



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA**

MARIA DE FÁTIMA DE QUEIROZ LOPES

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SORGO SACARINO EM
FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO**

FORTALEZA

2016

MARIA DE FÁTIMA DE QUEIROZ LOPES

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SORGO SACARINO EM FUNÇÃO DA
DENSIDADE DE PLANTIO

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Bosco de Oliveira.

Co-orientadora: Eng. Agr^a. M.Sc. Tatiana Maria da Silva.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- L854q Lopes, Maria de Fátima de Queiroz.
 Qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino em função da densidade de plantio / Maria de Fátima de Queiroz Lopes. – 2016.
 47 f.
- Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Departamento de Fitotecnia, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2016.
 Orientação: Prof. Dr. Alexandre Bosco de Oliveira.
 Coorientação: Me. Tatiana Maria da Silva.
1. *Sorghum bicolor*. 2. Sementes - Produção. 3. Sorgo - Produtividade agrícola. I. Título.

CDD 636.08

MARIA DE FÁTIMA DE QUEIROZ LOPES

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SORGO SACARINO EM
FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Centro de Ciências
Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 29/01/2016 .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Bosco de Oliveira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Agr^o. M.Sc. Tatiana Maria da Silva (Co-orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Alek Sandro Dutra (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Agr^o. Wando Wilson de Oliveira Souza (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Mario Evandro Ribeiro Lopes
e Maria do Socorro de Queiroz Lopes.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo milagre da vida, por me dar força nos momentos difíceis, por não me deixar fraquejar diante de tantos desafios e todos os problemas que eu tive que superar nesse longo caminho, por me sustentar e não me fazer desistir dos meus sonhos, me dando sempre sabedoria, paciência, me guiando sempre pelo melhor caminho.

A minha família, meus pais Maria do Socorro e Mário Evandro, e meu irmão Francisco Marcelo, pela minha formação, e pelo apoio.

Ao meu orientador, Alexandre Bosco de Oliveira pela oportunidade, pela confiança durante todo tempo, pelo incentivo que sempre me deu, pela amizade construída, pela orientação, pelos conselhos, pela significativa contribuição que deu a minha formação pessoal e profissional.

A minha co-orientadora, Tatiana Maria da Silva pela disponibilidade, pela paciência, pela amizade, pelo apoio, por está sempre do meu lado quando precisei.

A Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de anos de bolsa de Iniciação Científica.

A todos os professores, pelos ensinamentos transmitidos e contribuição em minha formação durante a graduação.

A todos os ex membros do Laboratório de Fisiologia da Produção, que tive a oportunidade de trabalhar, entre graduandos, mestrandos, doutorandos, que passaram e deixaram uma imensa carga de ensinamentos que vou levar pra toda a vida.

Aos atuais membros do Laboratório de Fisiologia da Produção, em especial a André Luís da Silva Parente Nogueira, Ítalo Emerson Trindade Viana, Joana Gomes de Moura, Wesley Costa Silva, Antonia Gardênia Domingos Sousa, José Arnaldo Farias Sales, Anderson Herculano Galvao. Todos que direta ou indiretamente contribuíram na condução e realização deste trabalho, cada um teve uma participação fundamental, só tenho a agradecer a todos vocês.

A Lucas Kennedy Silva Lima pelo carinho, atenção, incentivo, compreensão, principalmente nos momentos difíceis e por se fazer presente em todos os momentos de minha vida, apesar da distância.

Aos meus amigos de jornada durante toda a graduação, alguns ficaram pelo meio do caminho e outros permanecem até hoje do meu lado, principalmente Marcelo Clementino da Silva Goncalves, Érica Costa Calvet, Marina Monteiro Feitosa, Maíra Saldanha Duarte, Mário Rógeson de Abreu Vasconcelos, Caio Bezerra Saboia, e Francisco Araújo que estiveram comigo nas horas de felicidade e tristeza na universidade e fora dela.

Aos amigos de infância, Kilvia Cristina de Oliveira Ferreira, Camila Araújo de Sousa Viana e Helanno Gomes Alexandre, que mesmo hoje estando distantes sempre me incentivaram, aconselharam, acreditam em mim, pessoas que eu passei grande parte de minha vida convivendo, sempre me deram muitas alegrias, tenho imenso carinho por cada um de vocês.

Ao Laboratório de Análise de Sementes, pelo suporte concedido durante toda a condução do experimento. E aos seus membros Selma Freire de Brito, Charles Lobo Pinheiro e Regina pela atenção e ajuda.

Aos membros da banca examinadora, pela atenção, disponibilidade, observações e contribuições dadas ao trabalho.

MUITO OBRIGADA!

“Tudo que você semeia, cedo ou tarde terá que colher... a vida é plantio. Escolha as sementes com sabedoria.” (Renata Fagundes)

RESUMO

Em virtude da preocupação global em obter fontes renováveis de combustível, por meio de processos limpos que diminuam a dependência de uso de combustíveis fósseis, o sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) vem ganhando destaque mundial. Para a produção de etanol, vem estudando-se formas de aumentar a produtividade a partir da redução do espaçamento da cultura e um fator relevante é a qualidade das sementes utilizadas, sendo necessário se conhecer tanto a germinação quanto o vigor das sementes. O trabalho com objetivo de avaliar a influência da densidade de plantio de duas cultivares, na qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino, foi desenvolvido no município de Pentecoste na Fazenda Experimental Vale do Curu da Universidade Federal do Ceará. As cultivares de sorgo sacarino utilizadas (BRS 506 e SF-15) foram avaliadas com espaçamentos entre linhas 0,50; 0,60; 0,70 e 0,80 metros, e entre as plantas 0,08; 0,12 e 0,16 metros. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial (2x4x3), sendo duas cultivares, quatro espaçamentos entre linhas e três espaçamentos entre plantas. Foram coletadas 3 panículas da área útil de cada parcela, sendo essa coleta realizada aos 110 dias após semeadura (DAS) para a cultivar BRS 506 e aos 130 DAS para a cultivar SF-15. As panículas coletadas foram levadas ao Laboratório de Análise de Sementes (UFC) onde se realizou as seguintes análises: teor de água, peso de cem sementes, quantidade de sementes por panícula, porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, teste de envelhecimento acelerado e avaliação das plântulas. Observou-se que tanto as cultivares quanto o arranjo das plantas no campo influenciaram a qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino. A cultivar BRS 506 é recomendada para produção de sementes nas condições do semiárido, de modo que o espaçamento recomendado é de 16 cm entre plantas e 80 cm entre linhas, com densidade de 75.000 plantas por hectare.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Produção de sementes. Espaçamento. Vigor.

ABSTRACT

Because of global concern in obtaining renewable fuel sources through clean processes that reduce dependence on fossil fuel, sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) has gained worldwide prominence. For the production of ethanol, has been studying up ways to increase productivity from reducing the crop spacing and an important factor is the quality of seeds used; it is necessary to know both the germination and seed vigor. The work to evaluate the influence of two cultivars planting density on physiological quality of sorghum seed, was developed at Pentecost municipality in Experimental Farm Valley of the Federal University of Ceará Curu. The used sweet sorghum cultivars (BRS 506 and SF-15) were evaluated with row spacings 0.50; 0.60; 0.70 and 0.80 meters, and 0.08 between plants; 0.12 and 0.16 meters. The experimental design was a randomized block with four replications in a factorial scheme (2x4x3), two cultivars, four row spacings and three spacing between plants. 3 panicles of the useful area of each plot were collected, and this collection held at 110 days after sowing (DAS) for BRS 506 and 130 DAS to cultivate the SF-15. The panicles collected were taken to the Seed Analysis Laboratory (UFC) where the following analysis was carried out: water content, weight of hundred seeds, number of seeds per panicle, percentage of germination, first count, germination speed index , accelerated aging test and evaluation of the seedlings. It was observed that both cultivars for the arrangement of plants in the field influencing the physiological quality of sorghum seeds. The BRS 506 is recommended for the production of seeds in semiarid condition, so that the recommended spacing is 16 cm between plants and between lines 80 cm, with a density of 75,000 plants per hectare.

Keywords: *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Seed production. Spacing. Force.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Condução do teste de envelhecimento acelerado. (A) sementes em saco de filó, (B) sacos dentro da caixa “gerbox”.27
- Figura 2:** Avaliação das plântulas dez dias após o teste de germinação. (A) plântulas em papel germitest, (B) realização de medição das plântulas.....27
- Figura 3:** Número de sementes por panícula (NSP) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos diferentes espaçamentos entre linhas.....34
- Figura 4:** Índice de velocidade de germinação (IVG) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos diferentes espaçamentos entre linhas, desdobramento do espaçamento entre linhas dentro de cada nível de genótipo..... 35
- Figura 5:** Primeira contagem (PC) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos diferentes espaçamentos entre linhas e entre plantas. Análise do desdobramento do espaçamento entre linhas dentro de cada nível de espaçamento entre plantas.37
- Figura 6:** Envelhecimento acelerado (EA) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos diferentes espaçamentos entre linhas. Análise do desdobramento do espaçamento entre linhas dentro de cada nível de espaçamento entre plantas.....40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pluviosidade referente ao período de Março a Julho de 2015 no município de Pentecoste – CE.....	24
Tabela 2: Condições físico-químicas do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm da área experimental da Fazenda Vale-do-Curú em Pentecoste, Ceará.	25
Tabela 3: Diferentes populações (densidade) de plantas por hectares para as duas cultivares de sorgo sacarino nos diferentes espaçamentos entre linhas e entre plantas.	25
Tabela 4: Parâmetros físicos e fisiológicos de sementes de duas cultivares de sorgo sacarino submetidas a diferentes densidades de plantio	29
Tabela 5: Resumo da ANOVA das variáveis com dados normalizados pelo sistema box-cox: Teor de água (TA), número de sementes por panícula (NSP), índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem de germinação (PC), comprimento da raiz (CR) e envelhecimento acelerado (EA) de sorgo sacarino produzido no semiárido (Pentecoste-CE).31	
Tabela 6: Teor de água (TA) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.	33
Tabela 7: Índice de velocidade de germinação (IVG) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.	34
Tabela 8: Primeira contagem (PC) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre plantas.	36
Tabela 9: Comprimento da raiz (CR) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.	38
Tabela 10: Envelhecimento acelerado (EA) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.	39
Tabela 11: Envelhecimento acelerado (EA) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Aspectos gerais da cultura do sorgo	16
2.2 Importância da cultura para o semiárido	17
2.3 A importância do sorgo sacarino para a produção de etanol	19
2.4 Densidade de plantio.....	20
2.5 Qualidade fisiológica de sementes	21
2.6 Vigor	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÃO.....	41
6 REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Em virtude da preocupação global em obter fontes renováveis de combustível, por meio de processos limpos que diminuam a dependência de uso do petróleo, a cultura do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) vem ganhando destaque mundial. Os biocombustíveis geram um maior equilíbrio entre a produção e o consumo de CO² na natureza, através da redução da emissão de poluentes atmosféricos pelos automóveis, e proporcionam uma alternativa para a redução do consumo de fontes não renováveis (CUNHA; FILHO, 2010).

