

Potencial fisiológico de aquênios de girassol em função do arranjo espacial das plantas e das condições edafoclimáticas

¹ Francisco Thiago Coelho Bezerra, ² Alek Sandro Dutra, ³ Lucas Kennedy Silva Lima, ² Camila Castro Santos

¹ Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, CEP 58397-000, Areia, PB, Brasil. E-mail: bezerra_ftc@yahoo.com.br

² Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Campus do Pici, CEP 60356-001, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: alekdutra@ufc.br, camilacastro30@hotmail.com

³ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Campus de Cruz das Almas, Rua Rui Barbosa, 710, CEP 44380.000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: lucas18kennedy@gmail.com

Resumo: A semente é um dos componentes essenciais para a produção agrícola e o manejo da cultura pode influenciar na qualidade da mesma. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos dos arranjos espaciais de plantas de girassol sobre o potencial fisiológico dos aquênios produzidos em locais edafoclimáticos distintos. Os aquênios de girassol da variedade Embrapa 122 foram produzidos na Área Experimental do Departamento de Fitotecnia, em Fortaleza, CE, e na Fazenda Experimental Vale do Curu, em Pentecoste-CE, em função das combinações entre quatro espaçamentos entre linhas (0,30; 0,50; 0,70 e 0,90 m) e quatro densidades de semeadura (30.000; 45.000; 60.000 e 75.000 plantas ha⁻¹), obtendo-se 16 lotes por área. O beneficiamento foi realizado de forma manual e os aquênios foram submetidos aos testes de germinação e vigor (primeira contagem da germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas, comprimento da parte aérea e da raiz e massa da matéria seca da parte aérea e da raiz das plântulas do teste de emergência). Os dados foram analisados de forma conjunta em relação ao local de cultivo, sendo submetidos à análise de variância e os fatores quantitativos testados por meio de regressão utilizando o teste F ($p \leq 0,05$). O ambiente e os arranjos espaciais entre as plantas de girassol interagiram sobre a qualidade fisiológica dos aquênios. As condições ambientais de Pentecoste, CE, proporcionaram aquênios mais vigorosos devido, provavelmente, a interrupção das chuvas ao final do ciclo. O aumento da competição intraespecífica afeta negativamente a qualidade fisiológica dos aquênios de girassol cultivar Embrapa 122.

Palavras chave: Germinação, *Helianthus annuus*, Vigor.

Physiological potential of sunflower achenes depending on the spatial arrangement of plants and environmental conditions

Abstract – Seed is one of the essential components for agricultural production and crop management can influence its quality. The objective of this study was to evaluate the effects of spatial arrangements of sunflower plants on the physiological potential of achenes produced in different edaphoclimatic conditions. The seeds of sunflower variety Embrapa 122 were produced at the Experimental Area of Department of Plant Science, in Fortaleza, and the Experimental Farm Curu Valley, in Pentecoste, CE, under the combinations of four row spacings (0.30; 0.50, 0.70 and 0.90 m) and four plant densities (30,000, 45,000, 60,000 and 75,000 plants ha⁻¹), getting 16 plots per area. The processing was done manually and the seeds were tested for germination and vigor (first count of germination, electrical conductivity, accelerated aging, seedling emergence and length of aerial parts and root, dry weight of shoot and root of the seedling emergence test). The data were analyzed jointly in relation to the place of cultivation, being subjected to analysis of variance and quantitative factors tested by regression using the F test ($p \leq 0.05$). The environment and spatial arrangements between sunflower plants interacted on the physiology of achenes.

Environmental conditions of Pentecoste, CE, provided more vigorous achenes probably due to disruption of the rains at the end of the cycle. The increased intraspecific competition negatively affects the physiologic quality of seeds of sunflower Embrapa 122.

Key word: Germination, *Helianthus annuus*, Vigor.

Introdução

O vigor é um dos principais atributos da qualidade fisiológica a ser considerado na implantação de uma lavoura (Scheeren et al., 2010), pois representa um conjunto de características que determinam o potencial para a emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais sob ampla diversidade de condições ambientais (Marcos, 1999a).

De acordo com Juliatti (2010), a qualidade genética, associada às suas características físicas, sanitárias e fisiológicas influencia diretamente na obtenção do máximo potencial produtivo. Segundo Oliveira et al. (2012), pesquisas na área de controle de qualidade de sementes de girassol são essenciais para o estabelecimento da cultura e se justifica pela potencialidade da espécie. Braz e Rossetto (2009a) observaram que a utilização de aquênios vigorosos de girassol favorece o desenvolvimento das plantas e esse efeito persiste até a produção, obtendo a maior produtividade em plantas originárias do lote de maior vigor. Resultado semelhante foi obtido por Pádua et al. (2010) com sementes de soja. Já Mondo et al. (2012), com sementes de milho, verificaram o efeito positivo do vigor apenas no crescimento inicial das plantas.

