em 16/10/2013, 15/11/2013 e 16/12/2013 em parcelas com 5 m de comprimento, com quatro fileiras, nos espaçamentos de 0,42, 0,50 e 0,70 m entre fileiras, com quatro repetições. As cultivares BR506, BR509 e BR511 não sofreram influência na produção de sementes em função do espaçamento e do anos de cultivo. A cultivar F19 foi a que apresentou variação na produção de sementes em função do espaçamento, e obteve a maior produção nas tres épocas, dos dois anos de cultivo. A segunda e terceira época (novembro e dezembro) do primeiro ano de cultivo e a segunda época (novembro) do segundo ano de cultivo foram as que apresentaram os melhores resultados de produção de sementes.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor*. Potencial produtivo. Densidade de plantas.



**ABSTRACT:** The sweet sorghum is a promising alternative for the production of ethanol for several Brazilian regions. Seed production can be influenced by the growing environment interaction and maximized through the appropriate choice of sowing date and row spacing. The study aimed to characterize the potential seed production of four sorghum growing from different sowing and row spacing in Central Depression of Rio Grande do Sul. The work was conducted in the experimental area of the Department of Fitotecnia, in the Federal University of Santa Maria in Santa Maria, RS. Were sow BR506, BR511, BR509 and Fepagro 19 growing in three sowing times in the first year on: 27/10/2012, 28/11/2012 and 18/12/2012 and in the second year, 16/10/2013, 15/11/2013 and 16/12/2013 in plots with five meters long, with four rows in the spacings of 0.42, 0.50 and 0.70 meters between rows, with four replications. Three cultivars (BR506, BR509 and BR511) did not showed alterations in seed production in relation to spacing and two years of cultivation. The cultivar F19 showed the variation in seed production in relation to spacing, and had the highest production in the three times, two years of cultivation. The second and third season (November and December), the first year of cultivation and the second season (November) of the second year of cultivation showed the best results of seed production.

**Key words:** *Sorghum bicolor* Productive potential. Plant density

## INTRODUÇÃO

As incertezas a respeito da disponibilidade futura de recursos não renováveis e tensões geopolíticas em regiões produtoras de petróleo têm despertado interesse no mundo pelos biocombustíveis, pois estes são os substitutos mais viáveis para o petróleo, em escala significativa. Os biocombustíveis apresentam futuro promissor, pois a demanda mundial por este tipo de energia tende a crescer e o seu uso é sustentável, além de apresentar oportunidade de aquecimento da economia agrícola (MAY; DURÃES, 2012). Uma alternativa promissora para o aumento da produção do etanol no Brasil, é o sorgo sacarino, podendo fornecer matéria prima de qualidade entre os meses de janeiro a abril, na entressafra da cana-de-açúcar, meses em que as usinas ficam ociosas (LANDAU; SCHAFFERT, 2011).

O sorgo sacarino, um tipo de *Sorghum bicolor* (L.) Moench, assemelha-se a cana-de-açúcar na produção de etanol, armazenando açúcares (glicose, sacarose e frutose) nos colmos, os quais após a extração do caldo originam bagaço que pode ser usado na geração de energia térmica ou elétrica (EMBRAPA, 2012a). Possui

maior teor de açúcares redutores em comparação com caldo de cana, entretanto estudos apontam que não há diferença significativa entre a quantidade total de açúcares solúveis (GOMES; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2011). É uma espécie de crescimento vigoroso e ciclo curto e propagado por sementes e é uma cultura mecanizável. A produção de grão de sorgo sacarino varia de 2 a 5 t ha<sup>-1</sup>, que apresentam características nutricionais similares às do milho, podendo ser utilizados na alimentação humana ou animal (LIMA; SANTOS; GARCIA, 2011; EMBRAPA, 2012b)

Dentre os fatores que afetam a produção e a qualidade das sementes agrícolas podem ser mencionados o genético, as condições ambientais e o manejo da cultura. Para que uma cultura expresse todo o seu potencial genético produtivo são necessárias técnicas de manejos adequadas, para que se tenha um sistema de produção capaz de proporcionar altas produções em diferentes condições e níveis tecnológicos sustentáveis (MAY et al. 2012). O potencial de rendimento de sementes e grãos pode também sofrer influência pela interação genótipo-ambiente e maximizado por meio da escolha adequada da época de semeadura. Argenta, Silva e Sangoi (2001) citam que, fatores associados ao clima da região de cultivo, adequadas práticas de manejo e interceptação da radiação solar influenciam de forma direta no rendimento de grãos e sementes. Com base no conhecimento e na mensuração dos fatores que interferem no rendimento de sementes ou grãos, poderão ser traçadas estratégias de manejo e adotadas indicações viáveis, para minimizar ou superar as deficiências verificadas para cada época de semeadura (FORSTHOFER et al. 2006). Para Câmara (1991) um conjunto de fatores ambientais irá definir a época de semeadura para uma determinada região, estes reagem entre si e interagem com a planta, promovendo variações na qualidade das sementes e, conseqüentemente, na produção.

A instalação de uma cultura deve ser previamente planejada em função do seu ciclo, de modo que a maturação e a colheita não aconteçam em períodos de ocorrência de chuvas, evitando com isso, alterações na qualidade das sementes produzidas. Neste sentido, França Neto e Henning (1984) citam que, o efeito negativo do ambiente pode ser parcialmente contornado pelo planejamento da semeadura, de forma que as fases de maturação e colheita se concentrem em condições climáticas mais favoráveis, sem ocorrência de chuvas. Em regiões nas

quais as condições meteorológicas variam no decorrer do ano, Coimbra e Nakagawa (2006) recomendam a realização de estudos de época de semeadura para definir as possibilidades de adaptação da cultura. Esta situação encontra-se no Rio Grande do Sul, pois apresenta condições meteorológicas distintas ao longo do ano. Portanto, para o cultivo de sorgo sacarino para produção de sementes, esses estudos poderão definir as melhores épocas de semeadura, de modo que as necessidades fisiológicas da planta sejam atendidas.

Diante disso, o estudo teve por objetivo caracterizar o potencial de produção de sementes de quatro cultivares de sorgo sacarino provenientes de diferentes épocas de semeadura e espaçamentos entre fileiras na Depressão Central do Rio Grande do Sul.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) no município de Santa Maria – RS, com altitude média de 95m, latitude 29°43' S e longitude 53°42' W. As avaliações de produção foram realizadas no Núcleo de Pesquisas em Ecofisiologia (NUPEC) da UFSM, nas safras 2012/2013 e 2013/14. Os dados referentes a temperatura, precipitação e vento foram obtidos junto a Estação automática do 8º DISME, localizada no Departamento de Fitotecnia da UFSM. O solo da área é uma transição entre Argissolo Bruno-Acinzentado alítico úmbrico e Argissolo Vermelho distrófico arênico. O clima da região, segundo a classificação de KÖEPPEN, é do tipo Cfa, Subtropical úmido, sem estação seca definida, com verões quentes (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009).

O trabalho foi conduzido com quatro cultivares de sorgo sacarino: BR506, BR511, BR509 e Fepagro 19 (F19) nas safras 2012/13 (1º ano) e 2013/14 (2º ano). Foram realizadas três épocas de semeadura: no primeiro ano em 27/10/2012, 28/11/2012 e 18/12/2013 e no segundo ano nos dias 16/10/2013, 15/11/2013 e 16/12/2013. O preparo do solo, a correção, a adubação e demais tratamentos culturais foram realizados conforme recomendação técnica para cultura e da análise do solo realizada em ambos os anos de cultivo. Foram utilizadas parcelas com 5 m de

comprimento, compostas de quatro fileiras, sendo que, as duas fileiras centrais foram consideradas úteis e as externas as bordaduras. Os espaçamentos entre fileiras foram de 0,42, 0,50 e 0,70 m. Para obter a densidade de 120.000 plantas ha<sup>-1</sup>, foi realizado o desbaste de plantas das fileiras de produção, trinta dias após a emergência das plântulas, permanecendo 25 plantas por metro linear no espaçamento 0,42 m, 30 plantas no espaçamento 0,50 m e 42 plantas no espaçamento 0,70 m. A partir do surgimento da folha bandeira cinco plantas foram marcadas aleatoriamente em uma fileira útil e realizaram-se as avaliações: a) Comprimento da parte aérea (medida a distância entre a superfície do solo e o nó de inserção da folha bandeira no colmo principal). b) Diâmetro do colmo (medido na região do colo da planta no colmo principal com um paquímetro). Estas avaliações ocorreram semanalmente até o grão atingir a consistência leitosa. Neste estágio, as panículas das cinco plantas que estavam sendo avaliadas foram ensacadas, para posteriores avaliações de produção de sementes.

O ponto de colheita foi determinado quando o teor de umidade das sementes atingiram entre 18 e 22%, as panículas anteriormente ensacadas foram identificadas e colhidas. No laboratório, foram avaliados o seu comprimento e o diâmetro utilizando-se uma régua graduada. Separadamente foi realizada a colheita das panículas da segunda fileira útil para a determinação da produção de sementes. As colheitas do 1º ano na primeira época ocorreram nas seguintes datas: 14/03 (BR509 e BR511 nos três espaçamentos), 18/03 (BR506 nos três espaçamentos) e 22/03/2013 (F19 nos três espaçamentos). Na segunda época, foram realizadas em: 18/04 (BR506, BR 509, BR511 e F19 no espaçamento 0,70 m), e 31/04 (BR509 e BR 511 no espaçamentos 0,42 e 0,50 m) e 17/05/2013 (BR506 e F19 nos espaçamentos 0,42 e 0,50 m) e na terceira época nos dias 27/05 (panículas ensacadas dos quatro cultivares nos três espaçamentos) e 31/05/2013 (quatro cultivares nos três espaçamentos na fileira de produção). Na safra 2013/14, as colheitas foram realizadas na primeira época nos dias 24/03 (BR509, BR511) e 01/04/2014 (BR506 e F19), na segunda época nos dias 07/04 (BR509, BR511) e 14/04/2014 (BR506 e F19), e na terceira época em 13/05 (BR509, BR511) e 19/05/2014 (BR506 e F19).

Após a colheita das panículas foi retirada uma amostra de sementes para determinar sua umidade e, posteriormente foram submetidas a secagem até apresentarem teor de umidade de 13%. As panículas foram debulhadas

manualmente e as sementes ventiladas para a retirada das impurezas. As sementes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, previamente identificados e armazenadas em uma sala a temperatura ambiente.

A determinação da umidade das sementes foi realizada pelo teste padrão proposta pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009): método padrão da estufa a  $105 \pm 3^\circ \text{C}$  por 24 horas, onde cada um dos tratamentos foi avaliado por duas subamostras de cinco gramas de sementes, acondicionadas em recipientes metálicos e colocadas em estufa. Após esse período, foram retiradas da estufa, tampados rapidamente colocados em um dessecador para esfriar por aproximadamente 15 min em seguida pesados em balança analítica com precisão de 0,001g. A porcentagem de umidade foi determinada com base na diferença entre massa úmida e seca e o resultado final expresso pela média aritmética em porcentagens das sub amostras.

Para a avaliação de produção de sementes de sorgo sacarino colhidas em diferentes épocas e espaçamento entre fileiras foi considerada a produção total referente a uma fileira útil (fileira de produção) em  $\text{kg ha}^{-1}$ . Para o cálculo de rendimento foi determinada a umidade das sementes, pelo método estufa e corrigida para 13% de umidade (BRASIL, 2009). O processo de extração e limpeza foi realizado de forma semelhante a anteriormente citada. Deste material, foi retirada uma amostra de cada tratamento para verificar a umidade e efetuar a correção para a umidade padrão de 13% obtendo-se então a produção final.

O delineamento experimental adotado foi blocos completamente casualizados, distribuídos em esquema trifatorial ( $4 \times 3 \times 3$ ), com quatro cultivares, três épocas de semeadura e três arranjos de plantas, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise dos pressupostos matemáticos (aditividade, normalidade, heterogeneidade da variância e independência dos erros). As características que violaram as pressuposições foram transformadas em arco-seno  $\sqrt{x/100}$ . Posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância e nas médias que apresentaram significância foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento e, uma forma geral, temperaturas superiores a 38 °C ou inferiores a 16 °C limitam o desenvolvimento da maioria das cultivares (LANDAU e SANS, 2008; EMBRAPA, 2011). Constata-se que (Figuras 1a e 1b) os valores de temperaturas do ar observados no decorrer das três épocas de semeadura nos dois anos de cultivo situam-se dentro da faixa de valores indicados pela literatura como não limitantes a produção do sorgo.

Nos dois anos de cultivo, ocorreram precipitações bem distribuídas ao longo do ciclo da cultura (Figuras 1a e 1b). Na primeira época da safra 2012/13, a precipitação totalizou 874 mm, na segunda 902,4 mm e na terceira 901,3 mm. Na safra 2013/14, os valores foram na primeira época 876,0 mm e de 929,8 segunda e na terceira 697,6 mm. Albuquerque et al. (2011) citam que, no norte de Minas Gerais, o cultivo de sorgo granífero nos espaçamentos de 50 cm e 70 cm entre linhas são necessários precipitações acima de 500 mm ao longo do ciclo da cultura. Segundo Sans; Morais e Guimarães (2003) o consumo de água do sorgo durante o ciclo da cultura, depende principalmente das condições climáticas e de acordo com o seu estágio de crescimento e desenvolvimento. Embora seja uma cultura resistente ao estresse hídrico, o efeito do déficit hídrico é considerado, podendo reduzir a produtividade quando submetido a este estresse. O déficit hídrico tem influência direta na taxa fotossintética, a qual está associada com a produção de grãos. A perda de produtividade em função da exposição da cultura a déficit hídrico varia principalmente em função do estágio fenológico das plantas, do tempo de duração do estresse e do cultivar das plantas e da região e as recomendações ideais de manejo são sitio-específicas e devem ser baseadas em informações locais. (COELHO, 2011; EMBRAPA, 2011). No presente trabalho ressalta-se que os valores de precipitação ocorridos foram suficientes para atender as exigências hídricas da cultura.

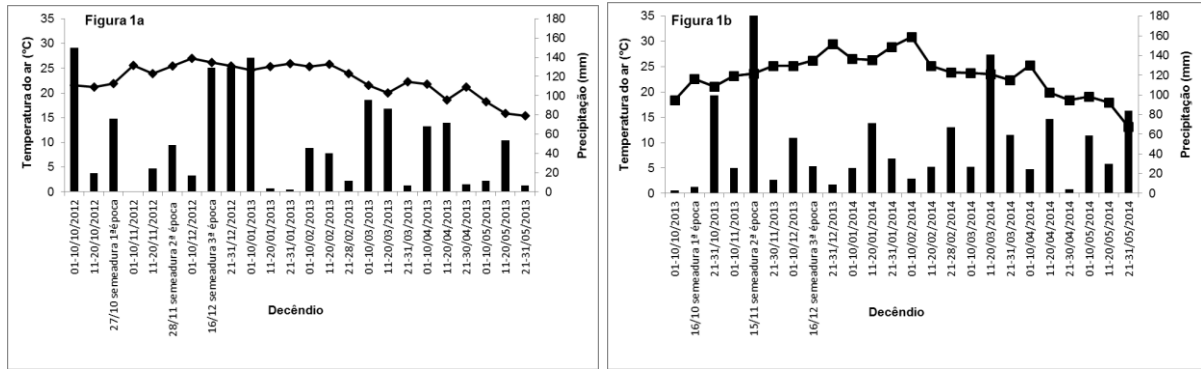


Figura 1 - Valores decêndiais de temperatura média do ar e precipitação pluviométrica durante o período reprodutivo do sorgo sacarino 2012/13 (a) e 2013/14 (b), Santa Maria, RS, 2015.

Ocorreu efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste F na interação tripla para as variáveis produção de sementes (PS) e massa de mil sementes (MMS) nos dois anos de cultivo. Para a interação cultivar e espaçamento houve significância estatística para as variáveis diâmetro do colmo (DC) e comprimento da panícula (CP) no segundo ano de cultivo. A interação época e espaçamento houve efeito significativo nos dois anos para, altura da planta (ALP), diâmetro da panícula (DP) e (DC), para o comprimento da panícula (CP) foi significativo apenas no segundo ano. Para a interação época e cultivar, ocorreu efeito significativo nos dois anos para ALP e CP e para, DC e DP somente no segundo ano de cultivo. Houve efeito significativo para a variável número de panícula (NP) para a fonte de variação época nos dois anos de cultivo, e para cultivar e espaçamento somente no segundo ano (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Resumo da análise da variância das variáveis altura da planta (ALP, cm), diâmetro do colmo (DC, mm) e número de panículas (NP), Santa Maria, RS, 2015.