O sorgo sacarino apresenta uma série de vantagens como alternativa para produção de etanol, dentre elas está a rapidez no seu ciclo, que é em média 120 a 130 dias, o elevado teor de açúcar presentes em seu colmo, a possibilidade de ser mecanizável desde o processo de plantio até a colheita, utilizando-se dos mesmos equipamentos de outras culturas, é pouco exigente quanto a fertilidade do solo, resistente a variações climáticas, além de ser utilizada na entressafra da cana, período em que as indústrias ficariam sem produzir e a utilização de seu próprio bagaço como fonte de energia para indústrias e para alimentação animal. (SOUZA et al., 2005; COELHO et al., 2002; QUEIROZ et al., 2013; EMBRAPA, 2014).

O *S. bicolor* é uma cultura promissora para a região semiárida, por apresentar resistência a seca suportando fatores adversos, podendo assim, ser fonte de oportunidades para a população local com a implantação de micro destilarias (RIBEIRO FILHO et al., 2008).

Na produção de etanol, vem estudando-se formas para aumento de produtividade dessa cultura, visando garantir uma melhor eficiência na utilização do solo, nutrientes e radiação a partir de redução do espaçamento da cultura. Fischer Filho et al. (2014), trabalhando com três híbridos de sorgo sacarino (Advanta 81981, Monsanto 80007 XBSW e Monsanto 80147 XBSW) em espaçamentos de 0,45 e 0,90 m, observaram que menores espaçamentos com mesma quantidade de plantas por metro alteram a altura e o diâmetro das plantas, sendo as plantas obtidas com o maior espaçamento aquelas que alcançaram maior altura e também maior diâmetro.

Fernandes et al. (2014), utilizando a variedade BRS 506, testando cinco espaçamentos entrelinhas, sendo quatro simples, 50; 60; 70; e 80 cm e um em linha dupla 100 x 50 x 50cm, tanto em época de safra como safrinha, verificaram que na época de safrinha houve diferença significativa entre os espaçamentos testados, os autores observaram que a altura de plantas decresceu linearmente com o aumento do espaçamento entrelinhas simples, demonstrando que o aumento de 30 cm no espaçamento entrelinhas resultou em plantas 11,4

cm menores.

Outro fator relevante em relação a produtividade é a qualidade das sementes utilizadas, sendo necessário se conhecer tanto a qualidade fisiológica, quanto o vigor das sementes. Esses aspectos são importantes para garantir material que venha a ter um bom crescimento e desenvolvimento no campo, oferecendo posteriormente características agronômicas ideais, para produção de etanol. Entretanto, informações sobre os efeitos do arranjo de plantas na qualidade fisiológica das sementes produzidas ainda são escassas para a cultura (QUINEPER et al., 2014).

Diante do potencial dessa espécie para a região semiárida e da carência de trabalhos que contribuam para um bom desempenho dessa cultura nas condições do semiárido, o presente trabalho teve por objetivo, avaliar a qualidade fisiológica de sementes de duas cultivares de sorgo sacarino submetidas a diferentes densidades de plantio.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura do sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma planta anual da classe das monocotiledôneas pertencente à família Poaceae. Possui sistema radicular fasciculado com pelos absorventes, colmo dividido em nós e entrenós, folhas com disposição alterna, apresenta inflorescência tipo panícula. Seus frutos são do tipo cariopse ou grão seco organizados numa espiga séssil, fértil, acompanhada por duas espiguetas estéreis pedunculadas, que caracterizam o gênero (DINIZ, 2010). É uma planta de dias curtos e possui mecanismo do tipo C4. Típica de clima quente, pouco exigente em nutrientes, tem características xerófilas, apresenta tolerância a fatores abióticos, como estresse hídrico, salinidade e encharcamento (TABOSA et al., 1999).

Embora possa ter havido duas regiões de dispersão da cultura do sorgo como a África e a Índia, seu centro de origem provavelmente está na África, e sua domesticação segundo registros arqueológicos, deve ter acontecido por volta de 3000 A.C., acredita-se que o sorgo deve ter chegado ao Brasil pela região nordeste através de escravos africanos trazidos para trabalhar na atividade açucareira (RIBAS, 2003).

Ocupa o quinto lugar entre os cereais mais plantados no mundo, ficando atrás apenas das produções de milho arroz, trigo e cevada (MARIANO; SOUSA, 2007).

Existem quatro tipos de sorgo sendo cultivados no Brasil, entre eles está o sorgo granífero, sacarino, vassoura, e o forrageiro. Segundo Leite (2006) a diferença entre eles está em diferentes proporções entre colmo, folhas e panículas, e conseqüentemente, diferentes produções de matéria seca por hectare, composição bromatológica e valor nutritivo. Entretanto, surgiu recentemente híbridos de sorgo do tipo biomassa. O sorgo biomassa chegou como uma nova fonte de energia renovável, tem alto poder calorífero e é rico em matéria seca (EMBRAPA, 2014).

Cada tipo de sorgo mencionado tem uma finalidade específica. O sorgo granífero está associado à produção de grãos para a fabricação de ração juntamente com outras matérias primas; o sorgo forrageiro é utilizado para ensilagem e como forragem para a alimentação principalmente de bovinos; o sorgo vassoura é utilizado em algumas regiões do país para confecção de peças de artesanatos e produtos diversos e o sorgo sacarino possui o colmo rico em açúcares e é destinado a produção de etanol, sendo bastante utilizado na entressafra da cana-de-açúcar nas usinas (IPA, 2008). Já o sorgo biomassa pode ser utilizado em

termoelétricas e indústrias para produzir energia substituindo outras culturas como a cana de açúcar, e o eucalipto (EMBRAPA, 2014)

No país o sorgo é uma cultura promissora, pois além de grande potencial de produção e diversidade de época para o plantio, no seu manejo pode-se fazer o uso de equipamentos que são utilizados em outras culturas, sendo mecanizado do plantio à colheita (COELHO et al., 2002). Além da característica de suportar estresses ambientais. Segundo Landau e Guimaraes (2012), a produtividade do sorgo está relacionada a fatores integrados, entre esses fatores o autor menciona as características genéticas relacionadas com a eficiência metabólica, eficiência de translocação de produtos da fotossíntese para os grãos, capacidade de dreno, além de características edafoclimáticas, entre as quais a disponibilidade suficiente de água no solo e radiação solar.

Do plantio à colheita apresenta um ciclo de 100 a 130 dias, no caso de híbridos e grãos de constituição química semelhante à do milho, podendo assim ser utilizado em complementação ao milho em rações de aves, bovinos e suínos (FOGAÇA et al., 2011). Entretanto, este cereal pode substituir total ou parcialmente o milho, com uma vantagem comparativa de menor custo de produção e valor de comercialização de aproximadamente 80% do preço do milho (BATISTA, 2012).

2.2 Importância da cultura para o semiárido

A região Nordeste tem uma área de aproximadamente 1.600.000 Km², desta área 900 mil Km² é de região semiárida, o que corresponde a aproximadamente 70% da região Nordeste e 13% do país (CALIXTO JUNIOR, 2009). O termo semiárido geralmente é usado para se referir aos locais de clima onde ocorrem precipitações médias anuais entre 250 e 500 mm e que na época de escassez hídrica a vegetação perde suas folhas (CIRILO, 2008).

Para Araújo et al. (2014) no Nordeste, o cultivo do sorgo é particularmente importante pois é uma região que enfrenta fatores adversos. E todos os tipos de sorgo (granífero, forrageiro ou sacarino) apresentam-se bem adaptada a ambientes extremos de estresses abióticos, tais como, de temperatura do ar e umidade do solo (ASSIS E MORAIS, 2014).

Sua origem tropical permite amplas adaptações, com facilidade, a condições existentes entre 30° de latitude norte até 30° de latitude sul, sendo uma planta de clima quente que apresenta mecanismos eficientes de tolerância à seca (CUNHA E FILHO, 2010).

O sorgo possui características fisiológicas que permitem sessar seu crescimento

ou reduzir as atividades metabólicas durante o estresse hídrico e reiniciar o crescimento quando a água se torna disponível (MASOJIDEK et al., 1991). É uma planta de mecanismo C4 que tem taxas fotossintéticas altas, baixa fotorrespiração, elevada capacidade de se desenvolver em condições limitadas de fornecimento de água e obtém produções significativas em períodos de seca, com média de temperatura favorável para cultivo em torno de 30°C (FERNADES, 2013).

Segundo Queiroz et al., (2009) dentre as multivariadas finalidades de produção da cultura, o sorgo pode ser inserido na alimentação humana. Essa cultura já é utilizada por diversos países, a ele se confere diversas qualidades nutricionais, entre elas carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais, seu consumo poderia ser mais incentivado no Brasil, fazendo com que a população principalmente da região nordeste insira os grãos na sua alimentação, suprimindo carências nutricionais e comercializando o excedente da produção. No entanto ele possui algumas limitações de uso devido à resistência do revestimento externo que é grosso e fibroso, afetando a palatabilidade, necessita de maior tempo de cozimento em função do amido que é ligado a proteína, além de não conter glúten e possuir tanino que afeta o sabor do seu derivado; porém essas limitações podem ser superadas através de tecnologias adequadas (OLIVEIRA; GONZAGA, 2000).

É uma cultura que serve de alternativa também para alimentação animal em épocas de estiagem, principalmente nas regiões com pouca disponibilidade de água, como a região semiárida, pois suas sementes são ricas em proteínas, vitaminas, hidrato de carbono e sais minerais. (SOUZA, et al., 2013)

Como já citado, apresenta um alto valor nutricional, com alta concentração de carboidratos solúveis, essencial para adequada fermentação láctica, bem como altos rendimentos de matéria seca por unidade de área (POMPEU et al., 2013). Além de ser importante para produção de silagem, para fornecimento de alimento para bovinos na época de escassez hídrica. Sendo adaptada ao processo de ensilagem em virtude de características fenotípicas que facilitam o plantio e colheita, sendo extensamente utilizada na alimentação de animais, pastejo e na produção de silagem para a terminação de bovinos (CHIESA et al., 2008).

Nesse contexto, os programas de melhoramento são muito importante para o progresso da cultura do sorgo sacarino na região nordeste. O desenvolvimento de cultivares tolerantes à seca pode promover impactos positivos em diversos seguimentos na área social e econômica, ressaltando uma oportunidade agrícola de se fazer o uso do sorgo sacarino em regiões secas como nova alternativa para o agronegócio local (MOREIRA, 2011).