Na literatura existem diversos trabalhos sobre o manejo da cultura, como adubação, irrigação e zoneamento edafoclimático, para a produção de sementes, porém poucas pesquisas avaliam o manejo sobre a qualidade fisiológica das sementes produzidas. Como exemplo, Campos e Sader (1987) que observaram que a adubação com potássio exerceu efeito positivo sobre o poder germinativo de aquênios de girassol mais não afetou o vigor dos mesmos. Já Goya e Sader (1990) encontraram efeito da adubação fosfatada sobre alguns testes utilizados para avaliar o vigor dos aquênios de girassol.

Em relação ao arranjo espacial, Amaro et al. (2014) não identificaram efeito da densidade de semeadura sobre a qualidade fisiológica de

genótipos de feijão comum. Enquanto que para sementes de nabo forrageiro, Oliveira et al. (2011), observaram redução na qualidade fisiológica das sementes devido ao aumento da densidade de semeadura. Ainda são escassas as pesquisas sobre o tema qualidade fisiológica das sementes, principalmente relacionadas ao arranjo espacial das plantas como também às condições edáficas e climáticas, existindo a necessidade de mais estudos para a construção de uma base sólida nessa área de conhecimento.

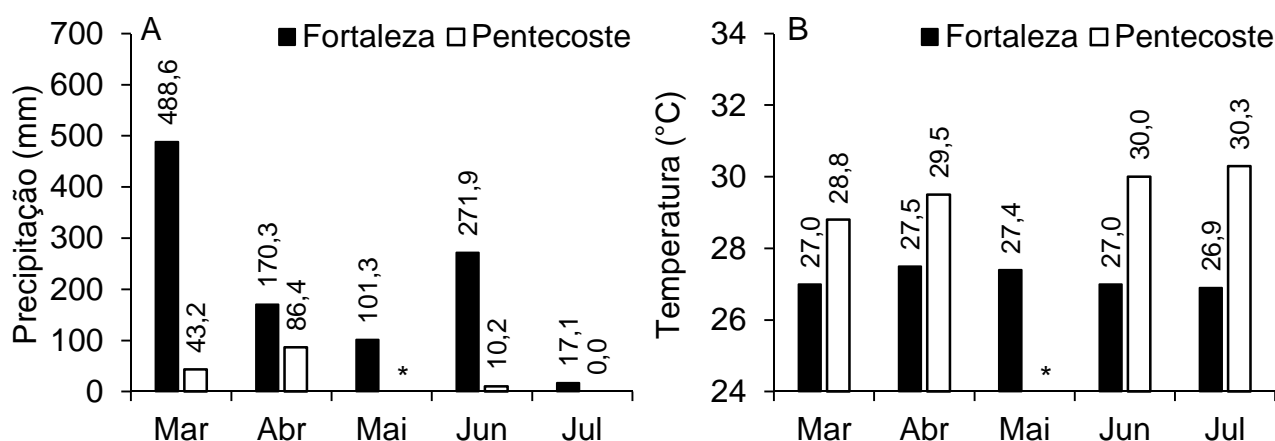
Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito dos arranjos espaciais de plantas de girassol da variedade Embrapa 122 sobre o potencial fisiológico dos aquênios produzidos em locais de cultivo edafoclimáticas distintas.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análises de Sementes da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, CE com aquênios de girassol cultivar Embrapa 122 da safra 2012 produzidos em áreas edafoclimáticas distintas sob os efeitos dos arranjos espaciais da cultura. Após a colheita, os capítulos foram beneficiados manualmente e, os aquênios permaneceram em condições de laboratório por duas semanas antes de se iniciar os testes.

Na Área Experimental do Departamento de Fitotecnia (AEDF), Campus do Pici, Fortaleza, CE o solo foi caracterizado como Argissolo Vermelho-Amarelo e o clima da região, conforme Köppen, do tipo Aw' (tropical chuvoso), onde utilizaram-se irrigações suplementares. Na Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC), em Pentecoste-CE o cultivo foi realizado em um Planossolo Háplico sob um clima, segundo Köppen, do tipo BSw'h' (semiárido seco com pequena temporada úmida) em sistema de sequeiro. Os dados climáticos nas áreas experimentais durante o cultivo podem ser observados na Figura 1.

Figura 1 - Dados climáticos de precipitação pluviométrica (A) e temperatura média do ar (B) no Campus do Pici, em Fortaleza, CE (■), e na Fazenda Experimental Vale do Curu, em Pentecoste-CE (□), no ano de 2012.



Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE. *Dados não disponíveis.

Para a obtenção dos aquênios sob os feitos dos arranjos espaciais, os cultivos foram organizados no esquema fatorial 4 x 4, referentes a quatro espaçamentos entre linhas (0,30; 0,50; 0,70 e 0,90 m) e quatro densidades de plantio (30.000; 45.000; 60.000 e 75.000 plantas ha⁻¹) totalizando 16 tratamentos, distribuídos em blocos casualizados. A parcela foi formada por quatro linhas de 6 m de comprimento, distanciadas entre si conforme o espaçamento entre linhas e a colheita realizada nas duas linhas centrais.