Fonte de variação	GL	ALP		DC		NP	
		2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14
Época (E)	2	18301,91*	15003,31*	411,59*	35,76*	7227755660,00*	37346386400,00*
Cultivares (C)	3	3753,21*	10965,31*	0,88 <sup>ns</sup>	1,87 <sup>ns</sup>	644093645,96 <sup>ns</sup>	232098320,00*
Espaçamento (EP)	2	2036,19*	509,72 <sup>ns</sup>	191,93*	1,03 <sup>ns</sup>	696550991,73 <sup>ns</sup>	4,465043580,00*
Bloco	3	815,89 <sup>ns</sup>	2667,66*	1,84 <sup>ns</sup>	7,03 <sup>ns</sup>	1181233220,00 <sup>ns</sup>	1192050530,00 <sup>ns</sup>
E x C	6	2009,46*	1332,98*	5,89 <sup>ns</sup>	13,55*	1025403600,00 <sup>ns</sup>	423812446,05 <sup>ns</sup>
E x EP	4	5649,40*	8614,32*	92,08*	25,80*	702653889,14 <sup>ns</sup>	1047219450,00 <sup>ns</sup>
C x EP	6	378,43 <sup>ns</sup>	775,03 <sup>ns</sup>	4,61 <sup>ns</sup>	12,47*	293364337,80 <sup>ns</sup>	287064089,56 <sup>ns</sup>
E x C x EP	12	538,61 <sup>ns</sup>	491,72 <sup>ns</sup>	4,66 <sup>ns</sup>	3,81 <sup>ns</sup>	305433873,44 <sup>ns</sup>	611360543,32 <sup>ns</sup>
Erro	105	419,07	513,93	7,77	5,06	56219150,40	460252361,64
CV (%)		7,46	8,16	16,93	11,14	22,49	19,68
Media		274,31	278,22	16,46	20,19	105999,99	108996,03

Tabela 2 - Resumo da análise da variância das variáveis comprimento das panículas (CP, cm), diâmetro das panículas (DP, cm), produção de sementes (PS, kg ha<sup>-1</sup>) e massa mil sementes (MMS, g), Santa Maria, RS, 2015.

Fontes de Variação	GL	CP		DP		PS		MMS	
		2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14
Época(E)	2	236,71 <sup>†</sup>	49,25 <sup>†</sup>	47,02 <sup>†</sup>	11,06 <sup>†</sup>	981900,20 <sup>†</sup>	19319014,30 <sup>†</sup>	283,51 <sup>†</sup>	60,90 <sup>†</sup>
Cultivares(C)	3	60,28 <sup>†</sup>	176,29 <sup>†</sup>	3,52 <sup>†</sup>	10,77 <sup>†</sup>	1492868,46 <sup>†</sup>	28033410,11 <sup>†</sup>	27,62 <sup>†</sup>	15,78 <sup>†</sup>
Espaçamento(EP)	2	81,82 <sup>†</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	12,40 <sup>†</sup>	1,82 <sup>†</sup>	1692204,60 <sup>†</sup>	117150,36 <sup>ns</sup>	45,77 <sup>†</sup>	32,74 <sup>†</sup>
Bloco	3	4,24 <sup>ns</sup>	5,45 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	1837065,62 <sup>†</sup>	176361,86 <sup>ns</sup>	10,14 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>
E x C	6	22,42 <sup>†</sup>	15,63 <sup>†</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>†</sup>	605498,59 <sup>†</sup>	6362935,52 <sup>†</sup>	15,99 <sup>†</sup>	48,07 <sup>†</sup>
E x EP	4	21,94 <sup>†</sup>	3,66 <sup>ns</sup>	2,37 <sup>†</sup>	2,12 <sup>†</sup>	1675487,04 <sup>†</sup>	246470,08 <sup>ns</sup>	36,11 <sup>†</sup>	7,05 <sup>†</sup>
C x EP	6	4,99 <sup>ns</sup>	4,83 <sup>†</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	348407,73 <sup>ns</sup>	101763,62 <sup>ns</sup>	27,62 <sup>†</sup>	7,35 <sup>†</sup>
E x C x EP	12	3,71 <sup>ns</sup>	2,13 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	542657,09 <sup>†</sup>	274079,55 <sup>†</sup>	8,43 <sup>†</sup>	11,84 <sup>†</sup>
Erro	105	4,44	2,10	0,83	0,40	253012,38	107407,93	4,10	2,75
CV (%)		11,01	7,62	16,21	13,96	38,20	36,58	10,54	8,83
Media		19,14	19,01	5,65	4,56	1316,87	895,91	18,95	18,79



A variável altura da planta apresentou diferença estatística significativa a 5% nas quatro cultivares, na primeira e segunda época na safra 2012/13 e 2013/14. A F19 tende a ter maior altura de planta que os demais cultivares, não existindo interferência nítida da época de semeadura sobre a referida variável entre anos e cultivares. Evidencia-se que no primeiro ano de cultivo, a primeira e a terceira época apresentaram maior alturas das plantas. Entretanto, no segundo ano, a segunda e a terceira época tenderam a apresentar maior altura (tabela 3). Dentre os fatores que podem ter contribuído para o maior crescimento das plantas pode ser, competição por luz, elevado vigor de plântulas, rapidez de expansão foliar. Segundo Gustafson et al. (2004) plantas com elevada velocidade de emergência e de crescimento inicial levam vantagem em relação a plantas com baixo desenvolvimento na utilização dos recursos do meio. MAY et al. (2012) afirmam que a competição por luz pode interferir sobre o crescimento das plantas pois, a luz é fonte predominante de energia e fundamental para os processos metabólicos essenciais ao crescimento do vegetal.

Tabela 3 - Desdobramento da interação cultivar x época de cultivo para a variável altura da planta de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.

Cultivar	Safrá 2012/13			Safrá 2013/14		
	1ª Época	2ª Época	3ª Época	1ª Época	2ª Época	3ª Época
F 19	313,53 Aa <sup>1</sup>	280,57 Ab	273,48 Ab	284,50 Ab	321,45 Aa	299,08 Ab
BR 506	278,03 Ba	237,88 Bb	283,03 Aa	257,78 Bb	294,23 Ba	292,13 Aa
BR 509	280,67 Ba	249,63 Bb	278,25 Aa	247,17 Bb	271,45 Ba	276,95 Aa
BR 511	291,08 Ba	242,97 Bb	282,65 Aa	241,08 Bb	262,63 Cb	289,43 Aa

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Tukey.

O aumento do espaçamento entre fileiras tende incrementar a altura das plantas. Fato evidente tanto na primeira quanto na segunda época da safra 2012/13 (Figura 2a) bem como na primeira e terceira época na safra 2013/14 (Figura 2b). Entretanto, na terceira época da safra 2012/13, altura das plantas não diferiu em relação ao espaçamento e na segunda época da safra 2013/14. A variabilidade da resposta entre espaçamento e altura de planta também foi verificada por outros

autores. ALBUQUERQUE (2009), observou que o espaçamento e a densidade de plantas não interferiu na altura das plantas, mas sim o ano de cultivo. Porém, DOURADO NETO et al. (2003) constataram que a altura das plantas está relacionada ao espaçamento, bem como, entre cultivares, populações e suas interações. Albuquerque et al. (2012) e Snider; Raper; Schwab (2012) citam que, independente do espaçamento e densidade de plantas a altura das plantas pode ser influenciada pelo local de cultivo devido principalmente às condições edafoclimáticas distintas e à diferenças genética das cultivares. Pinho et al. (2007) verificaram que a redução na altura de cultivares de sorgo e de milho está relacionada com o atraso na semeadura.

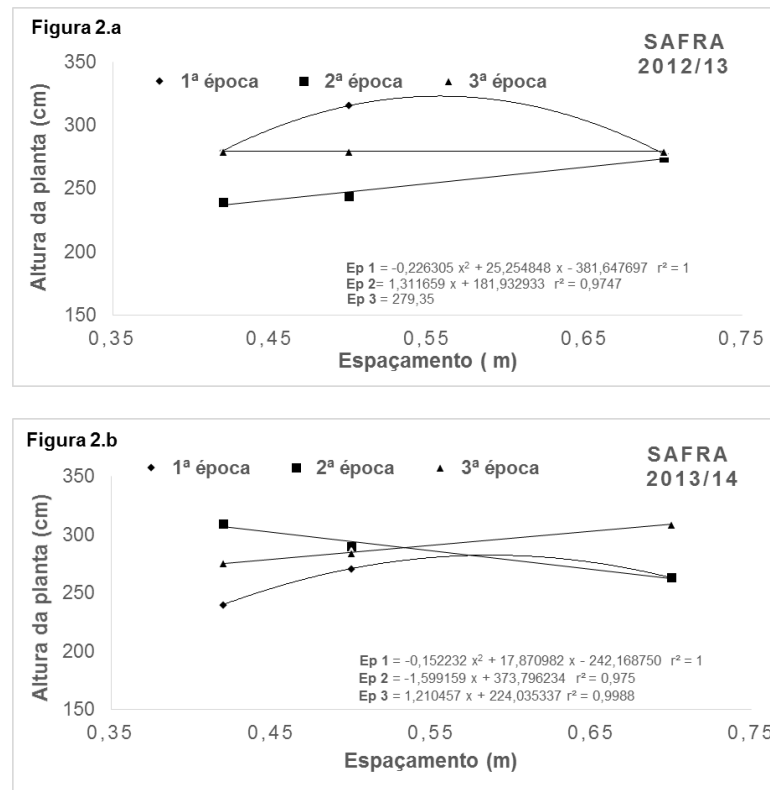


Figura 2 - Altura das plantas de sorgo sacarino em função do espaçamento entre fileiras em três épocas de semeadura, Santa Maria, RS, 2015.

Na safra 2012/13, predomina a tendência de acréscimo do diâmetro do colmo com o aumento do espaçamento em duas épocas de semeadura (figura 3a). Porém, essa tendência não foi mantida na safra seguinte (Figura 3b). Fato similar foi verificado na relação entre diâmetro e espaçamento entre as cultivares (Figura 3c), enquanto que BR506 e F19 não variaram DC com espaçamento, o BR509 e BR511

evidenciaram comportamento oposto, pois o primeiro diminuiu e o segundo aumentou diâmetro.

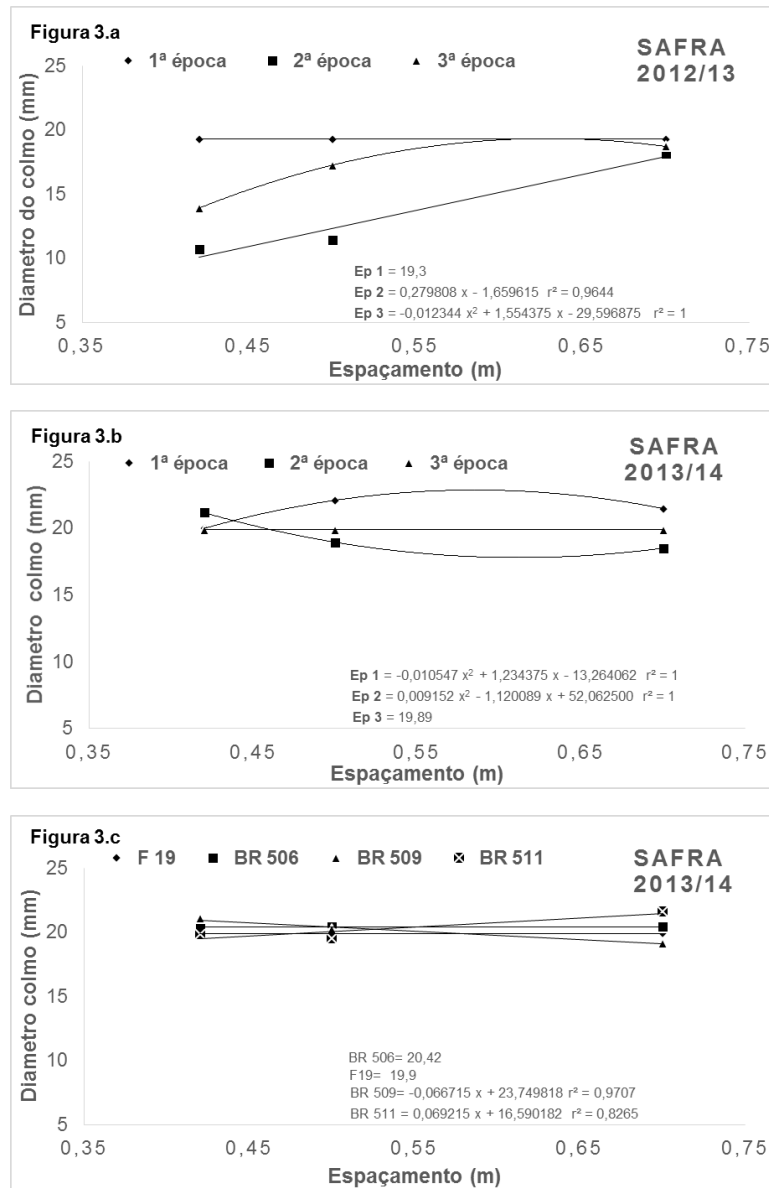


Figura 3 - Desdobramento da interação época de cultivo x espaçamento para a safra 2012/13 (a) e safra 2013/14 (b) e interação cultivar x espaçamento para a safra 2013/14 (c) para a variável diâmetro do colmo de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.

Na safra 2013/14 não foi observada diferença estatística significativa entre as quatro cultivares para a variável diâmetro do colmo. Entretanto, o F19, na segunda época, e BR509 e BR511 na terceira época foram as cultivares que apresentaram os menores valores para diâmetro de colmo. A cultivar BR506 não apresentou diferença de diâmetro do colmo em relação as épocas (Tabela 4). Em abril de 2014

ocorreram rajadas de vento superiores a  $75 \text{ km h}^{-1}$  provocando o tombamento das plantas das quatro cultivares de sorgo sacarino nos três espaçamentos, da terceira época. Nesta época, o diâmetro dos colmos das plantas variavam entre 18,98 a 21,58 mm, e a altura das plantas entre 2,80 e 3 m (tabela 3), este dano ocorreu quando algumas plantas estavam iniciado a emissão das folhas bandeira e outras a emissão das panículas. O tombamento das plantas pode estar relacionado a maior fragilidade das plantas neste período pois, segundo Magalhães, Durães e Scaffert (2000) o período mais crítico para o sorgo, em que a planta não pode sofrer qualquer tipo de estresse biótico ou abiótico, vai da diferenciação das panículas à diferenciação das espiguetas, que corresponde de duas a três semanas. Albuquerque et al. (2012) verificaram “visualmente”, que várias parcelas com plantas de sorgo sacarino estavam acamadas, independentemente do espaçamento, da densidade ou do local. Segundo os autores, plantas mais altas com colmos mais finos são mais sensíveis ao acamamento devido à menor resistência dos colmos. Já Marchezan e Silva (1984) encontraram plantas com diâmetros de 12,3 mm a 18,0 mm o que, para estes autores, o grau de acamamento não está estas associada a estas características fenométricas. May et al. (2012) citam que, altas densidades podem ter provocado aumento na competição intraespecífica por luz, água e nutrientes, proporcionando redução do diâmetro do colmo das plantas. Para Snider; Raper; Schwab (2012) populações superiores a 116 mil sementes por hectare provocam alterações morfológicas favorecendo o crescimento de caules mais finos e plantas mais altas propiciando desta forma o acamamento do sorgo sacarino.

Tabela 4 - Desdobramento da interação cultivar x época de cultivo para a variável diâmetro de colmo (mm) de plantas (safra 2013/14) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.

Cultivar	1ª Época	2ª Época	3ª Época
F 19	20,17 Aa <sup>1</sup>	18,32 Ab	21,23 Aa
BR 506	21,02 Aa	19,95 Aa	20,30 Aa
BR 509	21,73 Aa	19,73 Aa	18,98 Ab
BR 511	21,78 Aa	20,13 Aa	19,07 Ab

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Tukey.

Para variável número de panículas por hectare, observa-se que ocorreu uma relação linear decrescente com o aumento do espaçamento na safra 2013/14. Assim, a medida que aumentou os espaçamentos entre linhas diminuiu a produção de panículas. Esse resultado corrobora com Crusciol et al. (2003) aonde a redução no espaçamento proporcionou maior número de panículas por metro quadrado, refletindo diretamente na produtividade de grãos em relação ao espaçamento tradicionalmente usado de 0,50 m.

Analisando a produção de panículas em função da época de semeadura, a maior produção ocorreu na segunda época nos dois anos de cultivo (Tabela 5). Estes resultados corroboram com os encontrados por Pinho et al. (2007) onde verificaram comportamento diferenciado no percentual de espigas ou de panículas entre os grupos de cultivares, em cada época de semeadura. Foi constatado também, não ocorreu diferença estatística significativa na produção de panículas entre as cultivares F19, BR506 e BR511 na safra 2013/14 (Tabela 6).

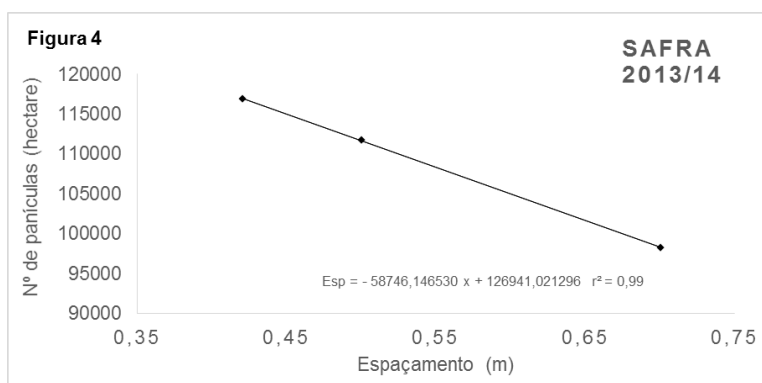


Figura 4 - Produção de panículas por hectare safra 2013/14, de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes espaçamentos, Santa Maria, RS, 2015.

Tabela 5 - Número de panículas de plantas de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura, Santa Maria, RS, 2015.

	Safra 2012/13	Safra 2013/14
	Médias	Médias
1ª Época	97988,09 B <sup>1</sup>	111952,38 B
2ª Época	120126,98 A	135293,65 A
3ª Época	99884,92 B	79742,06 C

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Tukey.