Brandão (2007) menciona que a geração de tecnologias deve levar em consideração também o favorecimento da agricultura de subsistência, praticada pelos pequenos produtores a fim de obter um aumento de cultivares mais resistentes a estresses bióticos e abióticos que segundo ele apresentem como característica fundamental melhor desempenho em condições de baixa aplicação de insumos.

Desse modo, outro fator que pode contribuir para o favorecimento da cultura na região é a implantação de micro destilarias que podem ser montadas com apoio do governo nas pequenas propriedades pra gerar renda aos agricultores, as famílias podem se organizar por meio de cooperativas para divisão de trabalho, além da utilização de subprodutos gerados pela produção na agropecuária.

2.3 A importância do sorgo sacarino para a produção de etanol

De acordo com a FAO (2015), a demanda total de etanol deve crescer para quase 39 bilhões de litros até o final de 2024, incentivada pela exigência de mistura que agora passa a ser de 27% na gasolina e pela competitividade entre o etanol hidratado e a gasolina de bomba, no ano de 2024, 17 bilhões de litros de etanol anidro e 21 bilhões de litros de etanol hidratado devem ser destinados para o uso em combustível.

O Brasil vem ganhando destaque mundial na produção de etanol, por ser o principal produtor dessa alternativa energética, o país vem conquistando o mercado externo e despontando na fabricação de biocombustível, favorecendo o crescimento do setor automobilístico. Dessa forma, segundo MAPA (2015) a estimativa é que 74% dos veículos vendidos no Brasil sejam do tipo flex em 2017.

Existem três culturas promissoras para produção de etanol entre elas está a cana-de-açúcar, a beterraba açucareira e o sorgo sacarino, cada uma se desenvolvendo melhor em um determinado clima, sendo a cana-de-açúcar e o sorgo sacarino os mais bem adaptados ao clima do Brasil, onde a produção dessas culturas é bem difundida. Essas culturas apresentam algumas semelhanças, tanto a cana-de-açúcar como o sorgo sacarino armazenam açúcares na parte do colmo. Porém, o sorgo sacarino difere da cultura da cana-de-açúcar por ser cultivado a partir de sementes e possuir um ciclo vegetativo bem mais curto, de 120 a 130 dias (SOUZA et al., 2005).

É uma matéria prima renovável que recebe destaque por ser uma cultura rústica com aptidão para cultivo em áreas tropicais, subtropicais e temperadas (EMYGDIO et al., 2014). Essa cultura recebe grande destaque na produção de etanol por diversas vantagens,

uma delas é ser uma alternativa viável no período de entressafra da cana-de-açúcar (QUEIROZ et al., 2013). Entretanto, além da semeadura na entressafra em áreas de reforma de canaviais, vislumbra-se a introdução do sorgo sacarino para ser processado durante a safra com a cana-de-açúcar, aumentando assim a janela para colheita e, conseqüentemente, a semeadura em diferentes épocas do ano (FERNANDES, 2013).

É uma cultura que tem elevados valores de açúcar armazenados no colmo além de elevada produção de biomassa. As cultivares de sorgo sacarino possuem teor de açúcares no colmo de 12 a 18% graus Brix, manutenção da folhagem verde após a maturação fisiológica do grão, altura de planta de 220 cm a 300 cm e uma produção de grão em torno de 2 a 5 toneladas por hectare (GUADAGNIN et al, 2009). Verifica-se que a extração de 80 kg de açúcar por tonelada de colmos (com base em prensa hidráulica padrão) que produzirá 2.000 a 2.200 litros de etanol por hectare, com rendimentos de biomassa de 40 t ha⁻¹ (SCHAFFERT, 2012).

2.4 Densidade de plantio

Há várias maneiras de escolher o arranjo das plantas no campo, porém devemos considerar alguns aspectos essenciais para garantir uma boa produtividade para a cultura que vamos trabalhar. Um desses aspectos é o suprimento de água, quando se tem uma escassez desse recurso deve-se diminuir a densidade de plantas presentes na área, para que o solo seja capaz de atender as necessidades de água da planta, e diminuir uma possível competição, podendo ser feito o contrário quando se faz o uso de irrigação, visto que dessa maneira é melhor uma densidade mais elevada (ARGENTA, 2001).

Atender o suprimento nutricional da cultura também merece atenção, pois a densidade elevada requer uma maior disponibilidade de nutrientes essenciais. Outro fator importante é a radiação solar, o arranjo deve ser escolhido de forma que não prejudique a absorção da luz, e conseqüentemente o processo de fotossíntese (ARGENTA, 2001).

Teoricamente o melhor arranjo é aquele que proporciona distribuição mais uniforme de plantas por área, possibilitando melhor utilização de luz, água e nutrientes (ARGENTA, 2001). Dessa maneira, uma forma de aumentar a interceptação da radiação solar é a escolha adequada do arranjo de plantas. De acordo com May et al. (2012), para a cultura do sorgo sacarino, os melhores rendimentos em açúcares por área de cultivo estão estreitamente relacionados com dias mais longos e radiação solar máxima.

As plantas podem ser distribuídas de várias formas, sendo que as variações na

distância entre elas na linha e nas entre linhas determinam os diferentes arranjos na lavoura (ARGENTA, 2001). Em relação a cultivar, a densidade poderá variar em função do porte, da arquitetura da planta, da resistência ao acamamento e da finalidade a que se destina o plantio (CRUZ, et al. 2003).

Para Coelho et al., (2002) existe uma tendência de reduzir o espaçamento para a maioria dos modernos híbridos. Para os autores, as vantagens potenciais da utilização de espaçamentos menores (50 cm), está o aumento na eficiência de utilização de luz solar, água, nutrientes e controle de plantas daninhas.

May et al., (2012) afirmam que em função de poucos resultados de pesquisas relativos a esse assunto, recomenda-se diferentes densidades para cada época de plantio. Para semeio na estação de verão (novembro) recomenda-se densidades de 120.000 a 130.000 plantas ha⁻¹ de cultivares que perfilham pouco. Para os meses de fevereiro a março recomenda-se cultivares que perfilham mais com densidade de 110.000 plantas ha⁻¹. Já no período do inverno (outubro) pode haver um maior perfilhamento da cultivar utilizada na ocorrência de déficit hídrico.

Albuquerque et al., (2012) desenvolveram trabalhos com sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas em localidades do estado de Minas Gerais, e verificaram que a redução do espaçamento provoca maior produtividade de massa fresca e caldo em função do local de cultivo e reduz os teores de Brix, independentemente da localidade e que o aumento da população provoca maior produtividade de massa fresca e caldo nas duas cultivares estudadas.

Segundo Quineper et al., (2014) trabalhando com duas cultivares de Sorgo Sacarino no estado do Rio Grande do Sul, observaram que o arranjo de plantas afeta a qualidade fisiológica de sementes de sorgo para as cultivares BR 506 e BR 511.

2.5 Qualidade fisiológica de sementes

A utilização de sementes que apresentam uma boa qualidade se faz indispensável para se obter sucesso na implantação da cultura no campo e conseqüentemente alcançar a produtividade significativa esperada. De acordo com Vieira (2007), as sementes consistem em um dos insumos mais importantes para a agricultura, além de ser o único veículo que leva ao agricultor todo potencial genético de uma cultivar com características superiores.

Um aspecto que deve ser levado em consideração quando se fala em qualidade de

sementes é sua origem, característica que pode influenciar diretamente na germinação e na vida da planta resultante da mesma. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) o nível de proteína e os fatores climáticos podem influenciar na sua qualidade, e reconhecer o efeito da origem sobre a qualidade seria importante para escolher as áreas produtoras. Desse modo, os campos de produção de sementes estão susceptíveis a vários fatores que podem influenciar a qualidade final das sementes produzidas (MATTIONI et al., 2013).

A qualidade das sementes pode sofrer influência de vários fatores que podem estar contidas em diversas fases que vão desde o início da produção, até seu destino final. Vários desses fatores podem ocorrer ainda no campo, durante a colheita, na secagem, no processamento, no armazenamento e na semeadura (VIEIRA, 2007).

Para se obter um material de boa qualidade com altos índices de germinação e vigor além de boas condições ambientais tais como, temperatura, umidade relativa do ar, precipitações pluviométricas regulares, ausência de ataques de pragas ou surgimento de doenças é preciso que as sementes sejam colhidas em adequada maturação fisiológica e grau de umidade, para que não ocorram danos e a deterioração das sementes (LACERDA, 2007). Entretanto, os valores de umidade e a maturação fisiológica podem diferir em função de diversos fatores tais como, cultivar utilizada, e local de implantação da cultura, entre outros.

Os laboratórios de pesquisa na área de sementes realizam análises diárias de amostras de material, onde se confere a qualidade das sementes utilizando-se de normas de qualidade básicas como pureza, germinação, sanidade e determinação de umidade para armazenamento entre outras, que são indispensáveis para garantir a viabilidade do lote. Com o mercado cada vez mais competitivo, muitas empresas que trabalham com sementes buscam aperfeiçoar suas técnicas de trabalho visando melhorar a qualidade de seus produtos, e com desejo de obter resultados de análises que expressem o verdadeiro comportamento das sementes em campo, alcançando aumentos na produtividade (PERES, 2010).

O teste mais empregado quando se quer testar a qualidade fisiológica de sementes é o teste de germinação, pelo fato desse teste ser conduzido em condições ótimas, tem-se o risco de fornecer dados que superestimem esse resultado, sendo essa a principal limitação desse teste, com o objetivo de informar melhor sobre o verdadeiro potencial das plântulas no campo o teste de vigor é utilizado pois ele irá fornecer informações adicionais aquelas obtidas pelo teste de germinação (BARROS, 2002).

2.6 Vigor

Testes de vigor são necessários para determinação completa da qualidade fisiológica de sementes. Informações sobre o vigor das sementes são bastante importantes pois, é comum observar que lotes de sementes apresentam germinação semelhante, porém exibem comportamentos bem diferentes seja ele no campo e/ou em função do armazenamento (BHERING et al. 2000). Diante disso, o uso de testes de vigor juntamente ao de germinação vem sendo utilizados no cotidiano por empresas produtoras de sementes dentro do controle interno de qualidade, a fim de determinar o potencial de desempenho em campo, tanto em condições favoráveis como adversas (GRZYBOWSKI et al., 2015).

Há uma série de conceitos a respeito de vigor, cada autor se relaciona de uma maneira, apresentando os aspectos relacionados ao tema, o que confere um impasse para determinar um conceito base que sirva de referência absoluta.