O manejo cultural foi realizado conforme recomendações para a cultura segunda a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte [EMPARN], (2009). A adubação consistiu na aplicação de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio na recomendação de 50:50:40 kg ha⁻¹, correspondentes ao N, P₂O₅ e KCl, respectivamente. A adubação com fósforo e potássio foi realizada em fundação e o nitrogênio foi aplicado na adubação de fundação (1/3) e em restante em cobertura (2/3), juntamente com a adubação de 2 kg ha⁻¹ de boro (ácido bórico). A área foi mantida livre de plantas daninhas através de capina manual com auxílio de enxada.

Para avaliar a qualidade fisiológica dos aquênios realizaram os seguintes testes: a) **germinação**: utilizando-se quatro amostras de 50 aquênios por tratamento, em papel germiteste umedecido com água na proporção de 2,5 vezes sua massa seca em germinador do tipo B.O.D. a temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 8 h de luz, sendo os rolos acondicionados em saco plástico

transparente (Brasil, 2009); b) **primeira contagem de germinação**: realizado concomitante ao teste de germinação, sendo a contagem das plântulas normais realizada no quarto dia após a instalação do teste (Brasil, 2009); c) **condutividade elétrica**: quatro amostras de 50 aquênios por tratamento, foram colocadas em copos plásticos com capacidade para 200 ml e embebidas em 75 ml de água destilada e permaneceram em germinador do tipo B.O.D. por 24 h a temperatura de 25 °C sendo, em seguida, aferido a condutividade elétrica da água de embebição (Vieira & Krzyzanowski, 1999); d) **envelhecimento acelerado**: 220 aquênios de girassol por tratamento foram distribuídos sobre o telado de caixas gerbox que continham logo abaixo do telado 40 m de água e mantidas fechadas permaneceram em germinador do tipo B.O.D. a 42 °C por 48 horas (Marcos, 1999b). Depois desse período os aquênios foram submetidos ao teste de germinação, sendo a contagem realizada no quarto dia após a instalação; e) **emergência de plântulas**: realizada com quatro amostras de 50 aquênios por tratamento, em bandejas plásticas com dimensões de 40, 25 e 7 cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, tendo vermiculita como substrato. A contagem das plântulas emergidas foi realizada aos 15 dias após a semeadura, considerando como emergidas aquelas que possuíam os cotilédones totalmente livres do substrato; f) **biometria das plântulas do teste de emergência**: ao final do teste de emergência

foram retiradas aleatoriamente 20 plântulas normais e separadas em parte aérea e raiz por um corte na região do colo, sendo medido o comprimento dessas partes com régua e determinada a massa da matéria após serem secas em estufa com circulação de ar a 65 °C até atingir peso constante.

Os resultados de cada área experimental foram submetidos à análise de variância sendo, em seguida, avaliados quanto à homogeneidade dos erros através da relação entre o maior e o menor erro. Estabelecida a homogeneidade dos erros procedeu-se a análise conjunta por meio da análise de variância e de regressão polinomial, utilizando-se o teste F ($p \leq 0,05$) para verificar a significância dos fatores, como também de suas interações e dos ajustes dos dados aos modelos de regressão.

Resultados e discussão

Nas Tabelas 1 e 2 podem ser observados os resumos das análises de variância e regressão dos testes de germinação e vigor de aquênios de girassol da variedade Embrapa 122 cultivada em função do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio na Área Experimental do Departamento de Fitotecnia (AEDF), em Fortaleza, e na Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC), em Pentecoste.

No teste de germinação foi observado interação entre os efeitos estudados (Tabela 1). Os aquênios provenientes da AEDF tiveram em média 82% de germinação sendo inferior aos 92% daqueles obtido na FEVC. A interação da regressão do espaçamento entre linhas e a densidade de plantio foi significativa para a AEDF (Tabela 1), mais o modelo ajustado não foi eficiente para explicar o comportamento desta variável ($R^2 = 0,26$), enquanto que para a FEVC, essa interação não foi significativa e apenas os dados em função do espaçamento entre linhas se ajustaram (Figura 2A).

Observou-se para os aquênios de girassol provenientes da FEVC uma redução no poder germinativo com o aumento do espaçamento

entre linhas de 0,3 m para 0,5 m, seguindo um aumento nos maiores espaçamentos (Figura 2A). Nessa avaliação observou-se que o manejo espacial da cultura influenciou no poder germinativo dos aquênios que também é afetado por outros tratamentos culturais, entre os quais a época da colheita, o manejo da adubação e o genótipo (Campos, Sader, 1987, Goya, Sader, 1990, Bonacin et al., 2009 & Silva et al., 2011).

Já o potencial fisiológico dos aquênios avaliado por meio da primeira contagem da germinação foi afetado pelo espaçamento entre linhas, pela densidade de plantio e pelo local de cultivo de forma conjunta e isoladamente apenas o espaçamento entre linhas proporcionou diferenças significativas (Tabela 1). As interações entre os fatores quantitativos nos locais de cultivo foram significativas, mas com baixo valor o coeficiente de determinação ($R^2 < 0,45$) resultando em baixa eficiência dos modelos em explicar o comportamento da variável, sendo a média geral do teste de 67,5%.