Tabela 6 - Produção de panículas por hectare (safra 2013/14) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.

Numero de panículas safra 2013/14	
Cultivar	Médias
F 19	118343,92 A <sup>1</sup>
BR506	104243,39 A
BR 509	97751,32 B
BR511	112555,55 A

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Tukey.

Para a variável comprimento da panícula na interação época e espaçamento, na segunda e terceira época safra 2012/13, no espaçamento 0,70 m as panículas apresentaram maior comprimento e, na primeira época não foi observada diferença estatística entre os espaçamentos (Figura 5 a). Na interação cultivar e espaçamento na safra 2013/14 a cultivar F19 nos três espaçamentos apresentou os maiores comprimentos, sendo que no espaçamento 0,70 m foi maior em relação aos demais (Figura 5 b).

Analisando o comprimento de panículas em função da época de semeadura e cultivar na safra 2012/13, a cultivar F19 obteve os maiores comprimentos de panículas na primeira e segunda época, a cultivar BR 509 não apresentou diferença nas três épocas e na terceira época, não foi observado diferença estatística significativa entre as cultivares (Tabela 7). Na safra 2013/14 os maiores comprimentos de panículas foram observados nas três épocas para a cultivar F19. Para as cultivares BR506 e BR511 os valores foram maiores na primeira e terceira época, entretanto, para a cultivar BR509 os maiores valores foram obtidos apenas na terceira época (Tabela 7). Coimbra e Nakagawa (2006), observaram efeito de comprimento das panículas em relação a época de semeadura e qualidade de sementes de milho.

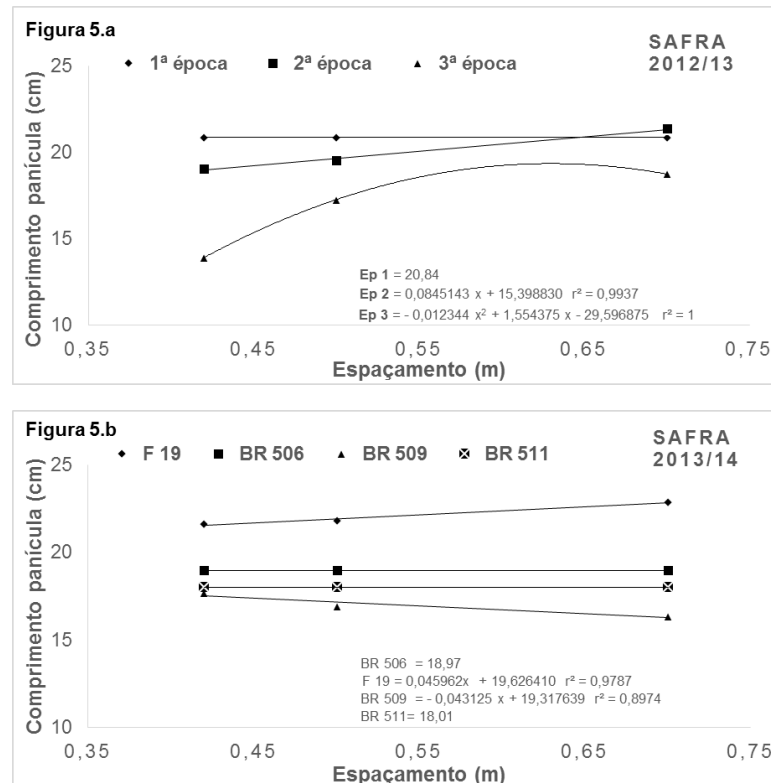


Figura 5 - Comprimento de panículas de plantas, para a safra 2012/13 (a) e safra 2013/14 (b), de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.

Tabela 7- Desdobramento da interação cultivar x época de cultivo para a variável comprimento da panícula de plantas de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura, Santa Maria, RS, 2015.

Cultivar	Safra 2012/13			Safra 2013/14		
	1ª Época	2ª Época	3ª Época	1ª Época	2ª Época	3ª Época
F 19	23,83 Aa <sup>1</sup>	22,58 Aa	16,12 Ab	22,99 Aa	22,11 Aa	21,23 Ab
BR 506	20,97 Ba	19,59 Ba	17,25 Ab	18,56 Ba	18,05 Bb	20,30 Ba
BR 509	18,39 Ca	18,23 Ba	16,62 Aa	16,84 Cb	15,15 Cc	18,98 Ba
BR 511	20,18 Ba	19,46 Ba	16,55 Ab	18,63 Ba	16,33 Cb	19,07 Ba

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Tukey.

Na safra 2012/13 (Figura 6a), exceto para a terceira época de semeadura, verifica-se tendência de aumento do diâmetro da panícula com o aumento do espaçamento entre linhas. Entretanto, para a safra de 2013/14 (Figura 6b), esta resposta de aumento do diâmetro somente foi verificada na primeira época

semeadura. Acrescenta-se ainda que os maiores diâmetros de panícula foram verificados na primeira época de semeadura independente do espaçamentos.

Não houve diferença estatística significativa para variável diâmetro das panículas entre as cultivares, na primeira época da safra 2013/14 (Tabela 8). Os maiores diâmetro das panículas foram observados na primeira época. Nas três épocas de cultivo, a cultivar BR509 apresentou menor diâmetro e a cultivar F19 estatisticamente não diferiu nas três épocas e apresentou os maiores valores de diâmetro das panículas.

A massa de mil sementes de uma amostra está relacionada ao tamanho das sementes, assim como de seu estado de maturidade e de sanidade (BRASIL, 2009). A variável massa de mil sementes apresentou significância para interação tripla (época x cultivar x espaçamento) nos dois anos de cultivo de sorgo sacarino. Na primeira época safra 2012/13 (Figura 7a) as cultivares BR506, BR509 e BR511, no espaçamento 0,42 m apresentaram os maiores valores e o cultivar F19, no espaçamento 0,50 m. As quatro cultivares, não apresentaram diferenças significativas entre os espaçamentos tanto na segunda quanto na terceira época (Figuras 7b e 7c), na safra 2012/13. A cultivar BR506 na segunda época e o BR509 na terceira época apresentaram as maiores massa de mil sementes.

Tabela 8- Desdobramento da interação cultivar x época de cultivo para a variável diâmetro da panícula (cm) de plantas (safra 2013/14) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.

Safra 2013/14			
Cultivar	1ª Época	2ª Época	3ª Época
F 19	5,54 A a <sup>1</sup>	5,49 A a	4,92 A a
BR 506	5,04 A a	4,71 B a	3,55 B b
BR 509	4,76 B a	3,65 C b	3,59 B b
BR 511	5,01 A a	4,08 B b	4,49 A a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Tukey.



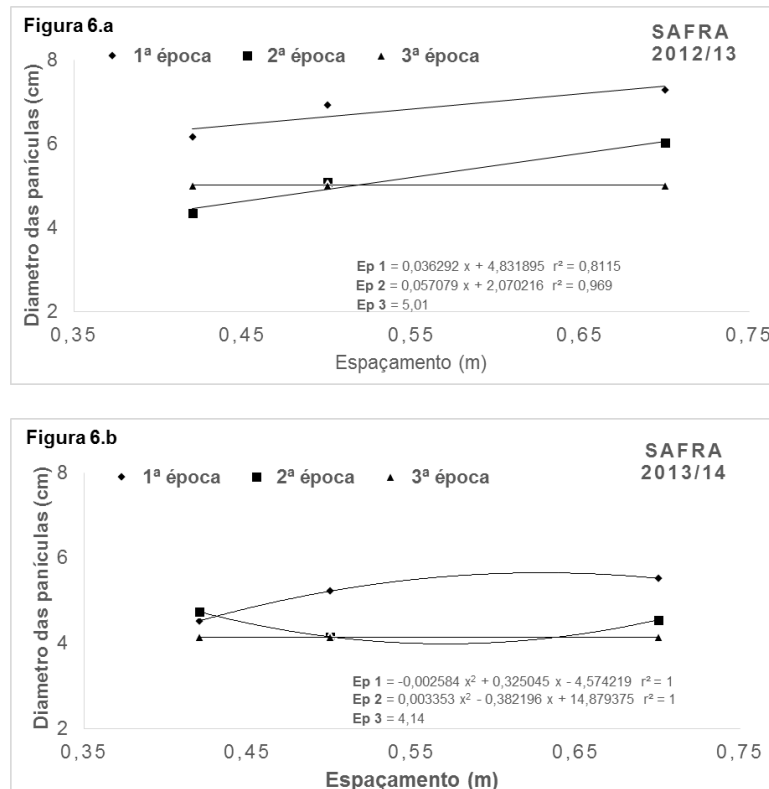


Figura 6 - Diâmetro de panículas de plantas, para a safra 2012/13 (a) e safra 2013/14 (b), de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento Santa Maria, RS, 2015.

Na safra 2013/14 na primeira época (Figura 8a), a massa de mil sementes das cultivares BR506, BR509 e F19 não diferiram entre os espaçamentos e a cultivar BR511 apresentou a maior massa no espaçamento 0,70 m. Na segunda época (Figura 8b), a massa de mil sementes não diferiu entre os espaçamentos e o BR506 apresentou maior massa. Na terceira época (Figura 8c) a massa de mil sementes da cultivar BR511 não diferiu entre os espaçamentos. Os maiores valores de massa foram observados para BR506 e BR509 no espaçamento 0,70 m e para o F19 no espaçamento 0,50 m. Estes resultados evidenciaram que a massa de mil sementes diferiu em função do cultivar e da época de semeadura, porém com relação ao espaçamento não ficou evidenciado a interferência, pois alguns cultivares não diferiram na massa de mil sementes.

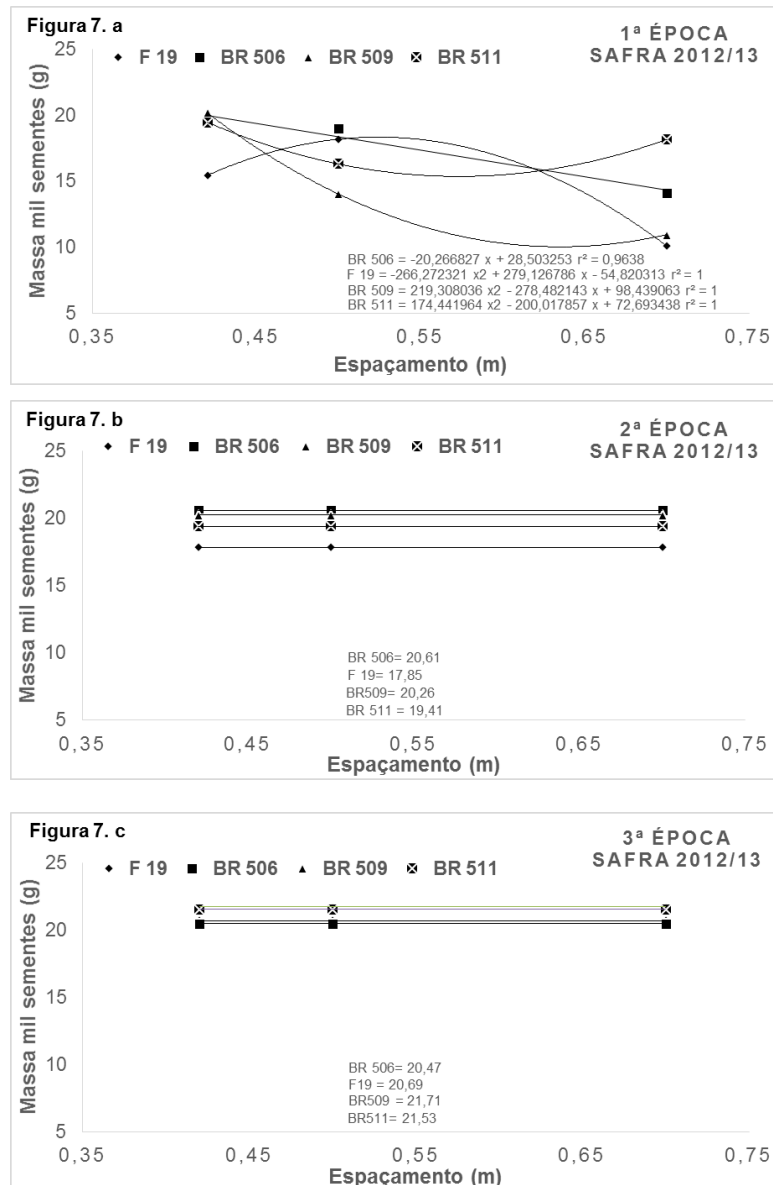


Figura 7 - Massa de mil sementes (g), para a safra 2012/13 (a, b, c) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento Santa Maria, RS, 2015.

Os resultados encontrados no presente trabalho, em relação a diferença de massa de mil sementes em função da época de semeadura estão de acordo com, Nakagawa; Rosolem; Machado, (1983) que, ao estudarem o efeito dos componentes de produção de três cultivares de soja em relação às épocas de semeadura verificaram que, a massa de cem grãos foi a mais afetada pelas épocas de semeadura, sendo as responsáveis pela variação de produção. Já, Maeda e Sawazaki (1982) avaliaram a qualidade de sementes de quatro cultivares de sorgo granífero e verificaram diferenças significativas quanto à produção e massa de cem sementes, em três localidades indicando grande efeito do ambiente nessas

características. E para Penariol et al, (2003), a massa de cem grãos não diferiu entre espaçamentos e cultivares de milho.

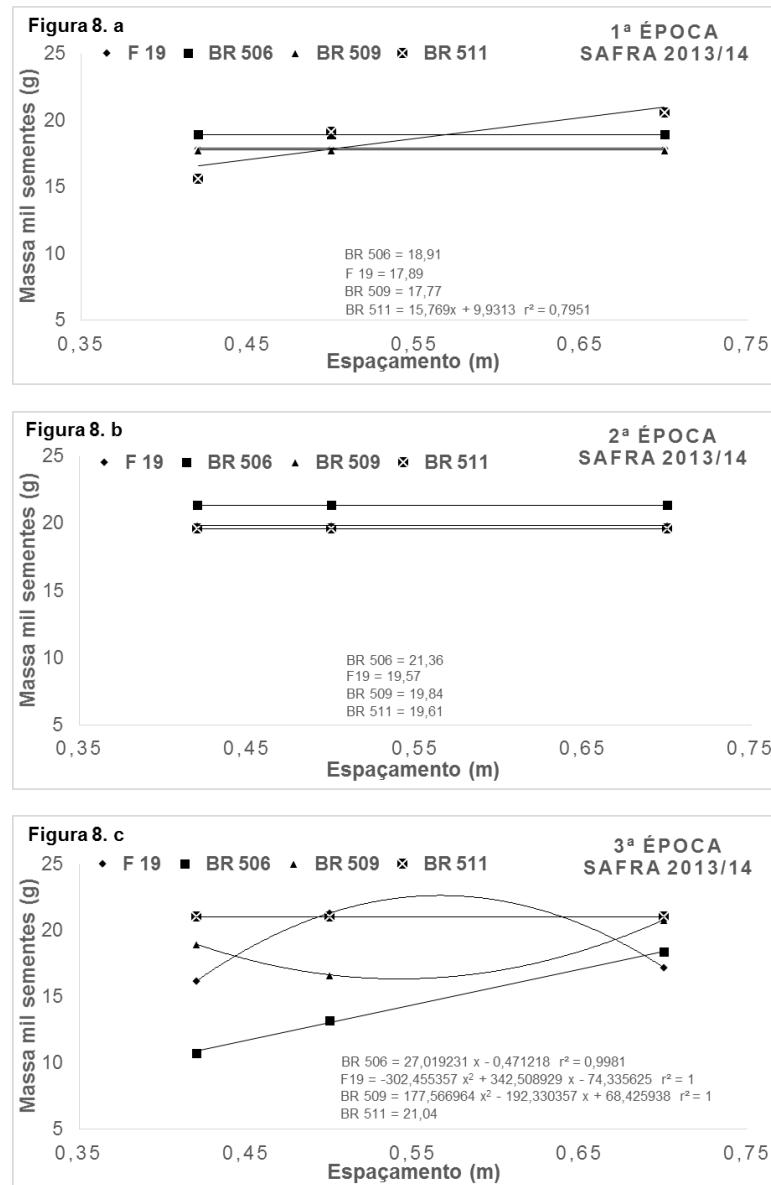


Figura 8 - Massa de mil sementes (g), para a safra 2013/14 (a, b, c) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento Santa Maria, RS, 2015.

Para a variável produção de sementes de sorgo sacarino nas duas safras foi observado interação tripla para época, cultivar e espaçamento (Tabela 2). Para a primeira época da safra 2012/13 (Figura 9a) foi observado que a maior produção de sementes ocorreu com a cultivar F19 no espaçamento 0,50 m com 3.200 kg ha<sup>-1</sup>. Nas demais cultivares a produção não variou em relação ao espaçamento. Na segunda época (Figura 9b) da safra 2012/13, para as cultivares F19 e BR509

apresentaram resposta lineares crescentes da produção em relação ao aumentos dos espaçamentos com uma produção de 3.250 kg ha<sup>-1</sup> para o F19 e 1.840 kg ha<sup>-1</sup> para o BR509, ambos no espaçamento 0,70 m. Na terceira época (Figura 9c), não foi observada diferença entre os espaçamentos para produção de sementes das quatro cultivares e novamente o F19 foi apresentou a maior produtividade.