A definição de vigor definido pela ISTA (1981) diz que vigor de sementes é a reunião de propriedades que definem o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante seu processo de germinação e emergência da plântula.

Para Marcos Filho (2011) há diversos testes para avaliar o vigor de sementes, porém nenhum universalmente aceito para avaliar uma determinada espécie ou um conjunto. O autor menciona como mais interessante alguns deles como a avaliação de plântulas, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, os testes de frio, e tetrazólio.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), existem vários elementos que podem afetar o vigor da semente, dentre eles podemos considerar os fatores genéticos, sendo o genótipo das plantas o que determina parcialmente seu vigor existindo diferenças entre as cultivares, o período de produção considerando as condições ambientais envolvidas no processo de formação das sementes, a quantidade de reserva de nutrientes envolvidas com seu desenvolvimento, como também a maturidade que no ponto ideal apresentam desenvolvimento físico e fisiológico, expressando o máximo de vigor.

Ainda segundo Carvalho e Nakagawa (2012), outros fatores importantes são os danos mecânicos, que dependendo da intensidade atingem o endosperma ou o embrião, causando a perda de vigor, o ataque de microrganismos e insetos que danificam as sementes pelo consumo de materiais de reservas, causando um aumento na respiração e consequentemente fermentação resultando em deterioração completa do material, além das condições ambientais durante o armazenamento, em que a temperatura pode vir a afetar a

velocidade de processos bioquímicos e a umidade relativa do ar que tem relação com teor de água da semente que pode gerar diferentes processos metabólicos, como também a densidade e tamanho das sementes, visto que, as maiores e mais densas apresentam melhor qualidade e a idade das sementes, e baixas temperaturas durante a embebição.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento para obtenção das sementes foi realizado na Fazenda Experimental Vale do Curu (Latitude: 3°45' S; Longitude: 39°15' W) da Universidade Federal do Ceará no município de Pentecoste – CE durante os meses de março a julho do ano de 2015. O clima do local, segundo a classificação climática de Koppen (1918), é do tipo climático BSw, h região pertencente ao grupo de clima semiárido, seco.

O preparo do solo foi realizado com aração seguida de gradagem. A semeadura e o cultivo do sorgo sacarino foram realizados em condições de sequeiro. As cultivares utilizadas foram BRS 506 adquirida da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, unidade Milho e Sorgo situada na cidade de Sete Lagoas/MG e SF-15 cedidas pelo Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA. Os dados de pluviosidade referentes ao período de experimento encontram-se expostos na Tabela 1.

Tabela 1: Pluviosidade referente ao período de Março a Julho de 2015 no município de Pentecoste – CE.

Período Experimental						
MÊS	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	TOTAL
P (mm)	203,0	319,2	55,0	44,6	73,2	695

Fonte: FUNCEME (www.funceme.br) P: pluviosidade acumulada nos meses.

De acordo com a análise do solo da área do experimento foi realizada adubação de fundação de NPK com 30, 50 e 45 kg.ha⁻¹, respectivamente, tendo-se como fontes para cada nutriente os adubos minerais ureia, superfosfato e cloreto de potássio (Tabela 2). Aos vinte dias após a semeadura foi realizada uma adubação de cobertura com 45 kg.ha⁻¹ de k e 140 kg.ha⁻¹ de N.

Tabela 2: Condições físico-químicas do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm da área experimental da Fazenda Vale-do-Curu em Pentecoste, Ceará.

Prof. (cm)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	S	T
	----- cmolc.kg ⁻¹ -----							
0 – 20	5,80	1,20	0,33	0,49	1,49	0,15	7,8	9,3
20 – 40	5,40	1,60	0,37	0,35	1,16	0,10	7,7	8,9
	V	m	C	N	MO	P assimilado	C/N	PST
	--- % ---		----- g.kg ⁻¹ -----					
0 – 20	84	2	6,66	0,73	11,48	0,086	9	4
20 – 40	87	1	3,72	0,34	6,41	0,053	11	4
	D.G.	pH	CE	Areia G	Areia F	Silte	Arg.	Arg. Nat.
	g.cm ⁻³	H ₂ O	dS.m ⁻¹	----- g.kg ⁻¹ -----				
0 – 20	1,46	6,7	0,85	68	593	249	90	61
20 – 40	1,55	7,0	0,66	50	571	271	108	92

Fonte: Laboratório de Solos/Água; Departamento de Ciências do Solo – UFC; Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos-FUNCEME.

Para as duas cultivares em estudo (BRS 506 e SF-15) foram avaliados os espaçamentos entre linhas 50, 60, 70 e 80 cm e entre as plantas foram avaliados os espaçamentos 8, 12 e 16 cm, tendo assim diferentes populações de plantas por hectares (Tabela 3).

Tabela 3: Diferentes populações (densidade) de plantas por hectares para as duas cultivares de sorgo sacarino nos diferentes espaçamentos entre linhas e entre plantas.

Espaçamento entre linhas (cm)	Espaçamento entre		
	8	12	16
50	240.000	160.000	120.000
60	200.000	133.333	100.000
70	171.428	114.285	85.714
80	150.000	100.000	75.000

Fonte: Próprio autor.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial (2x4x3): duas cultivares, quatro espaçamentos entre linhas e três espaçamentos entre plantas. Assim o experimento teve uma área total de 1.488 m², cada bloco

com 372 m² e as parcelas variam de 10 m² a 16 m² de acordo com o tratamento. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de cinco metros, sendo as duas linhas centrais a área útil da parcela.

Foram coletadas três panículas da área útil de cada parcela, sendo essa coleta realizada aos 110 dias após semeadura (DAS) para a cultivar BRS 506 e aos 130 DAS para a cultivar SF-15. As panículas foram retiradas com auxílio de tesoura de poda, cortando-as 10 cm abaixo do fim da inflorescência, em seguida levadas para o Laboratório de Análise de Sementes (UFC) onde se realizou pesagem das panículas, extração e contagem das sementes e as mesmas foram submetidas as seguintes análises:

Quantidade de sementes por panícula: extração manual e contagem das sementes nas panículas.

Peso de cem sementes: determinado por meio da pesagem de quatro amostras de 100 sementes para cada tratamento, conforme Santos et al. (2008).

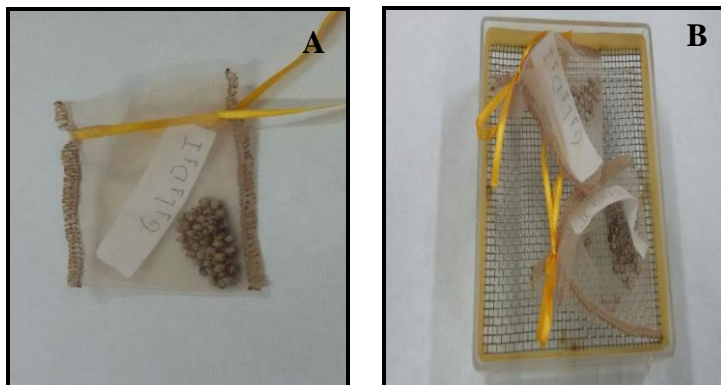
Teor de água: foi determinado utilizando-se trinta sementes para cada repetição (4 repetições) para cada tratamento empregando o método da estufa a 105±3 °C. Os dados foram expressos em porcentagem (%), calculada com base na massa úmida.

Teste de germinação: determinado em porcentagem de plântulas normais obtidas no teste de germinação, conduzido com quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento distribuídas sobre três folhas de substrato para germinação, umedecidas com 3 vezes sua massa seca, e mantidas a 25 °C, com avaliações no quarto e décimo dia após a instalação do teste.

Primeira contagem de germinação: conduzido juntamente com o teste de germinação, análise da germinação computada quatro dias após a instalação do teste de germinação. Índice de velocidade de germinação - conduzido conjuntamente com o teste de germinação em que: $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn)$, sendo G1, G2, Gn = número de plântulas germinadas na primeira, segunda, até a última contagem e N1, N2, Nn = número de semanas desde a primeira, segunda, até a última contagem, conforme Maguire (1962).

Teste de envelhecimento acelerado: foram utilizadas 50 sementes para cada uma das quatro repetições de cada tratamento. As sementes foram colocadas dentro de sacos de filó e em seguida espalhadas sobre uma tela de alumínio inserida em cada caixa “gerbox”, contendo 40 mL de água destilada (Figura 1) e acondicionadas em câmeras tipo BOD (*bioquimic oxigen demand*) por 96 horas a 41°C (VAZQUEZ, 2011). Em seguida foi realizado teste de germinação com contagem das sementes germinadas no 4º dia após semeadura.

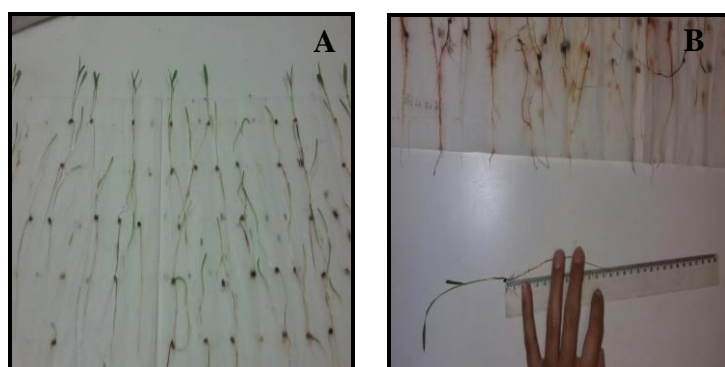
Figura 1: Condução do teste de envelhecimento acelerado. (A) sementes em saco de filó, (B) sacos dentro da caixa “gerbox”.



Fonte: Próprio autor

Avaliação das plântulas: no décimo dia após a instalação do teste de germinação foram retiradas 20 plântulas aleatórias e submetidas a medições de comprimento da parte aérea e da raiz (Figura 2). Em seguida as partes foram colocadas em sacos tipo *kraft* sendo submetidos a secagem (80°C por 24hs) em estufa de circulação forçada de ar e posterior pesagem em balança analítica (0,001g) para determinação da massa da matéria seca (MARCOS FILHO, 1994).

Figura 2: Avaliação das plântulas dez dias após o teste de germinação. (A) plântulas em papel germitest e (B) realização de medição das plântulas.



Fonte: Próprio autor

Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade das variâncias e quando atenderam a tais pressuposições foram realizadas análise de variância (ANAVA) com teste de Tukey (5%) para comparar as médias das duas variedades e os três

espaçamento entre plantas; e estudo de regressão polinomial para analisar os diferentes espaçamento entre linhas. Quando os dados não atenderam a pelo menos uma das pressuposições da ANAVA, estes foram submetidos ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (5%). As variáveis TU (%), IVG, PC e EA foram analisadas com os dados transformados, através do sistema Boxcox o que possibilitou o ajuste dos dados para realização da ANAVA.