O vigor dos aquênios de girassol, como observado por Bonacin et al. (2009) com o teste de primeira contagem da germinação, aumentou com o passar dos dias após o florescimento. Isso ocorre, pois após a fecundação inicia-se a formação das estruturas da semente até atingir a maturidade fisiológica, quando tende a apresentar o máximo potencial germinativo e vigor, que depende do genótipo e são influenciados pelas condições ambientais e pelo manejo cultural adotado. Avaliando as variedades Catissol e Embrapa 122, Santos et al. (2009), obtiveram diferença no teste de primeira contagem.

Em relação ao vigor dos aquênios avaliado pelo teste de condutividade elétrica da água de embebição, observou-se que houve interação entre os três fatores estudados (Tabela 1). Isoladamente apenas o local de cultivo afetou esta variável, sendo obtidos os aquênios de melhor qualidade na AEDF por ter apresentado o menor valor de condutividade elétrica ($91,32 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) quando comparado com o obtido com os aquênios oriundos da FEVC que foi, em média, $142,69 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância dos testes de germinação (G) e vigor (PCG - primeira contagem da germinação; CE – condutividade elétrica; EA - envelhecimento acelerado) de aquênios de girassol da variedade Embrapa 122 cultivado em função do arranjo espacial (espaçamento e densidade) das plantas e do local de cultivo (Fortaleza e Pentecoste, CE), 2012

Fonte de Variação	gl	Quadrado Médio			
		G	PCG	CE	EA
Espaçamento (E)	3	196,615**	487,750**	243,988 ^{ns}	2.185,698**
Densidade (D)	3	8,448 ^{ns}	107,250 ^{ns}	96,440 ^{ns}	222,781**
E x D	9	219,809**	1.030,556**	814,905**	447,642**
Local (L)	1	2.907,032**	24,500 ^{ns}	84.448,542**	385,031**
L x E	3	195,281**	800,250**	448,494 ^{ns}	590,281**
L x D	3	117,115**	793,750**	445,967 ^{ns}	45,198 ^{ns}
L x E x D	9	214,476**	280,944**	686,865**	383,115**
Erro	96	28,760	64,313	221,211	42,219
Média		86,8%	67,5%	117,01 μ S cm ⁻¹ g ⁻¹	70,2%
CV (%)		6,18	11,88	12,71	9,26
Regressões – Espaçamento					
Linear/Fortaleza	1	140,450*	884,450**	177,345 ^{ns}	352,800**
Quadrático/Fortaleza	1	484,00**	1.892,250**	263,794 ^{ns}	1.156,000**
Linear/Pentecoste	1	148,513*	168,200 ^{ns}	392,489 ^{ns}	5.527,813**
Quadrático/Pentecoste	1	115,563*	552,250**	669,597 ^{ns}	976,563**
Regressões – Densidade					
Linear/Fortaleza	1	24,200 ^{ns}	884,450**	134,461 ^{ns}	0,200 ^{ns}
Quadrático/Fortaleza	1	196,00*	1.892,250**	162,988 ^{ns}	196,000*
Linear/Pentecoste	1	13,613 ^{ns}	168,200 ^{ns}	25,017 ^{ns}	99,013 ^{ns}
Quadrático/Pentecoste	1	52,563 ^{ns}	552,250**	1.280,546*	33,063 ^{ns}
Regressões – Espaçamento Linear x Densidade Linear					
Fortaleza	1	354,81**	1.918,440**	2.502,715**	65,610 ^{ns}
Pentecoste	1	23,523 ^{ns}	424,360*	108,173 ^{ns}	347,823**

^{ns}, * e **: não significativo e significativo a 1 e a 5% pelo teste de F, respectivamente

Fonte: Dados da Pesquisa

Para o teste de condutividade elétrica da água de embebição, não foi possível estimar os efeitos da interação entre o espaçamento entre linhas e a densidade de plantio, quando o cultivo foi realizado na AEDF devido ao baixo valor de coeficiente de determinação ($R^2 = 0,20$). Já na FEVC essa interação não foi significativa e apenas os dados em função da densidade de plantio se ajustaram à regressão, com o menor valor de condutividade elétrica ($134,82 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) obtido na população estimada de 52.500 plantas ha^{-1} (Figura 2B).

O aumento da densidade populacional até certo limite favoreceu o vigor dos aquênios, ou seja, menor condutividade elétrica na água de embebição o que reflete em maior potencial fisiológico. A menor exsudação e, conseqüentemente, menor condutividade elétrica pode refletir em maior potencial fisiológico. Braz e Rossetto (2009b) observaram que em condições adversas o teste de condutividade elétrica apresenta boa correlação com a emergência de plântulas em campo.