Analisando-se a produção de sementes na safra 2013/14, verifica-se que não variou em função dos espaçamentos para os quatro cultivares na primeira época (Figura 10a), e o F19 foi mais uma vez o que produziu a maior quantidade de sementes em relação aos demais com, aproximadamente 1.540 kg ha<sup>-1</sup>. Na segunda e terceira época (Figuras 10b e 10c) da safra 2013/14, somente a cultivar F19 apresentou resposta diferenciada quanto ao espaçamento. Nas demais cultivares a produção não variou em relação ao espaçamento ficando com uma produção em torno de 137 a 288 kg ha<sup>-1</sup> na terceira época. Estes valores ficaram bem abaixo das outras épocas deste ano e também em relação ao ano anterior. Tal resposta provavelmente se deve ao fato que ocorreram rajadas de vento no início da emissão da folha bandeira e das panículas que provocou o tombamento das plantas prejudicando, a produção de sementes. O tombamento das plantas ocorreu também no ano anterior (safra 2012/13), também na terceira época, porém, não acarretou prejuízos na produção, pois ocorreu no dia em que foi realizada a colheita.

O efeito de épocas de semeadura foi constatado, sendo que a segunda e a terceira época do primeiro ano de cultivo e a segunda época do segundo ano de cultivo, ocorreram as maiores produções de sementes. Também foi observado efeito de épocas de semeadura na produção de grãos por Nakagawa; Rosolem; Machado (1983) de três cultivares de soja segundo estes autores, considerando os resultados dos três anos de cultivo, as maiores produções de grãos nesse trabalho foram obtidas nas semeaduras realizadas na segunda quinzena de outubro e durante o mês de novembro, e decréscimos acentuados foram observados nas semeaduras posteriores. Machado et al. (1987) também evidenciaram efeito de época na produção da cultivar Brandes de sorgo sacarino em diferentes épocas de semeadura em condições de campo em São Manuel e Botucatu, São Paulo. Estes autores concluíram que, de modo geral, o mês de novembro foi o mais adequado para semeadura do sorgo sacarino cuja finalidade foi a produção de colmos.

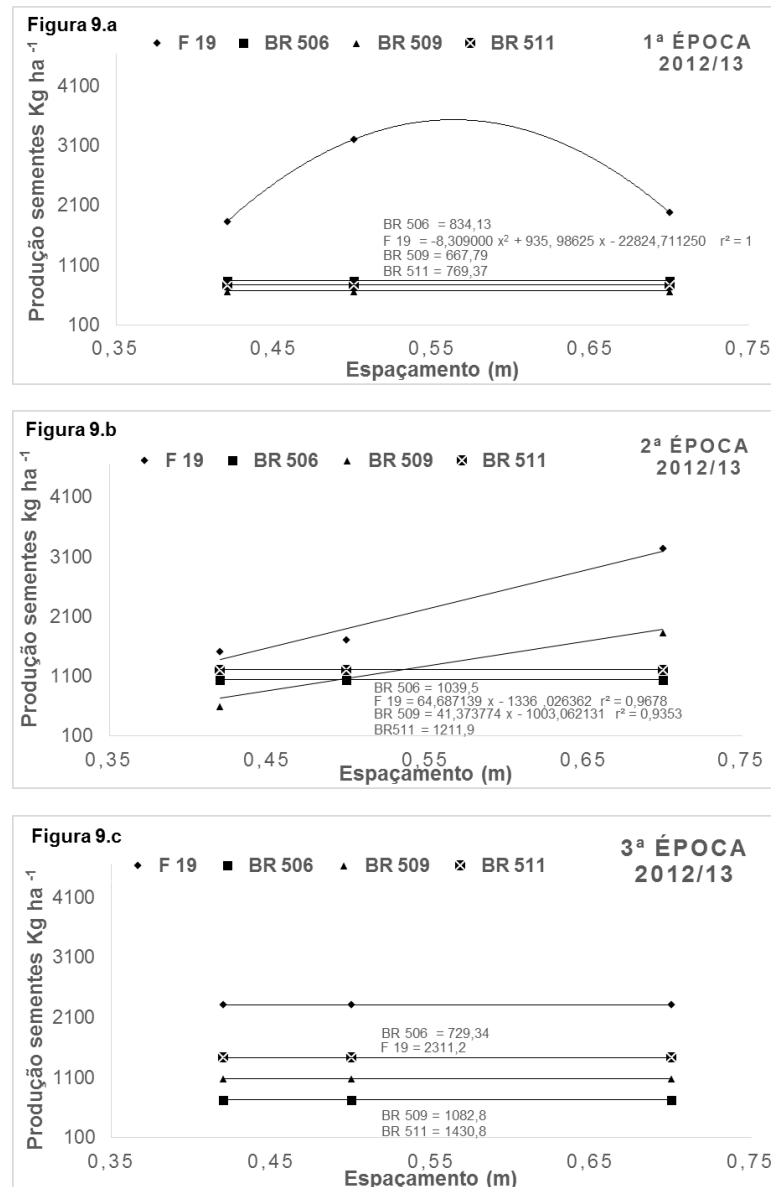


Figura 9 - Produção de sementes (kg ha<sup>-1</sup>), para a safra 2012/13 (a, b c) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento Santa Maria, RS, 2015.

Estudando o desempenho das cultivares BR506 e F19 em função da época de semeadura Bandeira et al. (2012) verificaram que o mês de novembro foi o mais adequado por não sofrer com quedas acentuadas de temperaturas diurnas e noturnas e, períodos de excesso hídrico ocorridos no mês de outubro ou por altas temperaturas do ar (média de 42°C) no mês de dezembro. De tal forma, resultado semelhante ao presente trabalho, Albuquerque, et al. (2011) avaliaram a produção de sorgo granífero em três densidades de plantas e três espaçamentos 0,50, 0,70 e 0,90 m entre linhas na região norte de Minas Gerais verificaram que, a redução dos

espaçamentos promoveu o incrementos na produtividade de grãos e panículas do sorgo granífero, independentemente da população de plantas e cultivar avaliado. Os autores citam que, em geral, com a redução do espaçamento é promovida distribuição mais adequada das plantas no campo, aumentando-se a interceptação de luz e a eficiência na absorção da água no solo pela cultura.

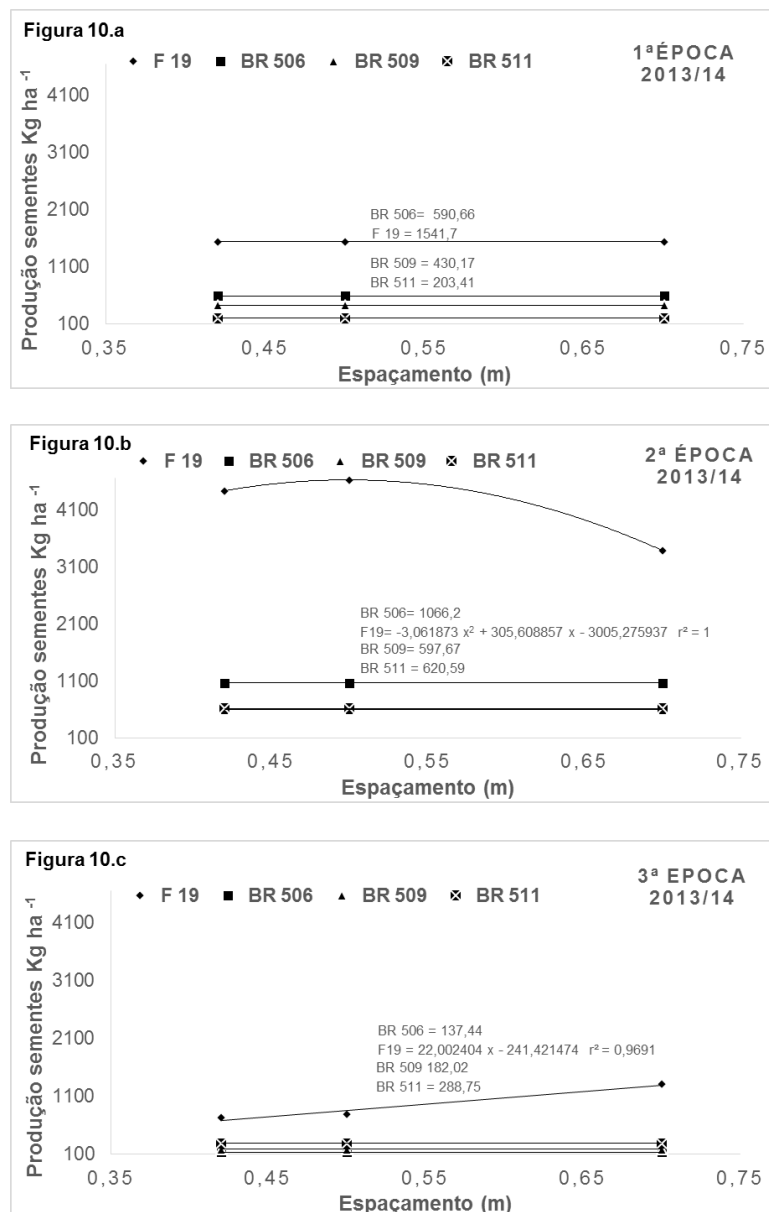


Figura 10 - Produção de sementes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), para a safra 2013/14 (a, b c) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento Santa Maria, RS, 2015.

## CONCLUSÕES

As cultivares BR506, BR509 e BR511 não sofreram influencia na produção de sementes em função do espaçamento e nos dois anos de cultivo. A cultivar F19 foi a que apresentou variação na produção de sementes em função do espaçamento, e obteve a maior produção nas três épocas, dos dois anos de cultivo.

A segunda e terceira época (novembro e dezembro) do primeiro ano de cultivo e a segunda época (novembro) do segundo ano de cultivo foram as que apresentaram os melhores resultados de produção de sementes .

## REFERÊNCIAS

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**, v. 11, n. 1, p. 69-85, 2012.

ALBUQUERQUE, C. J. B; et al. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 278-285, 2011.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; Arranjo de plantas de sorgo para a região do semiárido de Minas Gerais – Lavras UFLA- Minas Gerais Brasil- **Tese de Doutorado**- 125 p. 2009.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. DA; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v. 31, p. 1075-1084, 2001.

BANDEIRA, A. H.; et al. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura na região Central do Rio Grande do Sul. *Congresso Nacional de Milho e Sorgo*, 29, Águas de Lindóia: **Associação Brasileira de Milho e Sorgo**. p. 2367-2371, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 399 p. 2009.

CÂMARA, G.M.S. Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento, florescimento e maturação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 1991. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

COELHO, A.M, Fertilidade do solo exigências nutricionais e adubação do solo do sorgo sacarino. **AGROENERGIA EM REVISTA**. p. 18-19, Ano II, n. 3, 51 p, Ago. 2011.

COIMBRA, R.A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura, produção e qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 53-59, 2006.

CRUSCIOL, C. A. C; et al. Produtividade do arroz de terras altas sob condições de sequeiro e irrigado por aspersão em função do espaçamento entre fileiras. **Agronomia**, v. 37, n°. 1, p. 10 - 15, 2003.

DOURADO NETO, D; et al. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 63-77, 2003.

EMBRAPA - Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G –Tecnologia Qualidade Embrapa **Documentos139** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2012, 119 p, Agosto, **2012a**.

EMBRAPA - Sistema Agroindustrial do Sorgo Sacarino no Brasil e a Participação Público Privada: Oportunidades, Perspectivas e Desafios **Documentos 138** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 2012, 77 p, Agosto, **2012b**.

EMBRAPA - Embrapa Milho e Sorgo - **Sistemas de produção 2** cultivo de sorgo - Embrapa Milho e Sorgo – Clima – Versão eletrônica 7ª edição. Set./2011 Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/> Acesso em 7 de fevereiro 2014

FERREIRA, D. F. **Programa SISVAR**: sistema de análise de variância: versão 4,6 (Build 6,0). Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. Londrina: Embrapa CNPSo, (**Circular Técnica, 9**).1984.

FORSTHOFER, E.L.; et al. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** Brasília, v. 41, n. 3, p. 399-407, mar. 2006.

HELDWEIN, A. B; BURIOL, G. A; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria, RS. **Ciência & Ambiente**, v. 38, p. 43-58, 2009.

GOMES, A; RODRIGUES, D; OLIVEIRA, P. Caracterização do sorgo para a produção de etanol. **AGROENERGIA EM REVISTA**. p. 26, Ano II, n. 3, 51 p, Ago. 2011.



GUSTAFSON, D.J.; GIBSON, D.J.; NICKRENT, D.L. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**. v. 18:451-457. 2004.

LANDAU, C.E; SANS, L.M.A. - Embrapa Milho e Sorgo - **Sistemas de produção 2** cultivo de sorgo - Embrapa Milho e Sorgo – Clima – Versão eletrônica 4ª edição. Set./2008. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/> Acesso em 21 de janeiro 2015.

LANDAU, C.E; SCHAFFERT, E.R. Mapeamento de áreas aptas para o plantio de sorgo sacarino na época da entressafra da cana de açúcar no Brasil. **AGROENERGIA EM REVISTA**. p. 20-21, Ano II, n. 3, 51 p, Ago. 2011.

LIMA, M. A.; SANTOS, T.D.; GARCIA, C.J. viabilidade econômica e arranjos produtivos. **AGROENERGIA EM REVISTA**. p. 43-45, Ano II, n. 3, 51 p, Ago. 2011.

MACHADO, J. R; et al. O. Épocas de semeadura de sorgo sacarino em São Manuel e Botucatu, estado de São Paulo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 22 (9/10): p. 958-959, set.out. 1987.

MAEDA, J.A.; SAWAZAKI, E. Fatores que afetam a qualidade de sementes de sorgo: cultivares e localidades. **Bragantia**, v. 41, n. 10 Campinas, SP. 1982.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; SCHAFFERT, R.E. Fisiologia da planta de sorgo. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e sorgo. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 3). 46 p. 2000.

MARCHEZAN, E; SILVA, M. I. Avaliação de cultivares de Sorgo sacarino em Santa Maria, RS. **Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, 14(3-4): p. 161-172, 1984.

MAY, A.; DURÃES; F. **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G** – Tecnologia Qualidade Embrapa. Documentos139 - 1. Sorgo. 2. Recurso energético. 3. Variedade. 4. Energia. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, p. 11-14, 120 p. 2012.

MAY, A; et al. **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G** – Tecnologia Qualidade Embrapa Controle de pragas. Documentos139 - 1. Sorgo. 2. Recurso energético. 3. Variedade. 4. Energia. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, p. 22-30, 120 p. 2012.

NAKAGAWA, J; ROSOLEM, C. A; MACHADO, J R. Épocas de semeadura da soja 1. Efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 18(11):p. 1187-1198, nov. 1983.

PENARIOL, F.G; et al. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha - **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 52-60, 2003.

PINHO, R.G.V; et al. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007.

SANS, L. M. A.; MORAIS A. V. DE C. DE; GUIMARÃES, D. P. **Época de plantio de sorgo** (Comunicado Técnico). MAPA. Sete Lagoas. nov, 2003.

SNIDER; J. L; RAPER, R. L; SCHWAB, E. B. The effect of row spacing and seeding rate on biomass production and plant stand characteristics of non-irrigated photoperiod-sensitive sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Industrial Crops and Products* 37. p. 527– 535. 2012.

## CAPÍTULO II

### QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SORGO SACARINO PRODUZIDAS EM DIFERENTES ARRANJOS DE PLANTAS E ÉPOCAS DE SEMEADURA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

### PHYSIOLOGICAL QUALITY SEEDS OF SACCHARINE SORGHUM PRODUCED IN DIFFERENT PLANT ARRANGMENTS AND SOWING TIMES IN CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL

**RESUMO:** O sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] apresenta viabilidade técnica e econômica para a produção de açúcar e etanol. O sorgo tem se mostrado como alternativa de grande potencial para as diversas regiões brasileiras, entretanto, para atender a demanda são necessárias pesquisas para determinação da qualidade fisiológica das sementes. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino produzidas de quatro cultivares, em diferentes épocas de semeadura e diferentes arranjos de plantas cultivados na depressão Central do Rio Grande do Sul. A pesquisa foi conduzida na área experimental do Departamento de Fitotecnia e as análises da qualidade fisiológica no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS. Foram semeados as cultivares BR 506, BR 511, BR 509 e Fepagro 19, no primeiro ano, em 27/10/2012, 28/11/2012 e 18/12/2012 e no segundo, ano em 16/10/2013, 15/11/2013 e 16/12/2013 em parcelas com 5 m de comprimento, com quatro fileiras, nos espaçamentos de 0,42, 0,50 e 0,70m entre fileiras, com quatro repetições. Os resultados dos testes de vigor destacaram que, as cultivares tem potencial para a produção de sementes nas condições da região central do Rio grande do Sul. O fator época é predominante para a produção de sementes de qualidade independente da cultivar estudada. Os diferentes espaçamentos no intervalo testado podem ser utilizados na produção de sementes de sorgo sacarino. As semeaduras de novembro e dezembro se mostraram mais promissoras para a produção de sementes de qualidade. A germinação para a maioria das cultivares independente do espaçamento e apresenta-se dentro dos padrões para comercialização que é de 80%.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor*, cultivares, testes de vigor

**ABSTRACT:** The sweet sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] presents technical and economic availability for the production of sugar and ethanol. The sorghum has shown great potential as a alternative to the various Brazilian regions, however, to meet the demand research is needed to determine the physiological seed quality. The objective was to evaluate the physiological quality seeds of sorghum saccharine produced of the cultivars in different sowing times in different arrangements of plants grown in the Central Depression of Rio Grande do Sul. The research was conducted in the experimental area of the Department of Plant Science and analyzes the physiological quality in the Didactic Laboratory and Research in Seeds of the Federal University of Santa Maria in Santa Maria, RS. Were sow the BR 506, BR 511, BR 509 and Fepagro 19, growing in the first year on 27/10/2012, 28/11/2012 and 18/12/2012, and in the second year on 16/10/2013, 15/11/2013 and 16/12/2013 in plots with five meters long, with four rows in the spacing of 0.42, 0.50 and 0.70 meters between rows, with four replications. The results of vigor tests highlighted that the cultivars have potential for seed production under the conditions of the central region of Rio Grande do Sul. The time factor is predominant for the production of quality seeds independent of cultivar studied. The range tested at different spacings may be used in the production of sorghum seeds. Sowing of November and December were more promising for the production of quality seeds. The germination for most cultivars regardless independent of the spacing and presented within the commercial standards which is of 80%.