As análises estatísticas foram feitas com o auxílio dos softwares Action 2.7 (ESTATCAMP, 2014) para transformação Boxcox e teste de Bartlett (teste de variância); Assistat 7.7 beta (SILVA E AZEVEDO, 2009) para os testes de normalidade e Kruskal-Wallis; e Sisvar 5.3 Build 77 (FERREIRA, 2011) para ANAVA com Tukey ou regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cultivares apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis em todas as características avaliadas. A cultivar BRS 506 foi superior estatisticamente em todos os parâmetros avaliados quando comparada com a cultivar SF-15. Esse resultado pode ser atribuído ao fato da cultivar BRS 506 ter apresentado um ciclo precoce nas condições de condução do experimento e ter atingido um ponto de maturidade fisiológica mais rápido, aproveitando melhor os recursos disponíveis para completar seu estágio final, enquanto a cultivar SF-15 apresentou um ciclo mais longo e a semente ficou mais tempo armazenada no campo aderida a planta mãe, submetidas a altas temperaturas o que possivelmente pode ter ocasionado a queda da qualidade fisiológica das sementes. Segundo Evangelista (2015) variações ambientais quanto à umidade relativa do ar, temperatura e até a ação de patógenos passam a ser causas importantes na perda do potencial fisiológico das sementes entre a maturidade fisiológica e o momento de colheita.

Tabela 4: Parâmetros físicos e fisiológicos de sementes de duas cultivares de sorgo sacarino submetidas a diferentes densidades de plantio.

Tratamentos	PP (g)	PCS (g)	G (%)	CPA (cm)	MSR (g)	MSPA (g)
CULTIVAR						
BRS 506	59,27 a	2,04 a	91 a	12,09 a	0,0038 a	0,0071 a
SF-15	50,00 b	1,34 b	80 b	10,73 b	0,0030 b	0,0056 b
EL (cm)						
50	49,16 a	1,69 a	85 a	11,32 a	0,0033 a	0,0061 a
60	51,04 a	1,71 a	89 a	11,75 a	0,0034 a	0,0066 a
70	57,29 a	1,69 a	85 a	11,54 a	0,0036 a	0,0064 a
80	62,05 a	1,67 a	86 a	11,02 a	0,0034 a	0,0062 a
EP (cm)						
8	51,09 b	1,67 a	87 a	11,38 a	0,0033 a	0,0063 a
12	52,19 ab	1,68 a	84 a	11 58 a	0,0034 a	0,0062 a
16	60,62 a	1,72 a	85 a	11,69 a	0,0035 a	0,0065 a

Peso de panícula (PP), peso de cem sementes (PCS), germinação (G), comprimento da parte aérea (CPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), espaçamento entre linhas (EL) e espaçamento entre plantas (EP); médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com nível de significância a 5%.

Fonte: Próprio autor

Em relação ao peso de panícula observou-se diferença entre as cultivares avaliadas e entre os espaçamentos entre plantas. Percebe-se que a cultivar BRS 506 apresentou peso superior (59,27 g) em comparação a cultivar SF-15 (50,00 g). Entretanto Pinto et al. (2011), trabalhando com a cultivar EA 955 observaram para a característica em questão um valor de 55,28 g, resultado inferior comparado ao obtido pela cultivar BRS 506. No espaçamento entre plantas, o espaçamento de 16 cm mostrou melhor desempenho em relação aos demais com resultado de 60,62 g. Essa característica é importante pois está ligada ao rendimento, sendo um critério para a escolha do material que será estabelecido para produção de sementes.

Na característica peso de cem sementes também houve diferença entre as cultivares. A cultivar BRS 506 mostrou-se superior, apresentando 2,04 g em comparação a SF-15 com 1,34 g. Resultado semelhante foi observado por Porto (2010) trabalhando com

duas cultivares de milho AG1051 e Itapuã 700 em que a cultivar Itapuã 700 mostrou-se superior possivelmente, em função do ambiente não ter proporcionado a cultivar AG1051 condições para que este desenvolvesse todo o seu potencial genético. O autor relata que nesse caso, o acúmulo de reservas foi carregado para os grãos, de maneira mais eficaz, para o cultivar Itapuã 700. Esse aspecto é fundamental no estudo de sementes pois segundo Carvalho e Nakagawa (2012), as sementes com maiores tamanhos e densidade apresentam geralmente, embriões com elevadas quantidades de reserva, sadios e bem formados e dão origem a plantas com maior vigor.

Verifica-se que a germinação da cultivar BRS 506 (91%) foi superior àquela da cultivar SF-15 (80%). Esse resultado pode ser atribuído a interferência de fatores intrínsecos ou ambientais que possivelmente afetaram a germinação das sementes. Um fato importante com relação a germinação das cultivares é que, a qualidade das sementes é apenas um dos fatores para garantir uma boa produtividade e além disso, tem-se outros fatores que podem estar diretamente envolvidos, como os fatores do ambiente entre eles estão a disponibilidade de água, temperatura, luminosidade, e fertilidade do solo. Ullmann et al., (2015) trabalhando na região do cerrado também observaram elevadas percentagens de germinação trabalhando com a cultivar BRS 506 chegando a obter percentagens médias de 94%.

Ainda na Tabela 4, observa-se que a cultivar BRS 506 apresentou resultados superiores no comprimento da parte aérea com 12,09 cm em comparação com a SF-15 que apresentou 10,73 cm. Esse resultado pode ser atribuído ao vigor das sementes, como explica Toledo et al., (2007), que afirmam que maiores valores de comprimento médio de plântulas normais, em amostras de sementes ou em partes delas, são avaliadas como mais vigorosas.

Em relação aos valores de matéria seca, tanto para raiz quanto para parte aérea, observou-se a superioridade da cultivar BRS 506, com valores de 0,0038 g e 0,0071 g, respectivamente, enquanto a cultivar SF-15 obteve resultados de 0,0030 g para matéria seca de raiz e 0,0056 g para matéria seca de parte aérea. Carvalho e Nakagawa (2012), afirmam que o vigor da semente está relacionado ao acúmulo de matéria seca acompanhando-se na mesma proporção que essa característica, apresentando o máximo de vigor quando também atingir o máximo peso de matéria seca.

Para o fator espaçamento entre linhas não houve diferença significativa ($p < 0,05$) em nenhuma característica avaliada. Observando-se dessa forma que, as características avaliadas não foram influenciadas pelo espaçamento entre linhas utilizado em campo, para obtenção das sementes.

Já para espaçamento entre plantas nota-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a característica peso de panícula. Observando-se que o espaçamento que apresentou melhor resultado foi de 16 cm, apresentando uma média de 60,62 g, sendo superior aos demais espaçamentos entre plantas para essa característica. Esse melhor resultado obtido pode ser atribuído a maior captação de luz pela planta que vai favorecer o processo de fotossíntese e ao enchimento de grãos.

Na Tabela 5, pode ser observado o resumo da análise de variância para todas as características que apresentaram valores significativos. Para o teor de água houve significância para a o espaçamento entre plantas, interação cultivar espaçamento entre linhas, e a interação tripla cultivar, espaçamento entre linha e espaçamento entre planta. Para a característica número de semente por panícula, houve significância apenas para o espaçamento entre linha.

Tabela 5: Resumo da ANOVA das variáveis com dados normalizados pelo sistema box-cox: Teor de água (TA), número de sementes por panícula (NSP), índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem de germinação (PC), comprimento da raiz (CR) e envelhecimento acelerado (EA) de sorgo sacarino produzido no semiárido (Pentecoste-CE).

FV	GL	TA (%)	NSP	IVG (%)	PC	CR (cm)	EA (%)
		----- QM -----					
Bloco	3	0,000031 ^{ns}	14217,367159 ^{ns}	0,141237 ^{ns}	50,7083 ^{ns}	2.886058 ^{ns}	31188305,7 ^{ns}
Cult (C)	1	0,000004 ^{ns}	7866,079376 ^{ns}	45,0319 ^{**}	1335,042 ^{**}	0,653400 ^{ns}	703510157,2 ^{**}
EspLin (EL)	3	0,000153 ^{ns}	13981,185170 [*]	0,99757 ^{ns}	74,37500 ^{ns}	0,445411 ^{ns}	5360509,1 ^{ns}
EspPla (EP)	2	0,000067 [*]	8857,258739 ^{ns}	2,460429 ^{ns}	673,7916 [*]	3,025426 ^{ns}	21938169,4 ^{ns}
C x EL	3	0,000679 ^{**}	3570,962615 ^{ns}	5,83877 [*]	381,1528 ^{ns}	2,290033 ^{ns}	35765257,4 ^{ns}
C x EP	2	0,000054 ^{ns}	4752,875939 ^{ns}	0,291017 ^{ns}	153,7916 ^{ns}	7,064816 [*]	94982129,7 [*]
EL x EP	6	0,000099 ^{ns}	3395,208587 ^{ns}	2,332328 ^{ns}	475,7916 [*]	1,596237 ^{ns}	82291568,4 ^{**}
C x EL x EP	6	0,000183 ^{**}	3495,837215 ^{ns}	4,058232 [*]	1018,9027 ^{**}	0,234041 ^{ns}	9907657,9 ^{ns}
Erro	69	0,000041	5329,054109	1,679052	0,255631	1,229103	26139936,1
Total	95	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	0,91	35,11	12,33	15,96	7,22	30,83

FV: fatores de variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; ns, *, ** respectivamente, não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade de erro pelo teste F da análise de variância (ANOVA).

Fonte: Próprio autor

Quanto ao índice de velocidade de germinação houve significância para o fator cultivar, a interação cultivar, espaçamento entre linhas e a interação tripla cultivar, espaçamento entre linha e espaçamento entre planta. Já a primeira contagem observa-se significância para a cultivar, espaçamento entre plantas, interação espaçamento entre linha e espaçamento entre plantas e por fim interação tripla (Tabela 5).

O comprimento de raiz houve significância apenas para a interação cultivar e espaçamento entre plantas. O envelhecimento acelerado teve valores significativos em cultivar, interação cultivar espaçamento entre planta e interação espaçamento entre linhas espaçamento entre plantas.

Na Tabela 6 o teor de água nas duas cultivares não diferiram nos espaçamentos de 50 e 60 cm, à medida que esse espaçamento entre linhas aumentou para 70 cm houve um aumento significativo no genótipo SF-15, havendo um decréscimo no espaçamento seguinte de 80 cm, passando de 11,63% para 7,98%.