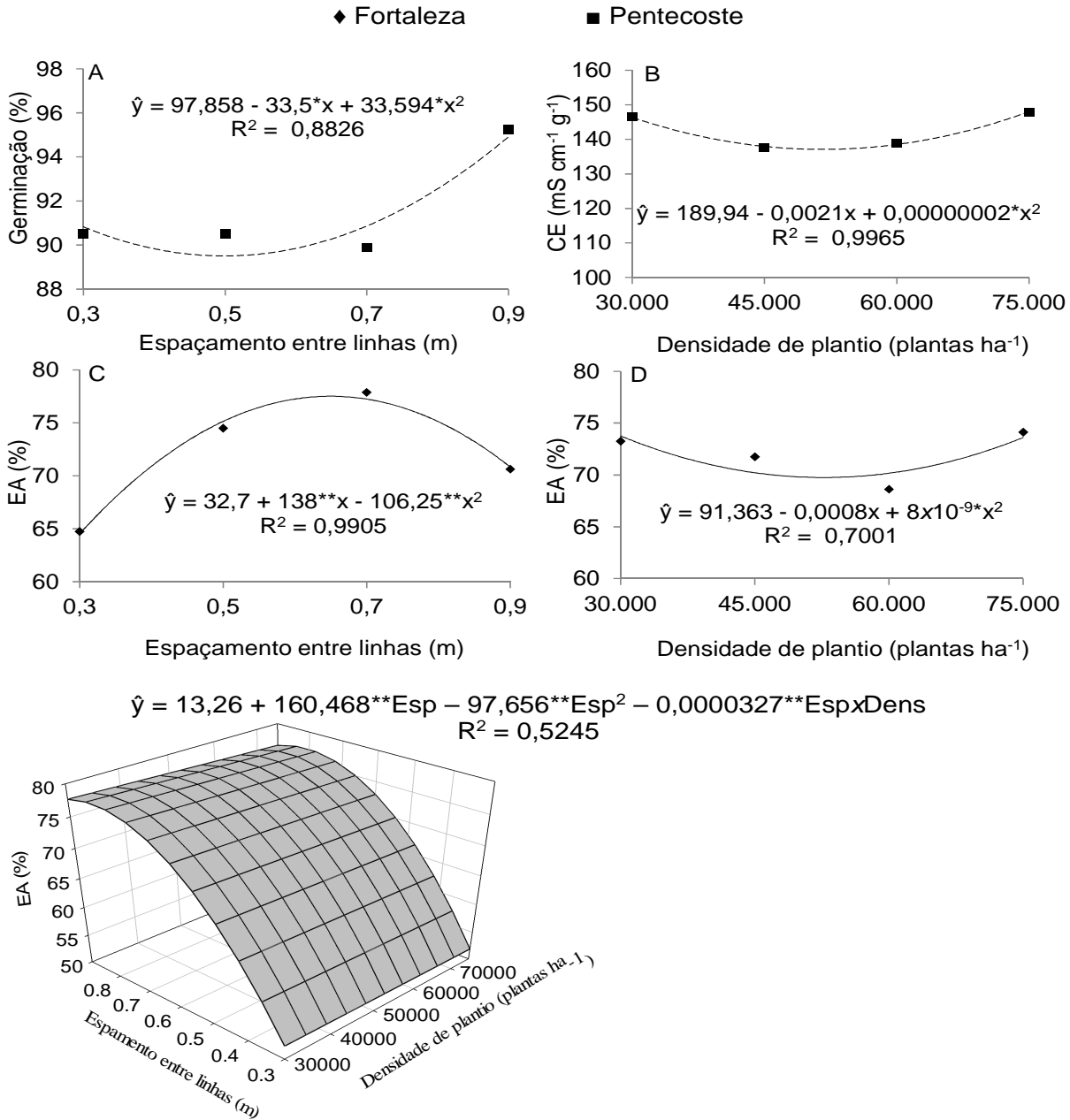
Para o vigor dos aquênios avaliado com o teste de envelhecimento acelerado observou-se que todos os fatores e todas as interações foram significativos, exceto a interação entre o local de cultivo e a densidade de plantio (Tabela 1). As médias foram de 71,3 e 68,5% para os aquênios da AEDF e da FFEVC respectivamente. As análises desses dados em função do espaçamento entre linhas e em função da densidade de plantio nos locais de cultivo podem ser visualizadas na Figura 2.

A interação entre os dois fatores quantitativos não foi significativa para o teste de envelhecimento acelerado com os aquênios de girassol oriundos da AEDF. Dessa forma, estima-se que o maior potencial fisiológico foi obtido quando cultivado no espaçamento de 0,6 m entre linhas (Figura 2C) e que o aumento da densidade de plantio até a população de 50.000 plantas por hectare reduziu a qualidade (Figura 2D). Já na FEVC a interação entre o espaçamento entre linhas e a densidade de plantio foi significativa, estima-se que os aquênios

de maior potencial fisiológico foram obtidos quando cultivado no espaçamento de 0,8 m entre

linhas, tendo-se leve redução com o aumento da densidade de plantio (Figura 2E).

Figura 2 - Testes de germinação (A), condutividade elétrica (B) e envelhecimento acelerado (C, D e E) em aquênios de girassol da variedade Embrapa 122 em função arranjo espacial e do local de cultivo, 2012.