**Key words:** *Sorghum bicolor*. Cultivars. Vigor tests.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países pioneiros e referência mundial no uso de bioenergia, com destaque para a produção de bioetanol. Pesquisas diretamente relacionadas à bioenergia apresentaram crescimento nos últimos anos, devido a necessidade de buscar alternativas de fontes de energia renováveis, que visem a redução do uso de combustíveis fósseis, responsáveis por grandes quantidades de gases poluentes emitidos para atmosfera e que provocam o efeito estufa.

O sistema de produção de biocombustível/etanol necessita produção agrícola que assegure o fluxo uniforme de fitomassa de qualidade afim de garantir uma produção estável de álcool. O sorgo sacarino desponta como uma alternativa promissora como fonte de matéria prima complementar a cana de açúcar. No Brasil, a cultura do sorgo tem se mostrado como alternativa de grande potencial produtivo para as diversas regiões brasileiras. Segundo a Conab (2014) a área plantada de sorgo em 1976 girava em torno de 180 mil hectares e hoje é de aproximadamente 800 mil hectares com um aumento em torno de 400% de área plantada no Brasil. A maior região produtora do país é o centro-oeste seguido do sudeste, nordeste e sul.

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) apresenta colmos semelhante ao da cana, com caldo rico em açúcares fermentáveis, servindo para produção de etanol na mesma instalação utilizada pela cana-de-açúcar. Trata-se de uma espécie de ciclo rápido (quatro meses), cultura totalmente mecanizável (plantio por sementes, tratamentos culturais e colheita), alta produtividade de biomassa verde (60 a 80 t ha<sup>-1</sup>), com altos rendimentos de etanol (3.000 a 6.000 l ha<sup>-1</sup>), com bagaço utilizável como fonte de energia. O sorgo sacarino produz grãos (2 a 5 t ha<sup>-1</sup>), que apresentam características nutricionais similares às do milho, podendo ser utilizados na alimentação humana ou animal (LIMA; SANTOS; GARCIA, 2011; EMBRAPA, 2012). De acordo com Teixeira; Jardine; Beisman, (1997), o sorgo sacarino pode ser uma alternativa técnica e econômica para fornecimento de matéria-prima para as destilarias nos meses de dezembro a abril, período da entressafra da cana-de-açúcar.

Considerando a expansão da cultura de sorgo sacarino devido ao aumento de hectares plantados, a demanda por sementes tende a crescer. Para May e Durães, (2012) a oferta do produto ainda é baixa e pesquisas devem ser desenvolvidas em

sistemas de produção de sementes de sorgo sacarino, visando atender à crescente demanda do setor produtivo de forma competitiva e eficiente. Dentre vários fatores que exercem influência tanto na quantidade como na qualidade de sementes, destacam-se a época de semeadura e o momento da colheita. O estudo da época de semeadura é importante uma vez que trará informações referente ao desenvolvimento da cultura da produção e da qualidade das sementes, no período de cultivo. Com relação a colheita se for realizada antes que o processo de maturação fisiológica se complete, ocorrem perdas decorrentes da presença de sementes imaturas. Se realizada após o processo, as perdas são devidas à queda natural das sementes, ataque de pássaros, presença de microorganismos patogênicos e a fatores climáticos.

A qualidade fisiológica de sementes é normalmente determinada por meio de testes laboratoriais que avaliam diferentes aspectos relacionados ao crescimento das plântulas. Os testes de germinação são utilizados para classificação de lotes de sementes de baixa ou alta qualidade, e são realizados em condições favoráveis de laboratório, que fornece informações referentes às plântulas normais, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), entretanto, o teste de germinação possui a limitação de ser realizado em condições ótimas, o que normalmente não ocorre no campo por ocasião da semeadura.

Para Carvalho e Nakagawa (2000) vigor de sementes é uma propriedade fisiológica determinada pelo cultivar e modificada pelo ambiente, que governa sua capacidade de dar rapidamente origem a uma plântula no solo, bem como melhorar sua capacidade de resistir a uma série de fatores ambientais. A influência do vigor pode persistir durante a vida da planta e afetar a produção. Ainda, segundo Carvalho e Nakagawa (2000), vigor representa a robustez natural das sementes, que permitem que estas, no solo, germinem de forma rápida e completa, dentro de uma ampla faixa de condições ambientais.

Nos últimos anos vários métodos tem sido desenvolvidos para avaliar o vigor. Carvalho e Nakagawa (2000) classificam em métodos diretos e indiretos sendo que os diretos simulariam as condições (às vezes adversas) que ocorrem no campo; os indiretos avaliam atributos que se relacionam com o vigor (físicos, biológicos, fisiológicos) das sementes. Entre os métodos diretos mais estudados ou empregados são; teste de frio, velocidade de emergência no campo, população

inicial de plântulas, massa verde e seca de plântulas, crescimento de plântulas. Entre os indiretos, teste de tetrazólio, condutividade elétrica, testes bioquímicos, primeira contagem, velocidade de germinação, crescimento da raiz, crescimento de plântula, transferência de massa seca, envelhecimento precoce e outros.

Testes de vigor, complementares ao teste de germinação podem ser utilizados para estimar a qualidade fisiológica de sementes e o provável desempenho das sementes no campo. Como exemplo, podem ser mencionados os testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, frio, lixiviação de eletrólitos, deterioração controlada, tetrazólio, sendo a utilização de um ou de outro dependendo do tipo de semente e condição (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999).

A avaliação das épocas de semeadura para produção de sementes do sorgo sacarino proporcionará a obtenção de sementes provenientes de diferentes épocas de colheita, permitindo a caracterização da qualidade fisiológica e a quantificação da produção de sementes de cada época. A obtenção de material de elevada qualidade fisiológica para semeadura auxiliará na viabilidade da produção de sorgo como matéria-prima de etanol. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino produzidas de quatro cultivares, em diferentes épocas de semeadura e arranjos de plantas, cultivados na depressão Central do Rio Grande do Sul.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área experimental está localizada no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) no município de Santa Maria – RS com altitude média de 95m, Latitude 29°43' S e Longitude 53°42' W. O solo da área é uma transição entre Argissolo Bruno-Acinzentado alítico úmbrico e Argissolo Vermelho distrófico arênico. O clima da região, segundo a classificação de KÖEPPEN, é do tipo Cfa, Subtropical úmido, sem estação seca definida, com verões quentes (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009). As análises das sementes foram realizadas no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes da Universidade Federal de Santa Maria, nas safras 2012/2013 e 2013/14. Os dados referentes a temperatura, precipitação e vento foram obtidos junto a Estação automática do 8º

DISME, localizada no departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria em Santa Maria, RS.

O experimento foi conduzido com quatro cultivares de sorgo sacarino: BR 506, BR 511, BR 509 e Fepagro 19 (F19) nas safras 2012/13 (1º ano) e 2013/14 (2º ano). Foram realizadas três épocas de semeadura outubro, novembro e dezembro respectivamente. As datas que ocorreram as semeaduras foram: no primeiro ano em 27/10/2012, 28/11/2012 e 18/12/2013 e no segundo ano em 16/10/2013, 15/11/2013 e 16/12/2013. Foram utilizadas parcelas com 5 m de comprimento, compostas de quatro fileiras sendo as duas fileiras centrais as linhas úteis e as linhas externas as bordaduras. Os espaçamentos entre fileiras foram de 0,42, 0,50 e 0,70m, com quatro repetições e a densidade foi de 120.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O preparo do solo, a correção, a adubação e demais tratos culturais foram realizados conforme recomendação técnica para cultura e dos resultados das análises do solo realizadas nos dois anos de cultivo. Trinta dias após a emergência das plântulas foram realizados desbastes de plantas nas linhas, permanecendo 25 plantas por metro linear no espaçamento 0,42 m, 30 plantas no espaçamento 0,50 m e 42 plantas no espaçamento 0,70 m.

Atingida a maturação e o teor de umidade variando entre 18 e 22% foram realizadas nas parcelas a identificação das panículas de uma das linhas úteis. Em seguida foi realizada a colheita das panículas desta linha para posterior avaliação da qualidade física e fisiológicas das sementes. No 1º ano (safra 2012/13) a colheita da primeira época ocorreu nas seguintes datas: 14, 18 e 22/03/2013, na segunda época em 18, 24, 31/04 e 17/05/2013 e na terceira época em 27 e 31/05/2013. No 2º ano (safra 2013/14) a colheita foi realizada na primeira época em 24/03 e 01/04/2014, na segunda época em 07/04 e 14/04/2014 e na terceira época ocorreu em 13/05 e 19/05/2014. Após a colheita foram extraídas amostras de sementes de cada um dos tratamentos para determinação da umidade. Em seguida, as panículas foram colocadas para secagem até apresentarem teor de umidade de 13%. Após a secagem, as sementes foram extraídas manualmente das panículas e ventiladas para retirada das impurezas. As sementes foram ensacadas em sacos de papel Kraft, previamente identificados e armazenadas em uma sala em temperatura ambiente.

Após o processo de limpeza e secagem das sementes foram avaliadas



quanto às características físicas e fisiológicas pelos seguintes testes: **Teor de água:** utilizou-se o método padrão da estufa a  $105 \pm 3^\circ \text{C}$  por 24 horas, cada tratamento foi avaliado por duas subamostras de cinco gramas de sementes, acondicionadas em recipientes metálicos e colocadas em estufa. Após esse período, foram retiradas da estufa, tampados rapidamente colocados em um dessecador para esfriar por aproximadamente 15 min e em seguida pesados em balança analítica com precisão de 0,001g. A porcentagem de umidade foi com base na diferença entre o peso úmido e seco, aplicando-se a fórmula proposta pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e o resultado final expresso pela média aritmética em porcentagens das subamostras. **Germinação:** realizado por meio de semeadura de quatrocentas sementes por tratamento, divididas em oito repetições de cinquenta sementes que foram distribuídas uniformemente sobre duas folhas de papel de germinação e cobertas por uma folha deste papel umedecida com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura, foram feitos rolos e identificadas as repetições e os tratamentos e acondicionadas em sacos plásticos fechados e levados para a câmara de germinação do tipo B.O.D, sob luz constante e temperatura de  $25^\circ\text{C}$ . As contagens foram realizadas no quarto e no décimo dia e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, (BRASIL, 2009). **Vigor ou Primeira contagem:** realizada conjuntamente com o teste de germinação, onde foi determinada a porcentagem de plântulas normais no quarto dia, após a instalação do teste. **Comprimento da radícula e parte aérea:** a montagem deste teste foi realizada de forma semelhante ao de germinação porém, foram colocadas 20 sementes, disposta no terço superior, sobre duas folhas do papel de germinação e coberto com uma folha, o papel foi umedecido com água destilada na proporção 2,5 a massa do papel seco, foram feitos rolos e identificadas as repetições e os tratamentos e acondicionadas em sacos plásticos fechados e levados para a câmara de germinação do tipo B.O.D, sob luz constante e temperatura de  $25^\circ\text{C}$ . Após 7 dias de BOD foram retiradas 10 plântulas normais de cada repetição por tratamento e medido o comprimento da radícula e da parte aérea utilizando uma régua graduada, obtendo-se o valor médio, expresso em centímetros, conforme descrito por Nakagawa (1999). **Massa seca de plântulas:** realizado juntamente com o teste de comprimento de radícula e parte aérea onde as dez repetições foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e levadas a estufa, mantida a temperatura de  $70^\circ \text{C}$ , por 48 horas. A pesagem foi realizada em balança analítica de precisão de

0,001mg e o resultado obtido pela média das repetições e expressos em mg plântula<sup>-1</sup> de acordo com Nakagawa (1999). **Envelhecimento acelerado:** foram utilizadas para cada amostra de sementes quantidade suficiente para distribuí-las de maneira uniforme sobre uma tela de alumínio fixada no interior de caixas plástica tipo gerbox, funcionando como compartimento individual (mini-câmara). No interior dessas mini-câmaras foram colocados 40ml de água destilada e, em seguida, as caixas plásticas foram transferidas para uma estufa com aquecimento e circulação com temperatura de 42°C, onde permaneceram durante 48 horas. Após esse período, oito repetições de cinquenta sementes foram submetidas ao teste de germinação, em BOD, regulada sob luz constante e temperatura de 25°C, por 4 dias, computando-se a percentagem de plântulas normais para cada lote (MARCOS FILHO; CICERO; SILVA, 1987). **Condutividade elétrica:** para esta avaliação, oito repetições de cinquenta sementes, com massa conhecida, foram colocadas para embeber em recipientes plásticos contendo 50 ml de água deionizada, por um período de 24 horas sob luz constante e temperatura de 25°C. Em seguida, foi efetuado a leitura da condutividade elétrica da solução de embebição em condutímetro modelo Digimed DM 31, previamente calibrado, com eletrodo de constante 1,0, expressando-se os resultados em S.cm<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup> de sementes (VIEIRA, 1994).

O delineamento experimental adotado foi blocos completamente casualizados, distribuídos em esquema trifatorial (4x3x3), com quatro cultivares, três épocas de semeadura e três espaçamentos. Os dados foram submetidos à análise dos pressupostos matemáticos (aditividade, normalidade, heterogeneidade da variância e independência dos erros). As características que violaram as pressuposições foram transformadas em arco-seno  $\sqrt{\%/100}$ . Posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância e nas médias que apresentaram significância foi aplicado o teste de Tukey (P=0,05%). Utilizou-se o software SISVAR (FERREIRA, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos materiais genéticos de sorgo requerem temperaturas superiores a 21 °C para um bom crescimento e desenvolvimento e, de uma forma geral, temperaturas superiores a 38 °C ou inferiores a 16 °C limitam o desenvolvimento da maioria das cultivares (LANDAU e SANS, 2008; EMBRAPA, 2011). Os valores de temperaturas do ar observados no decorrer das três épocas de semeadura nos dois anos de cultivo situam-se dentro da faixa de valores indicados pela literatura como não limitantes a produção do sorgo (Figuras 11a e 11b). As precipitações pluviométricas foram bem distribuídas ao longo do ciclo da cultura (Figuras 11a e 11b), totalizando um valor de 874 mm na primeira época, 902,4 mm e 901,3 mm na segunda e terceira época, respectivamente, na safra 2012/13. Na safra 2013/14 na primeira época foi de 876,0 mm e 929,8 na segunda e na terceira de 697,6 mm, satisfazendo as necessidades hídricas da cultura do sorgo que é de 500 mm, conforme Albuquerque et al, (2011).

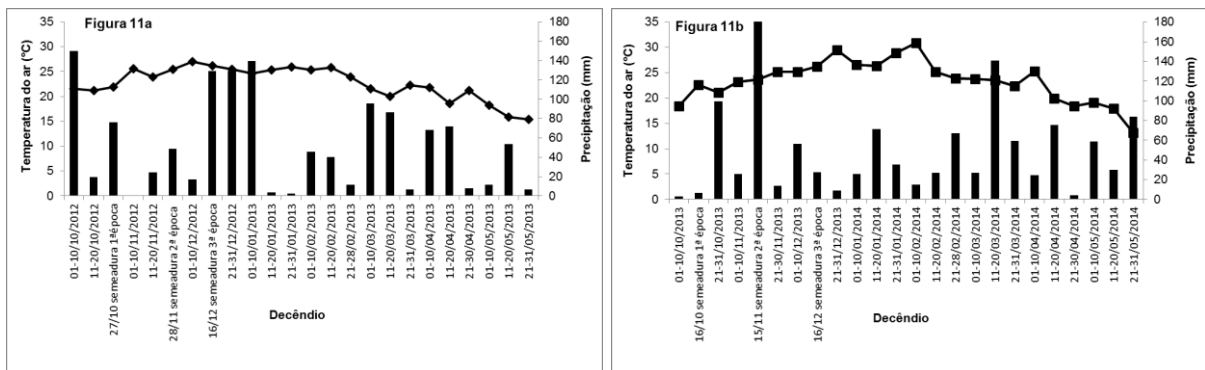


Figura 11 - Valores médios decendiais de temperatura média do ar e precipitação pluviométrica dos períodos referentes às três épocas de semeaduras nas safras 2012/13(a) e 2013/14(b) de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em Santa Maria, RS, 2015.

As variáveis comprimento da radícula (CR), comprimento parte aérea (CPA), massa seca (MS), vigor (V), germinação (G), envelhecimento acelerado (ENV) e condutividade elétrica (CE) evidenciaram efeito significativo a 5% de probabilidade para a interação tripla época x cultivar x espaçamento (Tabelas 9 e 10), nas duas safras, mostrando desta forma, efeito das fontes de variação.