A cultivar BRS 506 apresentou variações 8,82% a 9,57%, nos espaçamentos de 50 e 70 cm entre linhas respectivamente, essa variação assemelha-se as observadas por Quineper et al. (2014), trabalhando com a cultivar BRS 506 em diferentes espaçamentos que também observaram valores do teor de água das sementes com pequenas variações entre os tratamentos, variando de 15,4% a 16,5% nos espaçamentos de 50 e 70 cm entre linhas os mesmos espaçamentos adotados nesse trabalho.

Provavelmente pelo fato das condições de armazenamento terem sido iguais, não houve variação significativa entre as cultivares. Esse decréscimo no teor de água observado para a cultivar SF-15 no espaçamento de 80 cm pode ser devido ao fato da mesma ter passado um maior período no campo submetida a temperaturas elevadas a um espaçamento maior o que pode ter ocasionado uma maior perda de água. Segundo Ferreira, (2012) o teor de água afeta diretamente na qualidade das sementes, quanto maior o teor de água das sementes no momento da colheita, maior a probabilidade da incidência de danos mecânicos. Fazendo-se necessário grande atenção a está etapa de produção.

Tabela 6: Teor de água (TA) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.

CULTIVAR	Teor de água (%)			
	50	60	70	80
	----- Espaçamento entre linhas -----			
BRS 506	9,57 a	9,25 a	8,82 b	10,28 a
SF-15	10,09 a	9,25 a	11,63 a	7,98 b

^{a, b} Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, com nível de significância a 5%.

Na tabela 6 consta a análise dos desdobramentos do teor de água das cultivares dentro de cada espaçamento entre linhas.

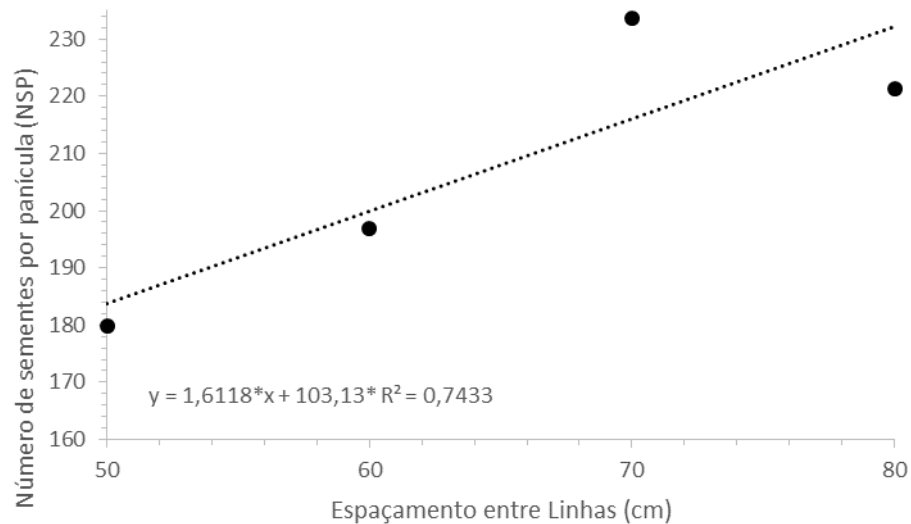
Fonte: Próprio autor

Pode-se observar na Figura 3 que o número de sementes por panícula teve comportamento linear no modelo de regressão. Verificou-se que, a medida que os espaçamentos entre linhas aumentaram também há um aumento no número de sementes por panícula. O menor valor encontrado para o número de sementes está no espaçamento entre linhas de 50 cm, com 184 sementes, e o maior valor no número de semente foi no espaçamento de 80 cm entre linhas com 232 sementes por panículas.

Podendo-se afirmar que um maior espaçamento entre linhas, conseqüentemente, favorece uma maior produção de sementes. Esses resultados corroboram com os observados por Santos et al. (2002) trabalhando com duas cultivares de arroz de terras altas em diferentes espaçamentos, onde constatou-se que no maior espaçamento entre linhas obteve-se um maior número de grãos por panícula.

Nesse sentido, é provável que uma maior eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa tenha sido obtida no maior espaçamento entre plantas, contribuindo para um melhor desenvolvimento e, portanto, no processo de formação das sementes. Entre as cultivares estudadas o potencial para produção de sementes seria bem maior, se não tivesse ocorrido a predação de pássaros durante a condução do experimento em campo.

Figura 3: Número de sementes por panícula (NSP) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos diferentes espaçamentos entre linhas.



*significância pelo teste F 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: Próprio autor.

Observa-se um maior índice de velocidade de germinação para a cultivar BRS 506, na maior parte de espaçamentos adotados (Tabela 7). O genótipo SF-15 teve um menor índice de velocidade de germinação no espaçamento entre linhas de 50 cm, sendo esse o menor dado observado com 9,21% de sementes germinadas por dia.

Tabela 7: Índice de velocidade de germinação (IVG) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.

CULTIVAR	Índice de velocidade de germinação (%)			
	50	60	70	80
	----- Espaçamento entre linhas -----			
BRS 506	11,39 a	10,76 a	10,91 a	11,71 a
SF-15	9,21 b	10,66 a	9,83 b	9,59 b

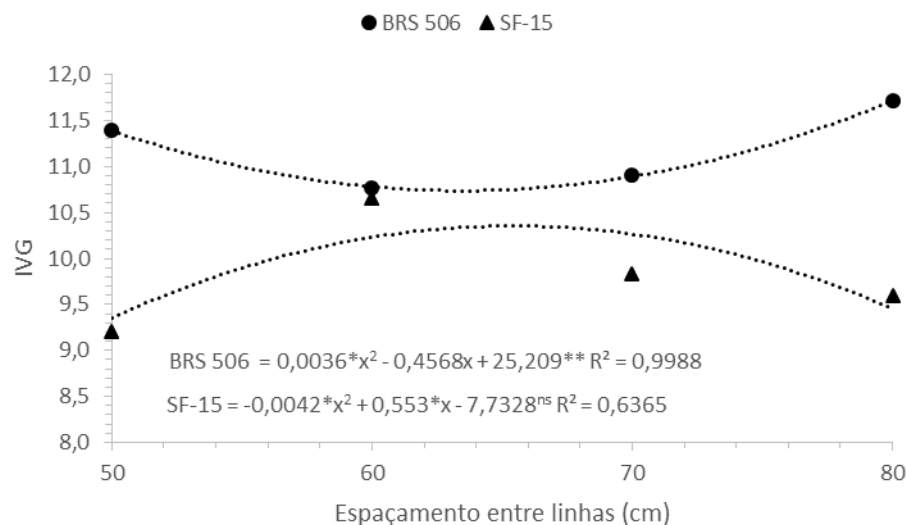
^{a, b} Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, com nível de significância a 5%.

Na tabela 7 consta a análise dos desdobramentos do índice de velocidade de germinação das cultivares dentro de cada espaçamento entre linhas.

Fonte: Próprio autor

Na Figura 4 pode ser observado o comportamento das duas cultivares em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG) para os espaçamentos entre linhas. A cultivar BRS 506 apresentou um menor valor no espaçamento de 63,44 cm, com IVG de 10,72. Já o maior valor foi encontrado no espaçamento de 80 cm, com IVG de 11,71. A cultivar SF-15 obteve resultados inferiores no IVG, quando comparados com os valores da cultivar BRS 506. O menor valor encontrado foi no espaçamento de 50 cm, com IVG de 9,42, enquanto o maior valor foi no espaçamento de 65,83 cm com IVG de 10,47. O Índice de velocidade de germinação é importante no estudo das sementes, pois de acordo com Marcos Filho (2005) faz parte dos testes de avaliação de vigor que visa determinar o potencial fisiológico de um lote de sementes e detectar diferenças significativas, além de fornecer informações adicionais, necessárias para avaliação na produção de sementes.

Figura 4: Índice de velocidade de germinação (IVG) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos diferentes espaçamentos entre linhas, desdobramento do espaçamento entre linhas dentro de cada nível de genótipo.



*significância pelo teste F 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: Próprio autor.

Nos dados referentes a primeira contagem de germinação (PC), percebe-se que houve diferença apenas no espaçamento de 8 cm entre plantas, referente ao genótipo SF-15, no qual apresentou contagem inferior a BRS 506 com 57,62% (Tabela 8). Esse resultado pode ser atribuído ao fato da cultivar não ter se desenvolvido bem em um menor espaçamento, devido a menor disponibilidade de recursos, pois as plantas estavam mais adensadas e provavelmente entraram em competição por fatores ambientais como água, luz, e nutrientes.

A primeira contagem de germinação também faz parte dos testes de avaliação de vigor necessários para sementes, para Marcos Filho (2005) reflete-se a manifestação de um conjunto de características que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas. Nos demais espaçamentos entre plantas não houve diferença significativa.

Tabela 8: Primeira contagem de germinação (PC) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre plantas.

CULTIVAR	Primeira contagem de germinação (%)		
	8	12	16
	----- Espaçamento entre plantas-----		
BRS 506	69,62 a	58,37 a	58,62 a
SF-15	57,62 b	51,25 a	55,37 a

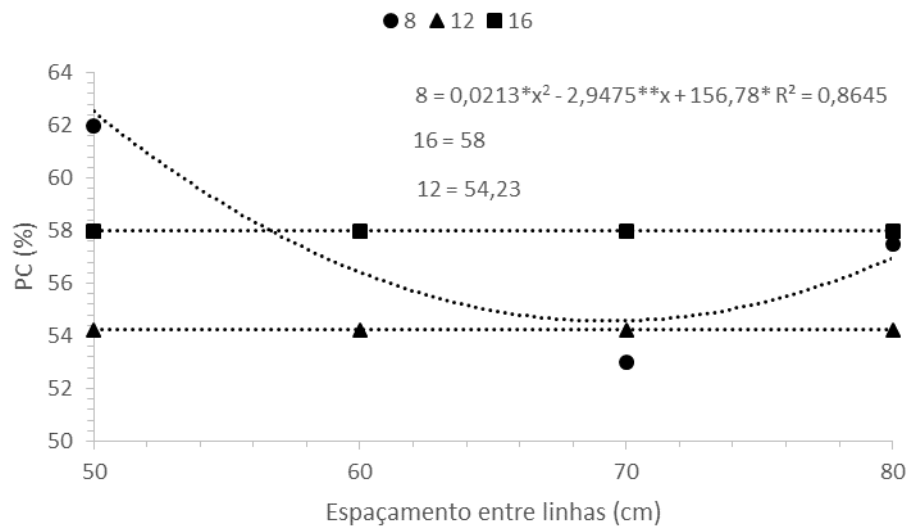
^{a, b} Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, com nível de significância a 5%.

Na tabela 8 consta a análise dos desdobramentos da primeira contagem das cultivares dentro de cada espaçamento entre plantas.