** e *: significativo a 1 e 5%, respectivamente pelo teste F.

Fonte: Dados da Pesquisa

No teste de emergência de plântulas observou-se que apenas o espaçamento entre linhas e o local de cultivo, isoladamente, afetaram o potencial fisiológico dos aquênios e a interação entre os três fatores estudados foi significativa

(Tabela 2). Os aquênios de girassol oriundos da AEDF apresentaram menor emergência de plântulas quando comparado com aqueles oriundos da FEVC tendo-se, em média, os respectivos valores de emergência 79,8 e 90,9%.

Nas análises de regressão as interações do espaçamento entre linhas e a densidade deplantio foram não significativas, independente do local de cultivo, isoladamente os dados não se ajustaram a regressão. Com o teste de emergência de plântulas, Santos et al. (2009),

identificaram diferenças no potencial fisiológico de aquênios de genótipos de girassol confirmado com outros testes de vigor o que não ocorreria apenas com o teste de germinação.

Tabela 2 - Resumo das análises de variância dos testes de vigor (E - emergência de plântulas e; CPA, CR, MMSPA e MMSR - comprimento e massa da matéria seca da parte aérea e da raiz das plântulas do teste de emergência, respectivamente) de aquênios de girassol da variedade Embrapa 122 cultivado em função do arranjo espacial (espaçamento e densidade) das plantas e do local de cultivo (Fortaleza e Pentecoste, CE), 2012

Fonte de Variação	gl	Quadrado Médio				
		E	CPA	CR	MMSPA	MMSR
Espaçamento (E)	3	442,198**	3,897 ^{ns}	4,009 ^{ns}	0,00053**	0,00007 ^{ns}
Densidade (D)	3	2,948 ^{ns}	3,536 ^{ns}	16,931 ^{ns}	0,00012*	0,00017*
E x D	9	70,281 ^{ns}	1,446 ^{ns}	3,738 ^{ns}	0,00008 ^{ns}	0,00005 ^{ns}
Local (L)	1	3.982,781**	63,215**	244,179**	0,02365**	0,00444**
L x E	3	80,281 ^{ns}	1,713 ^{ns}	18,222*	0,00003 ^{ns}	0,00014*
L x D	3	112,365 ^{ns}	4,618 ^{ns}	5,272 ^{ns}	0,00007 ^{ns}	0,00019**
L x E x D	9	147,865*	1,743 ^{ns}	6,418 ^{ns}	0,00010*	0,00009 ^{ns}
Erro	96	61,010	2,151	4,869	0,00004	0,00005
Média		85,4%	6,75 cm	18,37 cm	0,042 g	0,033 g
CV (%)		9,15	21,7	12,01	15,61	20,56
Regressões – Espaçamento						
Linear/Fortaleza	1	140,450 ^{ns}	1,189 ^{ns}	17,131 ^{ns}	0,00059**	0,00004 ^{ns}
Quadrático/Fortaleza	1	169,000 ^{ns}	0,002 ^{ns}	17,847 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	0,00016 ^{ns}
Linear/Pentecoste	1	30,013 ^{ns}	12,999*	13,754 ^{ns}	0,00063**	0,00035**
Quadrático/Pentecoste	1	10,563 ^{ns}	0,975 ^{ns}	0,045 ^{ns}	0,00020*	0,000001 ^{ns}
Regressões – Densidade						
Linear/Fortaleza	1	61,250 ^{ns}	21,382**	6,508 ^{ns}	0,00015 ^{ns}	0,00049**
Quadrático/Fortaleza	1	2,250 ^{ns}	1,984 ^{ns}	0,901 ^{ns}	0,00009 ^{ns}	0,00027*
Linear/Pentecoste	1	132,613 ^{ns}	0,067 ^{ns}	31,553*	0,00015 ^{ns}	0,00009 ^{ns}
Quadrático/Pentecoste	1	10,562 ^{ns}	0,073 ^{ns}	23,226*	0,00013 ^{ns}	0,00016 ^{ns}
Regressões – Espaçamento Linear x Densidade Linear						
Fortaleza	1	72,250 ^{ns}	0,185 ^{ns}	0,461 ^{ns}	0,0000001 ^{ns}	0,00002 ^{ns}
Pentecoste	1	7,563 ^{ns}	0,176 ^{ns}	6,381 ^{ns}	0,00013 ^{ns}	0,00005 ^{ns}