Tabela 9 - Resumo da análise de variância dos resultados das avaliação da qualidade fisiológica das sementes de quatro cultivares de Sorgo Sacarino, produzidos na safra 2012/13, em três épocas de semeadura, três espaçamento entre fileiras, variáveis comprimento da radícula (CR cm), comprimento parte aérea (CPA cm), massa seca de plântulas (MS g), vigor (V %), germinação (G %), envelhecimento acelerado (ENV%) e condutividade elétrica (CE S.cm<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>), Santa Maria, RS, 2015.

Fontes de variação	Quadrados médios							
	GL	CR	CPA	MS	V <sup>1</sup>	G <sup>1</sup>	ENV <sup>1</sup>	CE
Época (E)	2	1349,02601 <sup>*</sup>	12,7585 <sup>*</sup>	0,009214 <sup>*</sup>	5693,14954 <sup>*</sup>	865,43486 <sup>*</sup>	10213,9558 <sup>*</sup>	87,46808 <sup>ns</sup>
Cultivares (C)	3	11,04214 <sup>*</sup>	5,51508 <sup>*</sup>	0,00394 <sup>ns</sup>	1341,40340 <sup>*</sup>	1166,98984 <sup>*</sup>	470,01148 <sup>*</sup>	657,390330 <sup>*</sup>
Espaçamento (EP)	2	35,28569 <sup>*</sup>	1,65939 <sup>*</sup>	0,000572 <sup>*</sup>	234,819270 <sup>*</sup>	380,660765 <sup>*</sup>	46,614853 <sup>ns</sup>	267,162941 <sup>*</sup>
E x C	6	15,36369 <sup>*</sup>	2,06999 <sup>*</sup>	0,000372 <sup>*</sup>	581,511034 <sup>*</sup>	468,919436 <sup>*</sup>	317,284503 <sup>*</sup>	203,569004 <sup>*</sup>
E x EP	4	9,184685 <sup>*</sup>	2,33870 <sup>*</sup>	0,000413 <sup>*</sup>	308,140765 <sup>*</sup>	54,677980 <sup>ns</sup>	405,301952 <sup>*</sup>	627,445114 <sup>*</sup>
C x EP	6	2,346018 <sup>ns</sup>	0,93602 <sup>*</sup>	0,000984 <sup>*</sup>	203,388068 <sup>*</sup>	73,78881 <sup>*</sup>	157,347457 <sup>*</sup>	111,06004 <sup>*</sup>
E x C x EP	12	6,686619 <sup>*</sup>	1,14036 <sup>*</sup>	0,000601 <sup>*</sup>	291,651212 <sup>*</sup>	82,928736 <sup>*</sup>	147,304330 <sup>*</sup>	115,012858 <sup>*</sup>
Erro	252	1,397337	0,37124	0,000145	34,662051	27,0602224	25,5484437	34,943509
CV (%)		10,87	8,77	7,98	9,50	7,38	7,78	14,54
Média		10,87	6,95	0,151	61,94	70,50	64,99	40,66

<sup>1</sup> Dados transformados em arco-seno  $\sqrt{\% / 100}$ , para análise estatística

\* Significativos a 5% de probabilidade, pelo teste F, <sup>ns</sup> Não-significativo.

Tabela 10 - Resumo da análise de variância dos resultados das avaliação da qualidade fisiológica das sementes de quatro cultivares de Sorgo Sacarino, produzidos na safra 2013/14, em três épocas de semeadura, três espaçamento entre fileiras, variáveis comprimento da radícula (CR cm), comprimento parte aérea (CPA cm), massa seca de plântulas (MS g), vigor (V %), germinação (G%), envelhecimento acelerado (ENV%) e condutividade elétrica (CE S.cm<sup>-1</sup>.g<sup>-1</sup>) Santa Maria, RS, 2015.

Fontes de variação	Quadrados médios							
	GL	CR	CPA	MS	V <sup>1</sup>	G <sup>1</sup>	ENV <sup>1</sup>	CE
Época (E)	2	843,3211 <sup>ˆ</sup>	32,11400 <sup>ˆ</sup>	0,007826 <sup>ˆ</sup>	2234,18900 <sup>ˆ</sup>	1892,31490 <sup>ˆ</sup>	1522,055 <sup>ˆ</sup>	7407,48129 <sup>ˆ</sup>
Cultivares (C)	3	16,31256 <sup>ˆ</sup>	9,64192 <sup>ˆ</sup>	0,000006 <sup>ˆ</sup>	242,053479 <sup>ˆ</sup>	125,420572 <sup>ˆ</sup>	17,875652 <sup>ns</sup>	1202,87786 <sup>ˆ</sup>
Espaçamento (EP)	2	124,2396 <sup>ˆ</sup>	2,93876 <sup>ˆ</sup>	0,000558 <sup>ˆ</sup>	141,107945 <sup>ˆ</sup>	77,830672 <sup>ns</sup>	15,679973 <sup>ns</sup>	305,502060 <sup>ˆ</sup>
E x C	6	26,19239 <sup>ˆ</sup>	2,02937 <sup>ˆ</sup>	0,001433 <sup>ˆ</sup>	63,416339 <sup>ˆ</sup>	56,100951 <sup>ns</sup>	201,284198 <sup>ˆ</sup>	631,76550 <sup>ˆ</sup>
E x EP	4	230,9018 <sup>ˆ</sup>	3,83435 <sup>ˆ</sup>	0,001372 <sup>ˆ</sup>	230,947424 <sup>ˆ</sup>	252,125446 <sup>ˆ</sup>	215,212310 <sup>ˆ</sup>	1901,32387 <sup>ˆ</sup>
C x EP	6	9,439891 <sup>ˆ</sup>	3,55142 <sup>ˆ</sup>	0,000672 <sup>ˆ</sup>	128,557486 <sup>ˆ</sup>	77,747022 <sup>ˆ</sup>	76,567766 <sup>ˆ</sup>	11193,4611 <sup>ˆ</sup>
E x C x EP	12	12,82573 <sup>ˆ</sup>	3,09489 <sup>ˆ</sup>	0,000712 <sup>ˆ</sup>	61,381455 <sup>ˆ</sup>	57,833762 <sup>ˆ</sup>	119,225344 <sup>ˆ</sup>	1070,21704 <sup>ˆ</sup>
Erro	252	2,577930	0,52018	0,000135	26,734242	27,91291	31,180560	62,088503
CV (%)		12,20	9,50	7,93	8,21	8,03	8,66	15,09
Média		13,16	7,59	0,146	62,99	65,80	64,45	52,20

<sup>1</sup> Dados transformados em arco-seno  $\sqrt{\% / 100}$ , para análise estatística;

\* Significativos a 5% de probabilidade, pelo teste F, <sup>ns</sup> Não-significativo.

Analisando a interferência da cultivar no comprimento da radícula (Figura 12), foi observado que a cultivar BR511 na segunda época (2013/14) apresentou o menor e o maior comprimento: 12,42 e 15,45 cm nos espaçamentos 0,50 m e 0,70 m, respectivamente, e, o BR509 na primeira e segunda época e o F19 na terceira época (2012/13) não diferiram o comprimento em relação ao espaçamento. No ano seguinte, o BR506 e o BR509 na segunda e terceira época também não diferiram o comprimento em relação ao espaçamento. Estes resultados mostram que, a interferência do espaçamento entre linhas e da cultivar não ficou evidente nesta avaliação o que está mais clara é a interferência da época de semeadura tendo em vista que, os comprimentos foram maiores em relação as épocas.

Avaliando a possibilidade de utilização do teste de comprimento de plântulas como um método de vigor para classificar lotes de sementes Guedes et al. (2009) concluíram que, o comprimento de plântulas, ou de parte delas, dado pelo número de sementes colocadas em teste é mais sensível para classificar lotes com

diferenças sutis de qualidade fisiológica, em comparação com a forma tradicional de expressar o comprimento com base no número de plântulas normais obtidas no final do teste. Já Franzin et al, (2004) concluíram que, o uso do teste de comprimento de plântulas de alface não mostrou sensibilidade suficiente para indicar diferenças significativas capazes de separar os lotes pelo vigor, devido à utilização de apenas dez plântulas consideradas normais que apresentavam os maiores comprimentos, o que diminuiu a diferença existente entre os lotes.

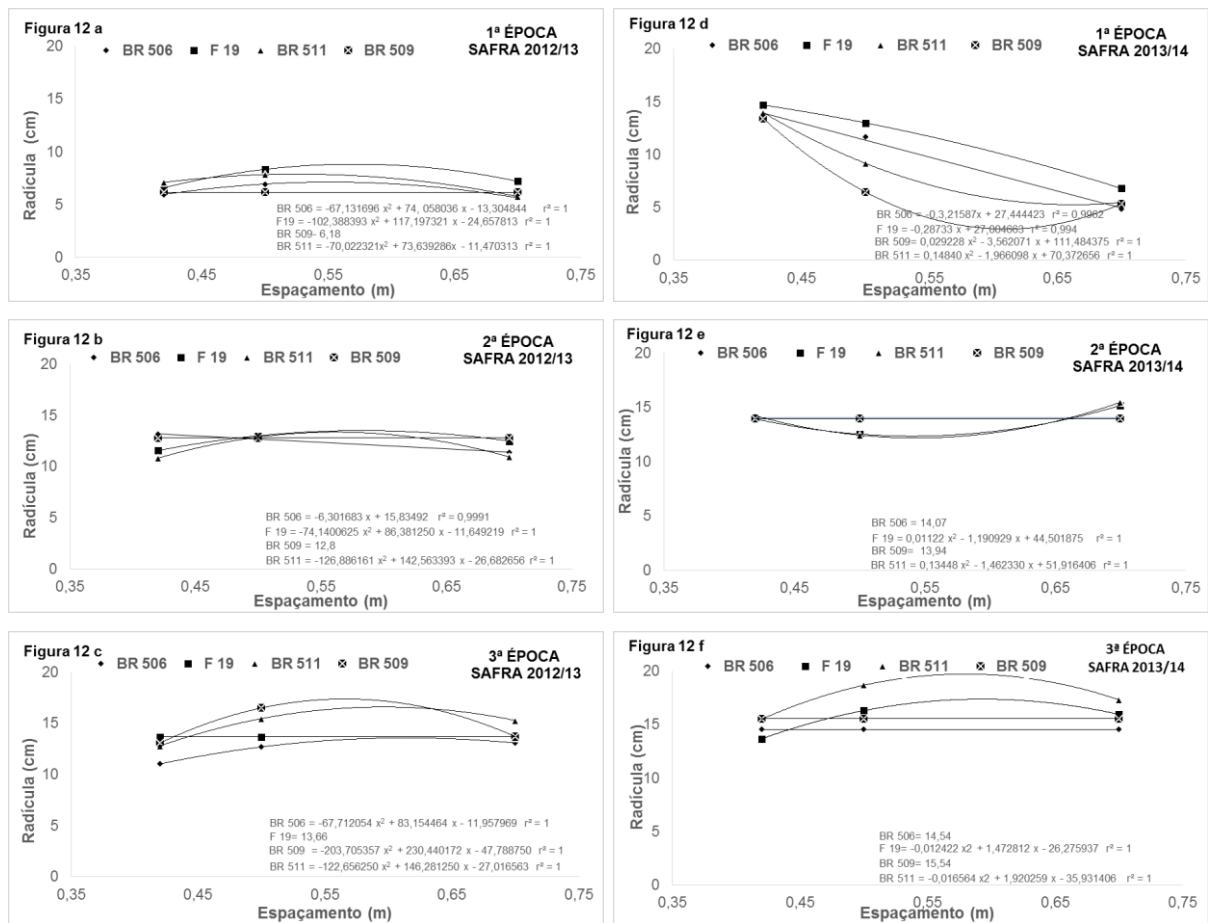


Figura 12 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável comprimento da radícula de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.

A análise do comprimento do epicótilo (Figura 13) mostra que o espaçamento não influenciou no comprimento do epicótilo, visto a tendência de ausência de resposta entre épocas de semeadura e anos agrícolas. Ao avaliar o comportamento dos cultivares em relação ao comprimento do epicótilo observou-se que, no primeiro ano de cultivo nas três épocas de semeadura, não foram evidenciadas diferença que caracterizasse a melhor cultivar. No segundo ano, na segunda e terceira época, a cultivar BR511 apresentou resultados superiores em relação as demais cultivares.

Ao analisar o efeito das épocas de semeadura, os resultados demonstram que a terceira época do primeiro ano de cultivo e a segunda e terceira época do segundo ano, os comprimentos do epicótilo da maioria das cultivares foram maiores.

Mota et al. (2000), observaram que na soja existem diferenças de comportamento entre cultivares quanto ao crescimento das plântulas e que os resultados devem ser interpretados dentro de cada cultivar. Nobrega e Vieira (1995) avaliaram cultivares de soja quanto ao comprimento do epicótilo sob condições de laboratório e de casa de vegetação, e concluíram que o comprimento do hipocótilo das várias cultivares relaciona-se com maior e menor vigor das sementes e pode ser influenciado pela cultivar. Já Rossini et al. (1995), avaliaram 26 cultivares de soja verificaram que ocorreram variações no comprimento do hipocótilo de uma mesma cultivar proveniente de diferentes locais de produção.

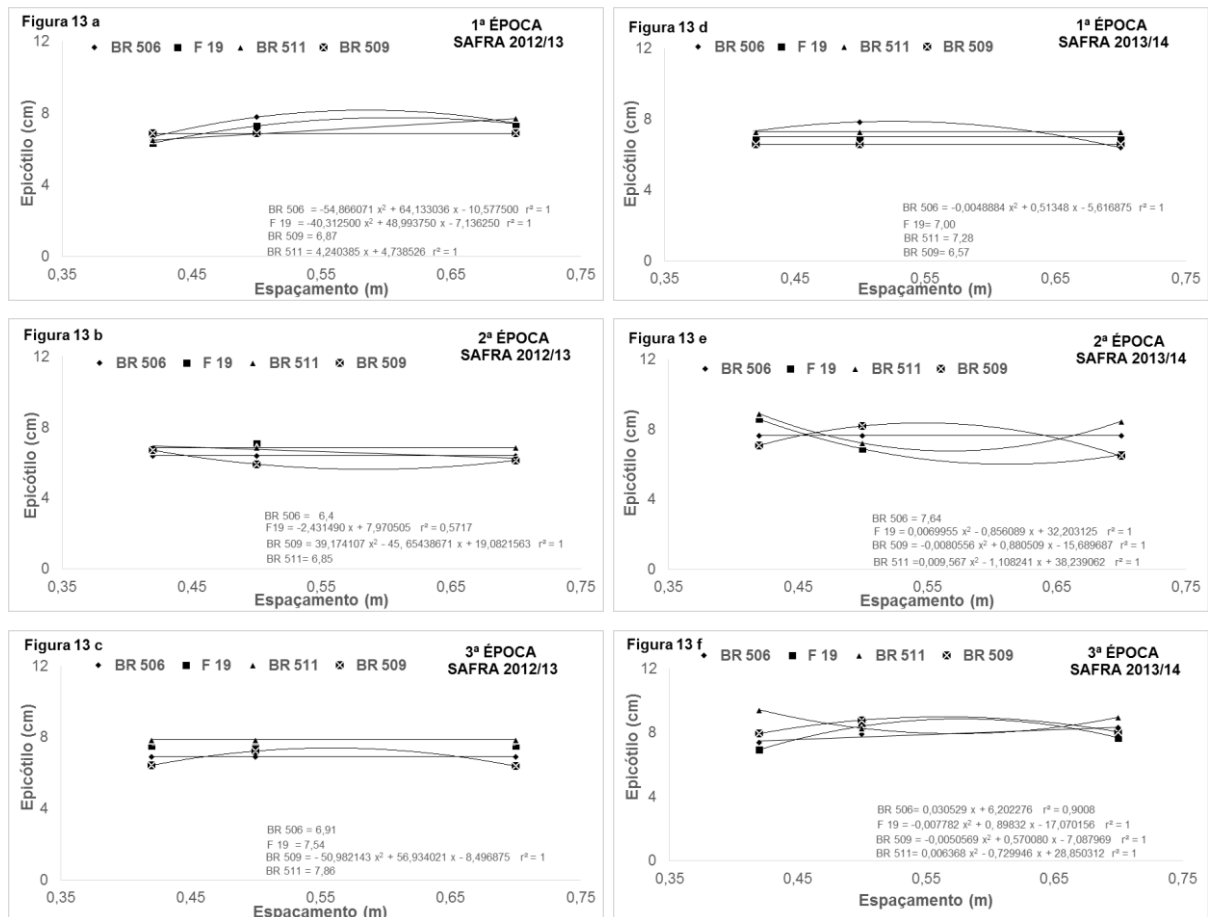


Figura 13 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável comprimento do epicótilo de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.

Os resultados apresentados para a variável massa seca de plântula (Figura 14) mostram que, embora estas apresentem radículas menores na primeira época dos dois anos de cultivo, a avaliação de massa seca praticamente não diferiu das demais com radículas maiores ou plântulas com maiores comprimento de radícula e epicótilo. Vanzolini et al. (2007) verificaram que embora o comprimento da plântula ou de suas partes tenha apresentado diferenças significativas entre os lotes, somente o comprimento da raiz foi mais sensível para diferenciar lotes de soja.