Fonte: Próprio autor

Observa-se que o espaçamento entre plantas de 8 cm obteve valor mínimo de 54,81% na primeira contagem de germinação para o espaçamento entre linhas de 69,19 cm (Figura 5). Enquanto que o valor máximo obtido para primeira contagem foi de 62,65 % para o espaçamento de 50 cm entre linhas. Os demais espaçamentos entre plantas não se ajustaram a nenhum modelo proposto. Os valores das duas cultivares avaliadas diferiram dos valores encontrados por Vasquez et al., (2011), que trabalhando com diferentes lotes de sorgo granífero cultivar BRS 610 obtiveram valores de primeira contagem bem superiores que variaram de 87 a 100%. Esse resultado pode ser atribuído ao fato do autor ter trabalhado com um híbrido simples de geração F1, enquanto que, este trabalho foi conduzido com sementes de geração F2.

Figura 5: Primeira contagem de germinação (PC) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos diferentes espaçamentos entre linhas e entre plantas. Análise do desdobramento do espaçamento entre linhas dentro de cada nível de espaçamento entre plantas.



** * significância pelo teste F, respectivamente, a 1 e 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: Próprio autor.

Com relação ao comprimento de raiz (CR) foi observado que apenas a cultivar SF-15 apresentou diferença significativa no espaçamento de 8 cm entre plantas (Tabela 9). Em locais com distribuição irregular de chuvas, como na região semiárida, o comprimento da raiz é uma característica que ajuda a planta a se manter no ambiente, pois com raízes mais desenvolvidas a planta tem um maior suprimento de água e esse aprofundamento no solo favorece a sobrevivência da planta as condições de déficit hídrico.

Tabela 9: Comprimento da raiz (CR) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.

CULTIVAR	Comprimento da raiz (cm)		
	8	12	16
	----- Espaçamento entre plantas-----		
BRS 506	16,04 a	14,75 a	14,99 a
SF-15	15,14 b	15,25 a	15,89 a

^{a, b} Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, com nível de significância a 5%.

Na tabela 9 consta a análise dos desdobramentos do comprimento de raiz das cultivares dentro de cada espaçamento entre plantas.

Fonte: Próprio autor.

Nos valores referentes ao teste de envelhecimento acelerado (Tabela 10), observou-se que os resultados dos valores de plântulas normais após a realização do teste entre os dois genótipos de sorgo sacarino variaram de 68,74% a 82,78%. Diferindo dos resultados obtidos por Oliveira, (2009), onde não foi possível observar o efeito da densidade de semeadura ou espaçamento entre linhas na produção de sementes de nabo forrageiro, verificando que, após o teste de envelhecimento acelerado a percentagem de plântulas normais variou entre 87 a 94%. Miranda et al., (2001) trabalhando com diferentes lotes de semente de sorgo da cultivar Zeneca 822, com a mesma temperatura e tempo de exposição adotado nesse experimento, que foi de 96 horas a 41 °C, observou variações entre os lotes de 83 a 92% na germinação.

Tabela 10: Envelhecimento acelerado (EA) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.

CULTIVAR	Envelhecimento acelerado (%)			
	50	60	70	80
	----- Espaçamento entre linhas -----			
BRS 506	81,57 a	78,66 a	80,78 a	82,78 a
SF-15	68,74 b	75,37 a	68,92 b	69,78 b

^{a, b} Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, com nível de significância a 5%.

Na tabela 10 consta a análise dos desdobramentos do envelhecimento acelerado das cultivares dentro de cada espaçamento entre linhas.

Fonte: Próprio autor.

O resultado do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 11) apresentou valores com diferença significativa apenas no espaçamento entre linha de 80 cm, com valor de 68,73%. De acordo com Miranda et al., (2001) testes de envelhecimento acelerado são complementares aos testes de germinação, pois é a partir dele que as sementes são submetidas a fatores semelhantes aqueles encontrados no campo, considerados como fatores adversos do ambiente, que levam em consideração níveis de umidade relativa e temperatura elevados que contribuem para uma maior taxa de deterioração das sementes.

Tabela 11: Envelhecimento acelerado (EA) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função de diferentes espaçamentos entre linhas.

EP (cm)	Envelhecimento acelerado (%)			
	50	60	70	80
	----- Espaçamento entre linhas -----			
8	72,12 a	74,45 a	77,06 a	79,48 ab
12	82,07a	78,66 a	67,94 a	68,73 b
16	71,79 a	78,01 a	79,82 a	80,99 a

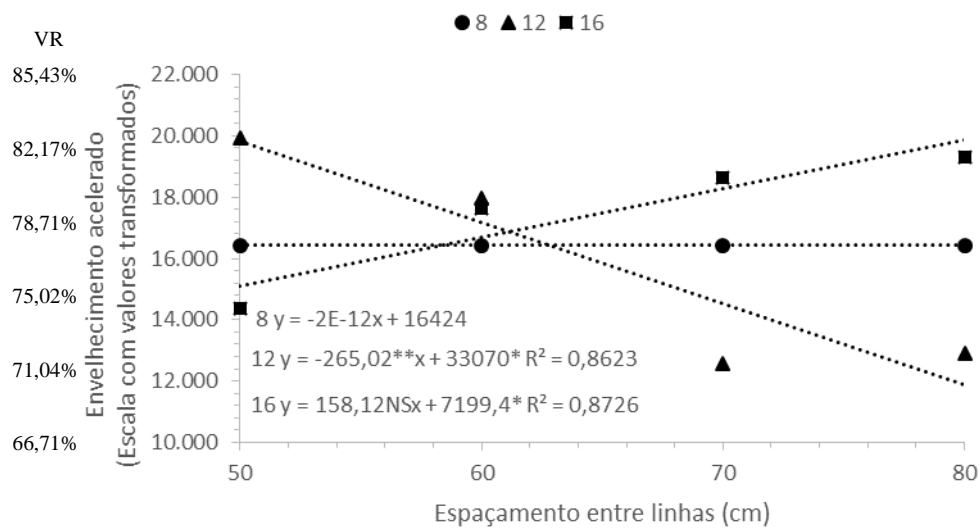
^{a, b} Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, com nível de significância a 5%.

Na tabela 11 consta a análise dos desdobramentos do envelhecimento acelerado dos espaçamentos entre plantas dentro de cada espaçamento entre linhas.

Fonte: Próprio autor.

Na Figura 6, observa-se o comportamento das duas cultivares no teste de envelhecimento acelerado em relação ao desdobramento do espaçamento entre linhas dentro de cada nível de espaçamento entre plantas. No espaçamento de 16 cm entre plantas observa-se o valor de 71,79 % de germinação das sementes obtidas no espaçamento de 50 cm entre linhas e 80,99 % de germinação no espaçamento de 80 cm entre linhas. De acordo com o gráfico o comportamento foi linear crescente. No espaçamento de 12 cm entre plantas o resultado foi de 82,07 % de germinação para o espaçamento de 50 cm entre linhas e de 68,72 % de germinação para o espaçamento de 80 cm entre linhas. Esse comportamento diferente do anterior foi linear decrescente. Já o espaçamento de 8 cm entre plantas não se ajustou a nenhum modelo proposto.

Figura 6: Envelhecimento acelerado (EA) de duas cultivares de sorgo sacarino produzidos no semiárido (Pentecoste-CE) em função dos diferentes espaçamentos entre linhas. Análise do desdobramento do espaçamento entre linhas dentro de cada nível de espaçamento entre plantas.



¹Dados previamente transformados pelo sistema Box-Cox ($\lambda = 2,449494949$); \bar{Y} : Média dos dados originais;

VR: Valores reais.

** : * significância pelo teste F, respectivamente, a 1 e 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: Próprio autor.

5 CONCLUSÕES

Nas condições que este trabalho foi realizado pode-se concluir que:

- O arranjo de plantas influencia a qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino.
- A cultivar BRS 506 é recomendada para cultivo nas condições do semiárido, pois foi superior em todas as variáveis avaliadas quando comparada com a cultivar SF-15.
- O espaçamento recomendado para produção de sementes de sorgo sacarino, cv. BRS 506, é de 16 cm entre plantas e 80 cm entre linhas, com densidade de 75.000 plantas por hectare.

6. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B.; TARDIN, F. D.; PARRELLA, R. A.C.; GUIMARÃES, A. S.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, K. M. J. Sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.11, n.1, p. 69-85, 2012.
- ANDRADE, R. V.; OLIVEIRA, A. C. Maturação fisiológica do colmo e da semente de sorgo sacarino. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.10, n.3, p.19-31, 1988.
- ARAÚJO, B. L.; ARNHOLD, E.; OLIVEIRA JUNIOR, E. A.; LIMA, C. F. Parâmetros genéticos em cultivares de sorgo granífero avaliados em safrinha. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, p.51-59, v.8, n.02, 2014.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGO, L. Arranjo de plantas em milho: Análise do estado-da-arte. *Ciência Rural* vol.31 no.6 Santa Maria, 2001.
- ASSIS, R.T.; MORAIS, C. G. Sorgo sacarino, a segunda safra do etanol no brasil. Circular técnica 11, Araxá minas gerais, 2014.
- BARROS, D. I.; NUNES, H. V.; DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. C. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. *Revista Brasileira de Sementes* vol.24 no.2 Londrina 2002.
- BATISTA, K. D. Características morfoanatômicas de raízes de milho e de sorgo cultivados sob diferentes concentrações de fósforo. Tese (doutorado) Universidade federal de lavras, 2012.
- BHERING, M. C.; DIAS, D. C.F.S., GOMES, J. M.; BARROS, D. I. Métodos para avaliação do vigor de sementes de pepino. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 22, nº 2, p.171-175, 2000.
- BRANDÃO, R. L. Transformação genética de *Sorghum bicolor* (L. Moench) visando tolerância ao al+3. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2007.
- CALIXTO JÚNIOR, J. T. Análise estrutural de duas fitofisionomias de caatinga em diferentes estados de conservação no semiárido pernambucano. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos: CSTR/UFCEG, 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP. 588 p, 2012.
- CHIEZA, E. D; ARBOITTE, M. Z; BRONDAN, I. L; MENEZES, L. F. G; RESTLE, J; SANTI, M.A.M. Aspectos agronômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. *Acta Sci. Anim. Sci. Maringá*, v. 30, n. 1, p. 67-73, 2008.
- CIRILO, J A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. *Estud. av.* vol.22 no.63 São Paulo 2008.

COELHO, A. M; WAQUIL, J. M; KARAM, D; CASELA, C. R; RIBAS, P. M. Seja o doutor do seu sorgo. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 100, p. 1-12, 2002.

CRUZ, J. C.; CORRÊA, L. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; PEREIRA, F. T. F.; VERSIANI, R. P. Cultivares de Milho disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2003/04. Embrapa milho e Sorgo, 2003. Disponível em < <http://www.cnpms.embrapa.br/cultivares/>> Acesso em: 16 de agosto de 2015.