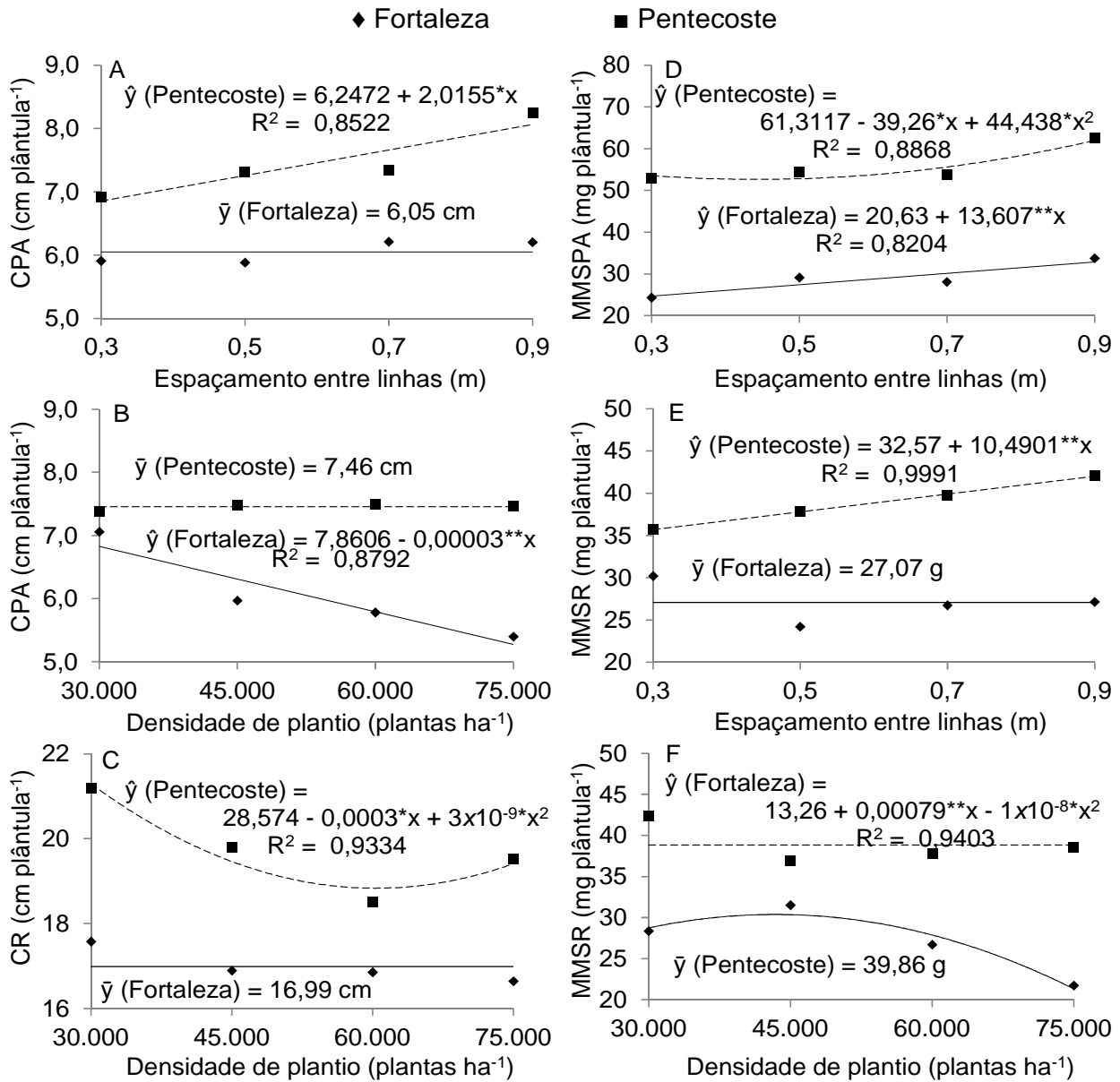
^{ns}, * e **: não significativo e significativo a 1 e a 5% pelo teste de F, respectivamente.

Fonte: Dados da Pesquisa

O potencial fisiológico dos aquênios de girassol, baseado no teste de comprimento da parte aérea das plântulas foi influenciado apenas pelo local de cultivo, com médias 6,05 e 7,46 cm por plântula quando os aquênios foram oriundos

da AEDF e da FEVC respectivamente. As análises da biometria das plântulas do teste de emergência em função do espaçamento entre linhas e em função da densidade de plantio podem ser observadas na Figura 3.

Figura 3 - Qualidade fisiológica dos aquênios de girassol da variedade Embrapa 122 em função do arranjo espacial e do local de cultivo, baseado na biometria das plântulas do teste de emergência, comprimento da parte aérea (A e B) e da raiz (C), massa da matéria seca da parte aérea (D) e da raiz (E e F), 2012.



** e *: significativo a 1 e 5%, respectivamente pelo teste F.

Fonte: Dados da Pesquisa

Os dados do teste de comprimento da parte aérea das plântulas originárias dos aquênios de girassol da AEDF em função do espaçamento entre linhas não se ajustaram aos modelos de regressão. Enquanto que para os aquênios da FEVC observou-se um aumento no vigor, baseado no crescimento da parte aérea estimado em 0,2 cm por plântula para cada aumento de 0,1 m no espaçamento entre linhas (Figura 3A). Em relação à densidade de plantio,

nos aquênios da AEDF observou-se perda em vigor, pois observou-se decréscimo no crescimento da parte aérea estimado em 0,03 cm por plântula para cada aumento de 1.000 plantas por hectare (Figura 3B); já para os aquênios da FEVC os dados não se ajustaram aos modelos de regressão.