Na análise da relação entre massa seca e espaçamento (Figura 14), foi observado que as cultivares F19 e BR506 foram as mais responsivas, comportamento predominante em quase todas as épocas de semeadura, nos dois anos de cultivo. Porém, o efeito de época ficou mais evidente nos resultados desta variável, para a maioria das cultivares demonstrando que, na segunda e terceira época da safra 2012/13 e segunda época da safra 2013/14 a massa seca de plântulas foram maiores.

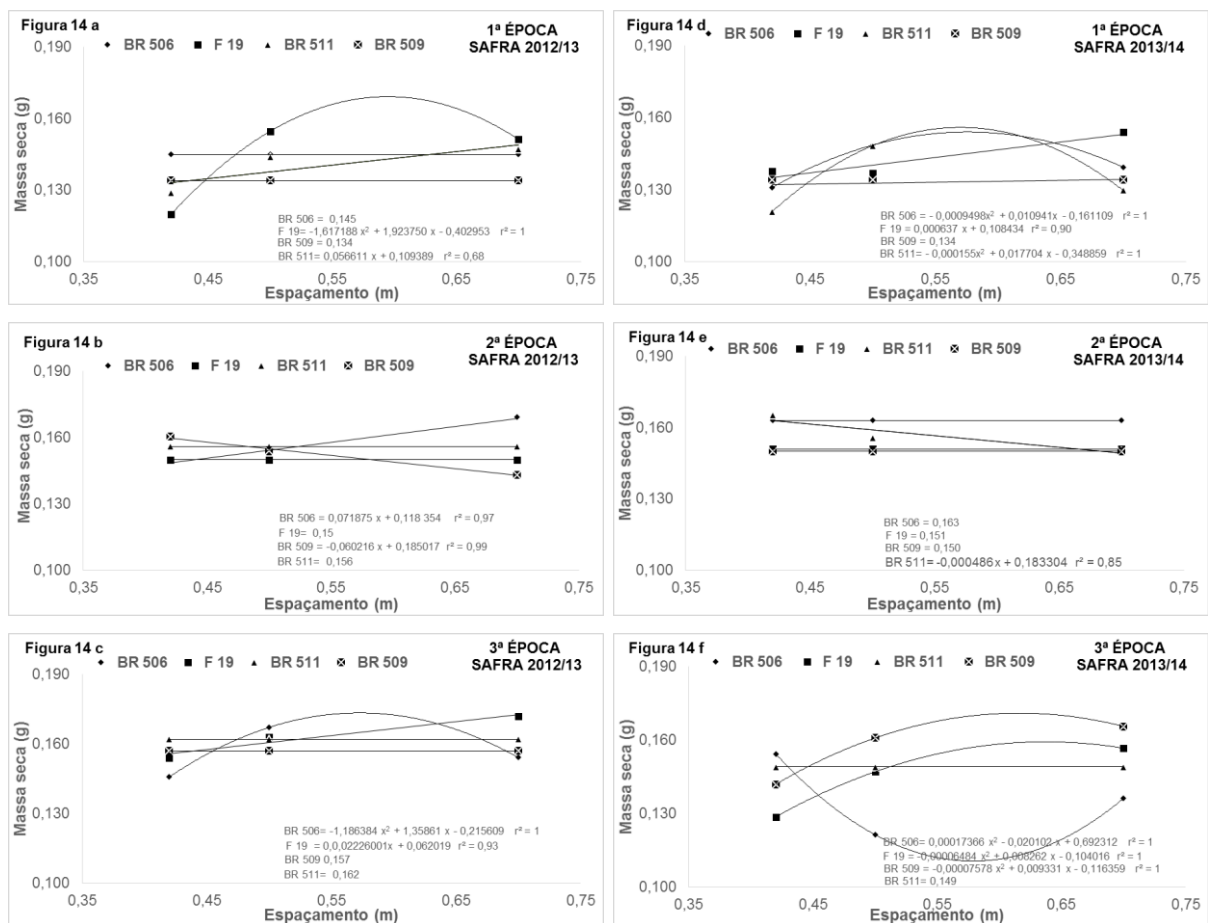


Figura 14 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável massa seca de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.



O teste de envelhecimento acelerado é um dos mais utilizados para avaliação do vigor de sementes, tendo em vista que, as mesmas são submetidas ao estresse de temperatura e umidade. A análise dos resultados do teste envelhecimento mostram que (Figura 15) a cultivar BR511 foi menos responsiva ao espaçamento enquanto que o F19 foi mais responsivo, comportamento observado nas épocas de semeadura principalmente no segundo ano de cultivo. Foi observado que não diferiram em relação ao espaçamento, nas terceiras épocas dos dois anos de cultivo para todas as cultivares, exceto F19 no segundo ano. Estes resultados mostram que, embora tenham ocorrido algumas diferenças em relação aos espaçamentos, estas não foram expressivas o suficiente para discriminar qual espaçamento apresentou os melhores resultados.

No geral, os resultados deste teste de vigor foram considerados bons, uma vez que os percentuais ficaram acima de 80% na segunda e terceira época safra 2012/13 e primeira e segunda época safra 2013/14 nas quatro cultivares com poucas exceções. Entretanto, os resultados da terceira época do primeiro ano e a segunda do segundo ano de cultivo foram os melhores, estes resultados vem confirmar os demais testes de vigor anteriormente citados, evidenciando o efeito de época na qualidade fisiológicas das sementes. Fanan et al. (2006), avaliaram a sensibilidade dos testes de envelhecimento acelerado para identificar diferenças entre níveis de vigor de lotes de sementes de trigo concluíram que envelhecimento acelerado pelo método tradicional (100% UR), tanto a 43°C como a 45°C proporcionou informações semelhantes às indicações do teste de germinação. Marco filho et al. (1984), avaliaram a qualidade fisiológica das sementes de oito lotes de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. Verificaram que, envelhecimento acelerado revelou superioridade do vigor de determinados lotes em relação aos demais, em todas as épocas. Após a submissão das sementes de feijão crioulo ao envelhecimento acelerado, Coelho et al. (2010), verificaram um decréscimo acentuado tanto no percentual de germinação como no comprimento da raiz primária em função do estresse causado por elevada temperatura e umidade. Contudo, as respostas foram diferentes entre os genótipos, o que permitiu detectar o efeito do genótipo sobre o vigor das sementes.

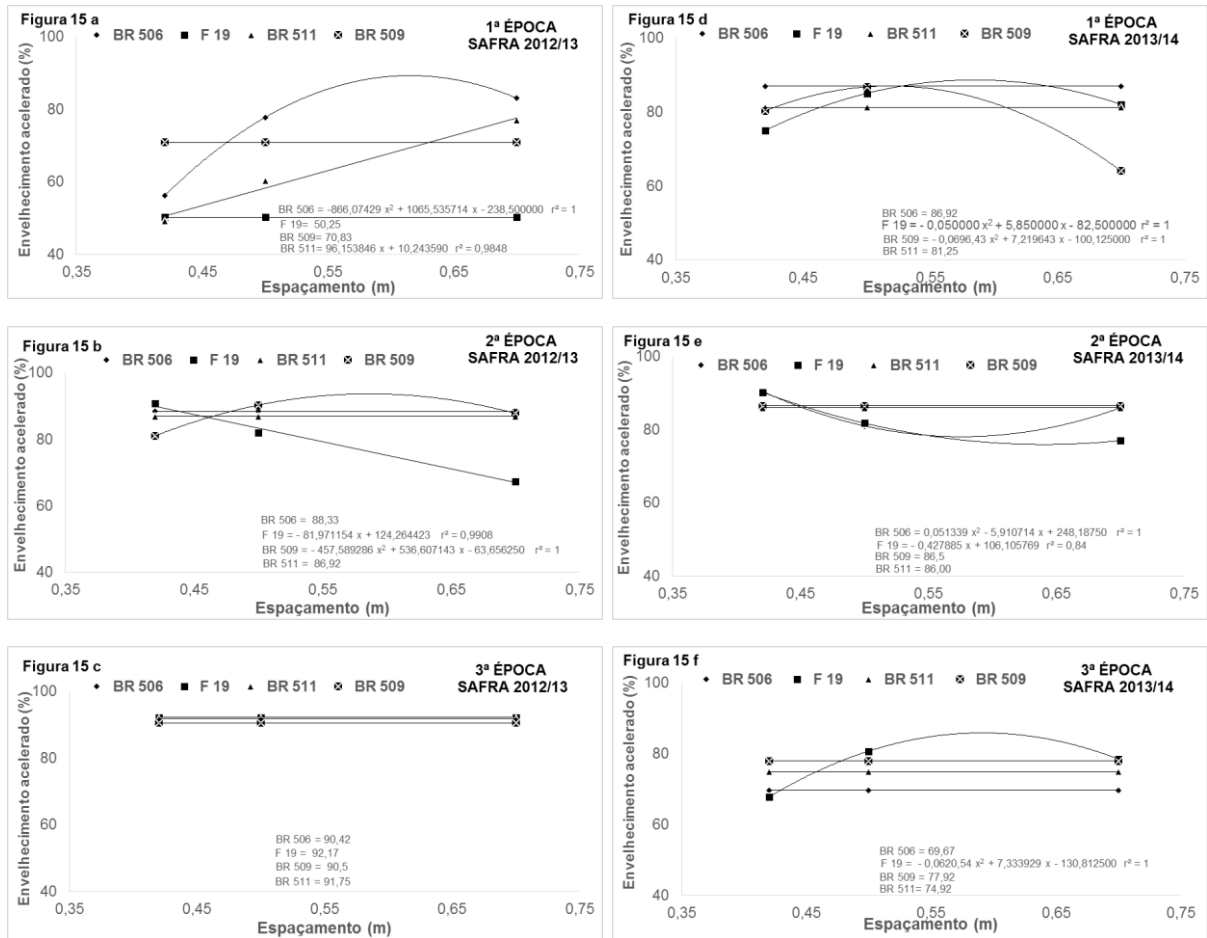


Figura 15 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável envelhecimento acelerado de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.

O princípio do teste de condutividades elétrica estabelece que sementes mais deterioradas e menos vigorosas apresentam menor velocidade de restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição, como consequência, liberam mais quantidades de soluto para o meio exterior (MARCOS FILHO, 2005). Os resultados de condutividades elétrica (Figura 16) mostram que na primeira e segunda época do primeiro ano, e na primeira e terceira época do segundo ano de cultivo, ocorreu uma grande variabilidade dos resultados das quatro cultivares nos três espaçamentos. Esta variabilidade nos resultados pode estar relacionado ao tempo de embebição, ou ainda, a temperatura de 25°C não ser a ideal para a realização desta avaliação.

Nesta avaliação o efeito de época não ficou evidente no primeiro ano de cultivo tendo em vista que, para determinadas cultivares os melhores resultados ocorreram na segunda época, já para outros na terceira época. No segundo ano a

segunda época apresentou os melhores resultados. Dentre as cultivares no primeiro ano de cultivo, o F19 foi o que apresentou menores valores, o que é um indicativo de menor liberação de solutos e da integridade das membranas celulares (Figura 16). No segundo ano essa observação não ficou evidente entre as cultivares. Avaliando o efeito do período e da temperatura de embebição, nos valores de condutividade elétrica em sementes de milho, Gaspar e Nakagawa (2002) mostraram que quanto maior for o período de embebição, maior será o valor da condutividade e a temperatura de 25° é a mais conveniente para a condução deste teste. Verificaram também, que nas duas horas iniciais ocorreu uma taxa de lixiviação que possibilitou a avaliação da condutividade elétrica da solução das sementes de milho e da diferenciação dos lotes.

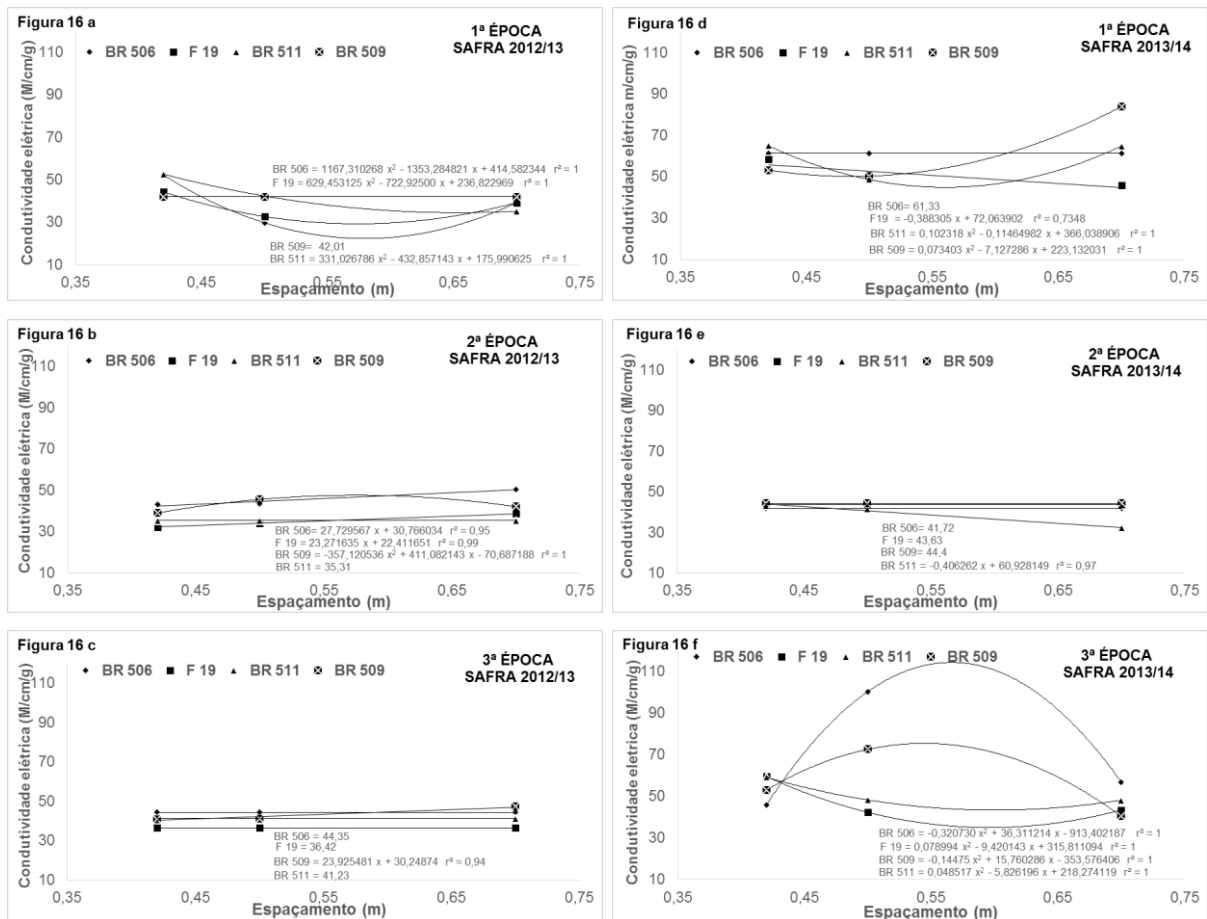


Figura 16 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável condutividade elétrica de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.

No primeiro ano de cultivo os maiores percentuais de vigor (Figura 17)

ocorreu na terceira época, a cultivar F19 apresentou maior variação em relação ao espaçamento e também apresentou os maiores percentuais no espaçamento 0,70 m. As demais cultivares não diferiram em relação ao espaçamento. Neste ano de cultivo, os menores percentuais de vigor ocorreram na primeira época.

No segundo ano de cultivo, os melhores percentuais de vigor (Figura 17) foram observados na segunda época, as cultivares F19, BR511 e BR509 não diferiram nos espaçamentos, já o BR506, apresentou diferenças no percentual de vigor em função do espaçamento, sendo o maior no espaçamento 0,42m. Embora tenham ocorrido diferenças nos percentuais de vigor das cultivares, estas não foram suficientes para caracterizar a cultivar de melhor vigor. A mesma constatação pode ser feita em relação ao espaçamento, aonde na maioria das vezes o vigor das cultivares não diferiu em relação ao espaçamento, pois, em poucas situações foi observado diferença nos resultados em função dos espaçamentos. Já, com relação a época de semeadura, os resultados estão mais visíveis destacando a terceira época no primeiro ano e a segunda no segundo ano de cultivo, com resultados superiores em todas as cultivares.

Avaliando a qualidade fisiológica de cultivares de soja produzidas em três épocas de semeadura, Pereira; Pereira; Fraga, (2000) concluíram que a época de semeadura interfere no vigor das sementes e citam que, o decréscimo do poder germinativo e do vigor em sementes produzidas nas semeaduras fora da época convencional, deve-se principalmente à maior incidência de danos mecânicos nas sementes provenientes da semeadura retardada. Carvalho; Arf; Sá, (1998) avaliaram o efeito do espaçamentos entre linhas e época da semeadura na qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão. Verificaram o efeito significativo de época de semeadura somente em um dos anos de cultivo e o espaçamentos entre linhas não apresentou efeito significativo em nenhum dos dois anos. Bhering et al. (1991) visando a produção de sementes de soja verificaram que, nenhum outro fator cultural isolado influencia tanto o desenvolvimento e a produção quanto a época de semeadura. Ao avaliar a qualidade das sementes de soja, proveniente de três cultivares, três populações, três espaçamentos em quatro localidades Maeda et al. (1983), confirmam diferença de vigor entre as cultivares e nos espaçamentos maiores os resultado foram superiores em relação ao menor.