CUNHA S. P.; W. A. S. FILHO. Avanços tecnológicos na obtenção de etanol a partir de sorgo sacarino (*sorghum bicolor* (L.) moench). Tecnológica, Santa Cruz do Sul, v. 14, n. 2, p. 69-75, 2010.

DINIZ, G. M. M. Produção de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench): aspectos gerais. Dissertação (Mestrado em Melhoramentos Genético de Plantas) – Recife – PE, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – UFRPE, 97p. 2010.

EMBRAPA. Sorgo biomassa é ótima opção para geração de energia, 2014. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2246665/sorgo-biomassa-e-otima-opcao-para-geracao-de-energia>> Acesso em: 11/01/2015.

EMYGDIO, B. M.; PARRELLA, R. A. C.; FACCHINELLO, P. H; BARROS, L.; OLIVEIRA, L. N. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em solos hidromórficos, visando a produção de etanol– safra 2011/12 – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 20 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1678-2518, 188).

ESTATCAMP. Software Action, 2014. Disponível em: <<http://www.estatcamp/empresa/software-action>>. Acesso em: 14 agosto. 2015.

EVANGELISTA, J. R. E.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M; BOTELHO, F. J. E.; RESENDE, P. M. de, MONDO, V. H. V. Potencial fisiológico de sementes de soja durante a maturação. Informativo ABRATES vol.25, nº.1, 2015.

FERNANDES, P. G. Avaliação Agronômica de dois Cultivares de Sorgo Sacarino (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) em Sete Lagoas –Mg. Tese (doutorado) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2013.

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

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

FERREIRA, V. F. Qualidade de sementes de milho colhidas e despalhadas com altos teores de água. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Lavras, 2012.

FISCHER FILHO, J. A.; GOMES, G. G. C.; BOLONHEZI, A. C.; OLIVEIRA, J. A. V. de; SANTOS, B. T. R. R. dos; Características de crescimento de híbridos de sorgo sacarino em função de diferentes espaçamentos. Ciência & Tecnologia: Fatec-JB, Jaboticabal, v. 6, p. 11-15, 2014.

FOGAÇA, C. A.; COSTA, R. S.; SIMONI, F.; GEROLINETO, E. Teste de tetrazólio em sementes de *Sorghum bicolor* L. – Poaceae. Revista de biologia e ciências da terra ISSN 1519-5228 Volume 11, N° 1, 2011.

GRZYBOWSKI, C. R. S.; VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M. Testes de estresse na avaliação do vigor de sementes de milho. Revista Ciência Agronômica, v. 46, n. 3, p. 590-596, 2015.

GUADAGNIN, J.P.; RODRIGUES, L.R.; PORTO, M.P. Indicações Técnicas para o Cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul - SAFRAS 2009/2010 E 2010/2011. 54ª Reunião Técnica Anual do Milho e 37ª Reunião Técnica Anual do Sorgo. Publicação da Fepagro – Taquari, RS, 2009.

GUIMARÃES, D. P. Cultivo do Sorgo zoneamento. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição Set./2010.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). Handbook of vigour test methods. Zurich, switzerland, 1981, 72p.

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

IPA. Instituto Agrônomo de Pernambuco. Disponível em: <<http://www.ipa.br/resp3.php>>. Acesso em: 20/12/2005.

KÖPPEN, W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

LACERDA, A.L.S. Fatores que afetam a maturação e qualidade fisiológica das sementes de soja (*Glycine max* L.). 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/maturacao/index.htm>. Acesso em: 15/09/2015.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P. Zoneamento, Embrapa Milho e Sorgo Sistema de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 8ª edição 2012

LEÃO, D. A. S. Estresse hídrico e adubação fosfatada no desenvolvimento inicial e na qualidade da forragem da gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.) e do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). (Dissertação de Mestrado em Zootecnia). 60p. Patos, 2006.

LEITE, M. L. M. V. Crescimento vegetativo do sorgo sudão (*Sorghum sudanense* (piper) stapf), em função da disponibilidade de água e fontes de fósforo. 2006. 85f. Dissertação Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J. Testes de VIGOR: dimensão e perspectivas. Seednews. Ano XV - N. 1, 2011.

MARCOS FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. Informativo ABRATES, Londrina, v.4, n. 2, p. 33-35, 1994.

MARIANO, A. B.; SOUSA, E. P. Análise econômica da produção de sorgo no município de Cedro- PE. In: XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Londrina, 2007.

MASOJIDEK, J.; TRIVEDI, S. HALSHAW, L. et al. The synergetic effect of drought and light stress in sorghum and pearl millet. Plant Physiology, v.96, p. 198-207, 1991.

MATTIONI, N. M.; SCHUCH, L. O. B.; VILLELA, F. A.; ZEN, H. D.; MERTZ, L. M. Fertilidade do solo na qualidade fisiológica de sementes de soja. Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias v.8, n.4, p.656-661, 2013.

MAY, A.; DURÃES, F.O.M.; SCHAFFERT, R.E; PARRELA, R.A.C. Manejo e tratos culturais. In: (Ed). Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo Sacarino para Bioetanol. BRS1G-Tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos 139). 118p. 2012.

Ministério da Agricultura. Cultura da Cana-de-açúcar. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>> Acesso em 10/12/15.

MIRANDA, D. M.; NOVENBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo pelo teste de envelhecimento acelerado. Revista Brasileira de Sementes, vol. 23, nº1, p.226-231, 2001.

MOREIRA, L. R. Caracterização morfofisiológica de cultivares de Sorgo sacarino em estresse hídrico. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 2011.

OCDE-FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Perspectivas Agrícolas 2015-2024. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>>. Acesso em: 20/12/15

OLIVEIRA, A. dos S. Características agrônômicas e qualidade de sementes de nabo forrageiro em função da densidade de semeadura e do espaçamento. 2009. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

OLIVEIRA, F.M. de; GONZAGA, C. L. O Sorgo na Alimentação Humana: Uma alternativa viável e nutritiva. EMATER. Minas Gerais, 2000.

PERES, W. L. R. Testes de vigor em sementes de milho. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2010.

PINTO, O. R. O.; AZEVEDO, B. M.; MARINHO, A. B.; FERNANDES, C. N. V.; VIANA, T. V. A.; BRAGA, E. S. Adubação nitrogenada na cultura do sorgo granífero pelo método convencional e por fertirrigação. Agropecuária Técnica v. 32, n. 1, 2011.

POMPEU R. C. F. F.; ANDRADE, I. R. A.; MARTINS, E. C.; SOUZA, H. A.; LISBOA F. G.; TONUCCI R. G.; OLIVEIRA L. S. Produtividade e custos de produção da silagem de sorgo, milho e girassol cultivados em agricultura de sequeiro para alimentação de ovinos no Semiárido brasileiro. In VIII Congresso Nordestino de produção animal, 2013.

PORTO, A. P. F. Cultivares de milho submetidos a diferentes espaçamentos e manejos de capinas no planalto da conquista – BA. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2010.

QUEIROZ, T. R.; BERALDO, M. A.; ERNESTO, R. C.; YOSHIMURA, B. K. Análise da viabilidade econômica e as potencialidades de produção de biocombustível a partir do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench). GDS – Gestão da Sustentabilidade. XXIV ENANGRAD, Resumos. Florianópolis, SC. 2013.

QUEIROZ, V. A. V.; VIZZOTTO, M.; CARVALHO, C. W. P. de; MARTINO, H. S. D. O Sorgo na Alimentação Humana. Circular Técnica 133. Sete Lagoas, MG, 2009.

QUINEPER, R. R.; MARTINS, A. B. N.; COSTA, C. J. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino em função do espaçamento e densidade de plantas. In: Congresso de iniciação científica da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2014.

RIBAS, P. M. Sorgo: Introdução e Importância Econômica. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26). ISSN: 1518-4277. 16 p. Sete Lagoas, MG 2003.

RIBEIRO FILHO, N. M.; FLORÊNCIO, I. M.; ROCHA, A. S.; DANTAS, J. P.; FLORENTINO, E. R.; SILVA, F. L. H. da. Utilização colmos do sorgo sacarino na produção de aguardente. In: II Congresso Norte Nordeste de Química. João Pessoa, 2008.

SANTOS, H. C.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. L. A.; FRAGA, V. S. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo em resposta à adubação com cobre e zinco. Revista Caatinga v.21, n.1, p.64-70, 2008.

SANTOS, P. G.; CASTRO, A. P.; SOARES, A. A.; CORNÉLIO, V. M. O. Efeito do espaçamento e densidade de semeadura sobre a produção de arroz de terras altas irrigado por aspersão. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.26, n.3, p.480-487, 2002.

SCHAFFERT, R. E. Características desejáveis para uma boa cultivar de sorgo sacarino. Embrapa milho e Sorgo. Seminário Temático Agroindustrial de Produção de Sorgo Sacarino para Bioetanol – Anais. Documentos 145, ISSN 1518-4277, 2012.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOUZA, C. C.; DANTAS J. P.; SILVA, S. M.; SOUZA, V. C.; ALMEIDA, F. A.; SILVA L. E. Produtividade do sorgo granífero cv. Sacarino e qualidade de produtos formulados isoladamente ou combinados ao caldo de cana-de-açúcar. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 25(3): 512-517, 2005.

SOUZA, L. C.; SIQUEIRA, J. A.M; SILVA, J. L.S; COELHO, C.C.R; NEVES, M. G; OLIVEIRA NETO C.F. Osmorreguladores em plantas de sorgo sob suspensão hídrica e diferentes níveis de silício. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.12, n.3, p. 240-249, 2013.

TABOSA, J.N.; LIMA, G.S.; LIRA, M.A.; TAVARES FILHO, J.J.; BRITO, A.R. M.B. Programa de melhoramento de sorgo e milheto em Pernambuco. Simpósio “Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro”. Petrolina – PE, EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, 29p, 1999.

TOLEDO, M. Z.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J.; ALVES, E.; MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A.C. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo-de-guiné em função da adubação nitrogenada em cobertura. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.6, n.2, p.234-246, 2007.

ULLMANN, R.; RESENDE O.; CHAVES, T. H.; OLIVEIRA, D. E. C.; COSTA, L. M. Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de ar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.19, n.1, p.64–69, 2015.

VAZQUEZ, G. H.; BERTOLIN, C. B.; SPEGIORIN, C. N. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Revista Brasileira de Biociências*, v. 9, p.18-24, 2011.

VIEIRA, B.G.T. L. Adequação de metodologia alternativa para o teste de frio em semente de soja. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes). Universidade estadual paulista, Jaboticabal, 2007.