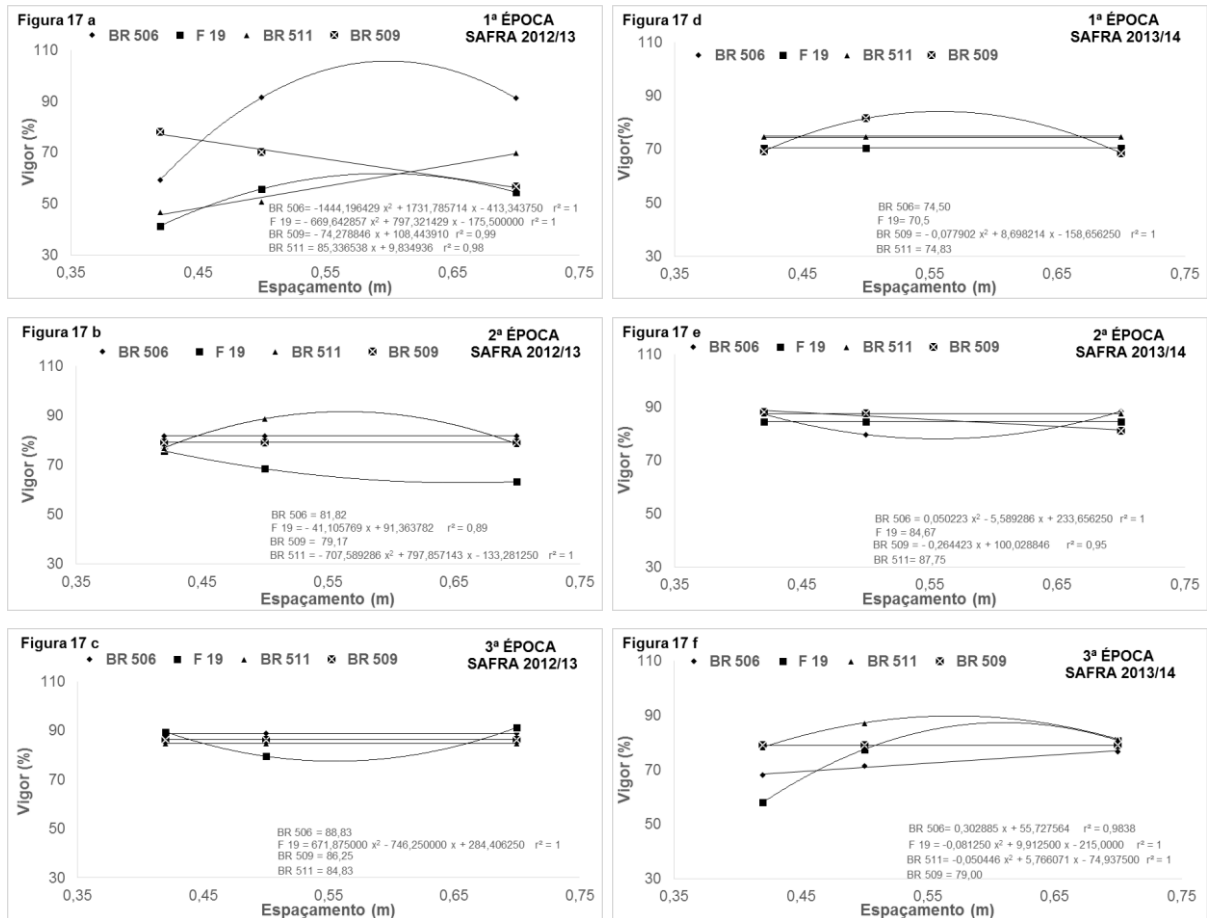


Figura 17 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável vigor de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.

A instalação de uma cultura geralmente é efetuada com base nos resultados do teste de germinação. O percentual de germinação exigido para comercialização é de 80% (IN, 2013). Com base nestas informações observa-se que (Figura 18) as cultivares que apresentaram percentuais abaixo 80% safra 2012/13 na primeira época, foram o F19 no espaçamento 0,70 m, e o BR511 nos espaçamentos 0,50 m e 0,70 m. Na segunda época somente o F19 nos espaçamentos 0,50 m e 0,70 m. Na terceira todas as cultivares atingiram percentuais acima de 80% e não diferiram em relação ao espaçamento.

Na safra (2013/14) não atingiram o percentual de 80% na primeira época, o F19 nos três espaçamentos e o BR509 nos espaçamentos 0,42 m e 0,70 m. Na segunda época todas as cultivares atingiram o percentuais acima de 80%, exceto o BR506 as demais cultivares não diferiram entre espaçamentos. E na terceira época não atingiram percentuais de 80% de germinação os cultivares BR506 nos três

espaçamentos, e as demais cultivares no espaçamento 0,42. Com base na análise evidenciou-se que, as cultivares BR506 e BR509 apresentaram percentuais acima de 80% nas três épocas do primeiro ano, e o BR511 no segundo ano nas três épocas. Em muitas situações os percentuais de germinação não diferiram em relação ao espaçamento. Isto mostra que, o espaçamento entre linhas não interferiu nesta avaliação.

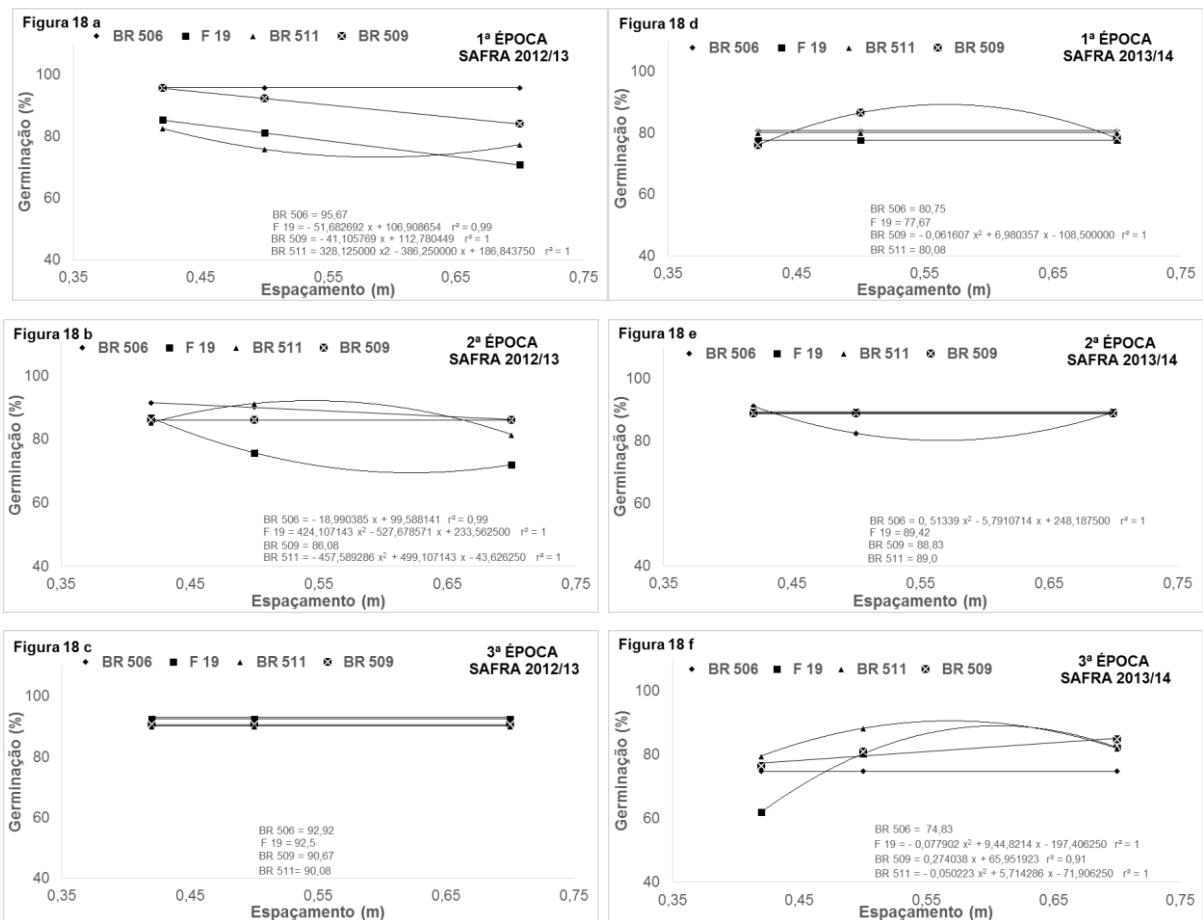


Figura 18 - Desdobramento da interação época de cultivo x cultivar x espaçamento safra 2012/13 (a, b, c) safra 2013/14 (d, e, f) para a variável germinação de quatro cultivares de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura e espaçamento, Santa Maria, RS, 2015.

Embora tenham ocorrido variações no percentual de germinação entre cultivares, fica evidente a influência da época de semeadura na qualidade fisiológica das sementes de sorgo, tendo em vista que, na terceira época do primeiro ano e a segunda do segundo ano de cultivo todas as cultivares apresentaram percentuais acima de 80%. Segundo Sá et al. (1997), a seleção da melhor época de cultivo para uma cultivar, pode viabilizar a obtenção de sementes com qualidade superior, evitando fatores desfavoráveis do ambiente. Nakagawa; Rosolem; Machado, (1984)

observaram que, a germinação, o vigor e a emergência de plântulas no campo, de três cultivares de soja aumentaram nas sementes obtidas da primeira e última época de semeadura. Maeda, et al. (1983), não verificaram diferenças na germinação de sementes de soja proveniente de diferentes espaçamentos. Tekrony; Egly; Phillips, (1980) citam que, a redução da germinação e do vigor das sementes varia de acordo com a época de semeadura e com as condições de temperatura, umidade relativa e precipitação pluvial durante as fases de maturação e colheita.

## CONCLUSÕES

Todas as cultivares tem potencial para a produção de sementes nas condições da região central do Rio grande do Sul.

O fator época é predominante para a produção de sementes de qualidade independente da cultivar estudada.

Os diferentes espaçamentos no intervalo testado podem ser utilizados na produção de sementes de sorgo sacarino.

As semeaduras de novembro e dezembro se mostraram mais promissoras para a produção de sementes de qualidade.

A germinação para a maioria das cultivares independente do espaçamento e apresenta-se dentro dos padrões para comercialização que é de 80%.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B; et al. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 278-285, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 399 p. 2009.

BHÉRING, M. C.; et al. Influência de épocas de plantio sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 38, n. 219, p. 409-421, 1991.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: Funep, 588 p. 2000.

CARVALHO, M. A. C; ARF, O; SÁ, M.E. Efeito do espaçamento e época de semeadura sobre o desempenho do feijão. II Qualidade fisiológica das sementes - **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 202-208. 1998.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento 2014. Versão eletrônica. Acesso <http://www.conab.gov.br/>. Em 10 de fevereiro de 2014.

COELHO, C. M. M; et al. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.) **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 097-105, 2010.

EMBRAPA - Sistema Agroindustrial do Sorgo Sacarino no Brasil e a Participação Público Privada: Oportunidades, Perspectivas e Desafios **Documentos 138** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, 77 p, Ago. 2012.

EMBRAPA - Embrapa Milho e Sorgo - **Sistemas de produção 2** cultivo de sorgo - Embrapa Milho e Sorgo – Clima – Versão eletrônica 7ª edição. Set. 2011. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/> Acesso em 7 de fevereiro 2014.

FANAN, S; et al. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelos testes de envelhecimento acelerado e de frio **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 152-158, 2006.

FERREIRA, D. F. **Programa SISVAR**: sistema de análise de variância: versão 4,6 (Build 6,0). Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FRANZIN, S. M; et al. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alfaca - **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 63-69, 2004.

GASPAR, C. M; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em função do período e da temperatura de embebição para sementes de milheto - **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p. 82-89, 2002.

GUEDES, R. S; et al. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 793-802, out./dez. 2009.

HELDWEIN, A. B; BURIOL, G. A; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria, RS. **Ciência & Ambiente**, v. 38, p. 43-58, 2009.

INSTRUÇÃO NORMATIVA, N.45, de 17 de setembro de 2013. **Diário Oficial da União**, seção 1, n. 181, p. 6- 36. 2013.

KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes. 218 p.1999.

LANDAU, C.E; SANS, L.M.A. - Embrapa Milho e Sorgo - **Sistemas de produção 2** cultivo de sorgo - Embrapa Milho e Sorgo – Clima – Versão eletrônica 4ª edição. Set. 2008. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/> Acesso em 21 de janeiro 2015.



LIMA, M. A.; SANTOS, T.D.; GARCIA, C.J. viabilidade econômica e arranjos produtivos. **AGROENERGIA EM REVISTA**. p. 43-45, Ano II, n. 3, 51 p., ago. 2011.

MAEDA, J. A; et al. Influência de cultivares, espaçamentos e localidades na qualidade da semente de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 18, n. 3, p. 515-518, mai. 1983.

MAY, A; DURÃES, F. O. M. Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa. **Documentos 139** - 1. Sorgo. 2. Recurso energético. 3. Variedade. 4. Energia. – Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, p. 11-14, 120 p. 2012.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de plantas cultivadas. Piracicaba. Fealq. 495 p. 2005.

MARCOS FILHO, J; et al. Emergência das plântulas em campo **Pesquisa Agropecuária Brasileira Brasília**, v. 19, n. 5, p. 605-613, mai.1984.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. Avaliação da qualidade de sementes. Piracicaba: FEALQ, 230 p. 1987.

MOTTA, S. I; et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja provenientes de diferentes épocas de semeadura **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 257-267, 2000.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**. 218 p. 1999.

NAKAGAWA, J. ROSOLEM, C. A; MACHADO, J. R. Efeito da semeadura na qualidade de sementes de três cultivares de soja, em Botucatu- SP. **Revista Brasileira de Sementes**. Ano 6, n. 1. Brasília, DF, 1984.

NÓBREGA, L.H.P; VIEIRA, R.D. Avaliação e classificação de cultivares de soja, quanto ao comprimento do Hipocótilo, sob condições de laboratório e de casa de vegetação – **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 2, p.1 60-164 ,1995.

PEREIRA, E. B. C; PEREIRA, A. V; FRAGA, A. C. Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p.1653-1662, ago. 2000.

ROSSINI, M. C; et al. Caracterização de 26 cultivares de soja *Glicine Max(L.) Merrill* recomendadas para a Região Sul- Brasil, **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 2, p. 227-235- 1995.

SÁ, M. E. de; et al. Efeitos de épocas de semeadura sobre a produção e qualidade fisiológica de sementes de nove cultivares de arroz irrigado por aspersão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 244-253, 1997.

TEIXEIRA, C. G; JARDINE, J. G; BEISMAN, D. A. Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria. *Ciênc. Technol. Aliment.* [on line]. 1997, vol.17, n.3 [citado 2012-04-

17], pp. 248-251. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20611997000300011&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611997000300011&lng=pt&nrm=iso)>. ISSN 0101-2061. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611997000300011>.

TEKRONY, D. M.; EGLY, D. B.; PHILLIPS, A. D. Effects of field weathering on the viability and on vigor of soybean seed. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, n. 5, p. 749-753, 1980.

VANZOLINI, S; et al. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja - **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.

VIEIRA, R.D. **Teste de condutividade elétrica**. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: Funep, p. 103–139, 1994.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vários trabalhos de pesquisa no Rio Grande do Sul, tem demonstrado respostas positivas referente a viabilidade de produção e utilização do sorgo sacarino como opção promissora de matéria prima na entressafra da cana de açúcar. Assim o sorgo é uma alternativa agrícola capaz de promover um sistema integrado de exploração da propriedade rural, como uma cultura capaz de contribuir para o aumento da produção de etanol. Porém, referente a produção de sementes desta cultura via pela qual ocorre a propagação de mesma, são escassos os relatos na literatura. Os resultados desta trabalho são de grande relevância, pois poderão servir de subsídios para outros trabalhos que virão a acontecer uma vez que, trouxeram informações sobre a interferência das épocas de semeadura, espaçamento entre linhas e cultivares na produção e qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino.

Os resultados referentes a produção mostram que houve diferença na produção de sementes, entre as cultivares, entre épocas e entre espaçamentos, demonstrando que, em espaçamentos 0,50 e 0,70 m entre linhas os resultados foram mais favoráveis, para produção e os melhores resultados de produção aconteceram na segunda época nos dois anos de cultivo. Outra observação importante é que a produção obtida pela cultivar F19, nos dois anos de cultivo tanto no primeiro, quanto no segundo ano, estão de acordo com os índices de produção nacional.

A qualidade fisiológica de sementes é normalmente determinada por meio de testes laboratoriais que avaliam diferentes aspectos, os resultados encontrados na maioria dos teste aplicados no presente trabalho, apontam que, a qualidade fisiológica de sementes das quatro cultivares é influenciada pela época de semeadura, independente da cultivar analisada e do espaçamento. Na safra 2012/13 os melhores resultados ocorreram na terceira época seguida da segunda já, na safra 2013/14 a segunda época foi a que apresentou os melhores resultados da qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino. Portanto, dentre os fatores avaliados a época de semeadura foi a que mais influenciou na qualidade das sementes da maioria das cultivares estudadas, independente do espaçamento. E o percentual de germinação apresenta-se dentro dos padrões para comercialização que é de 80%.

Os resultados evidenciaram que as sementes de sorgo sacarino produzidas

na região central do Rio Grande do Sul apresentam adequada produção e qualidade fisiológica, indicando que, a região tem potencial para produção de sementes.