Analisando o comprimento da raiz das plântulas observou-se que apenas o local de cultivo e a interação deste fator com o

espaçamento entre linhas influenciaram no vigor dos aquênios (Tabela 2); sendo obtidos na FEVC os aquênios de maior potencial fisiológico se comparado aqueles da AEDF, que proporcionaram um crescimento radicular de 17,75 e 16,99 cm por plântula respectivamente. A análise desses dados em função da densidade de plantio pode ser observada na (Figura 2C) e em função do espaçamento entre linhas os modelos de regressão não foram significativos.

O vigor dos aquênios de girassol da AEDF não foram interpretados em função da densidade de plantio devido à falta de ajuste aos modelos de regressão. Já para aqueles da FEVC estima-se que houve perda no potencial fisiológico com o aumento na densidade de plantio de 30.000 para 50.000 plantas por hectare, baseado no decréscimo do crescimento radicular das plântulas do teste de emergência (Figura 3C).

A avaliação do comprimento das plântulas e/ou de suas partes é uma característica importante na diferenciação de lotes de sementes, onde os maiores valores correspondem aos lotes de maior vigor (Nakagawa, 1999); sendo o comprimento de plântulas sensível para classificar lotes com diferenças sutis no potencial fisiológico (Guedes et al., 2009).

Observou-se com os testes de comprimento da parte aérea e da raiz de plântulas de girassol da variedade Embrapa 122, que o arranjo das plantas influencia significativamente na produção de aquênios de elevado vigor, onde a maior competição intraespecífica proporcionada pela redução do espaçamento e ou aumento na densidade reduz os valores dos testes do comprimento de partes das plântulas (Figura 3).

O teste de vigor baseado no desempenho das plântulas de girassol, em acumular matéria seca na parte aérea, evidenciou efeito significativo dos fatores espaçamento entre linhas, densidade de plantio, local de cultivo isoladamente e interação tripla entre estes fatores sobre o vigor dos aquênios (Tabela 2). Os aquênios produzidos na FEVC possuíam maior vigor, pois originaram plântulas com maior massa da matéria seca na parte aérea, em média, 55,98 mg por plântula quando comparados com aqueles

da AEDF que foi de 28,79 mg por plântula.

As análises desses dados em função do espaçamento entre linhas podem ser observadas na (Figura 3D), onde vigor dos aquênios de girassol, tomando como referência o acúmulo de matéria seca na parte aérea das plântulas, aumentou em função do espaçamento entre linhas, estimando-se o acréscimo desta característica na taxa de 1,36 mg por plântula para cada aumento de 0,1 m no espaçamento quando as plantas foram cultivadas na AEDF, enquanto que na FEVC esse aumento no potencial fisiológico foi obtido a partir do espaçamento estimado em 0,44 m entre linhas.

Quanto ao desempenho das plântulas em acumular matéria seca na raiz observou-se que apenas a densidade de plantio e o local de cultivo, isoladamente, afetaram o potencial fisiológico dos aquênios e as únicas interações significativas foram obtidas entre estes dois fatores, para o local de cultivo e o espaçamento entre linhas (Tabela 2). O cultivo na FEVC produziu aquênios de maior vigor, pois proporcionou o máximo acúmulo de matéria seca nas raízes das plântulas que em média foi de 38,86 mg por plântula enquanto os aquênios da AEDF proporcionaram o acúmulo médio de 27,07 mg por plântula de massa da matéria seca no sistema radicular.

Os dados de vigor dos aquênios de girassol, baseado no teste de acúmulo de matéria seca na raiz das plântulas, produzidos na AEDF e em função do espaçamento entre linhas não se ajustaram aos modelos de regressão enquanto que para os aquênios oriundos da FEVC observou-se o aumento no potencial fisiológico interpretado pelo desempenho em acumular matéria seca estimada em 1,05 mg por plântula para cada aumento de 0,1 m (Figura 3E).

Em relação à densidade de plantio na AEDF, em Fortaleza, observou aumento no vigor dos aquênios refletido no acúmulo de matéria seca da raiz das plântulas até a população estimada em 39.500 plantas por hectare seguido por uma redução com o aumento da densidade, enquanto que o potencial fisiológico dos aquênios da FEVC os dados não se ajustaram aos modelos de regressão (Figura 3F).

O acúmulo de matéria seca na plântula conjectura sobre o maior potencial fisiológico das sementes, pois reflete a transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário (Nakagawa, 1999). Os testes de desempenho das plântulas, crescimento e acúmulo de matéria seca na parte aérea e da raiz (Figura 3), corroboram o efeito da competição intraespecífica sobre o vigor dos aquênios de girassol da variedade Embrapa 122, mas não se deve deixar de ponderar que a modificação de outros tratamentos culturais também podem refletir-se no potencial fisiológico dos aquênios (Campos, Sader, 1987 & Goya, Sader, 1990).

Baseado no teste de germinação e na maioria dos testes de vigor (Tabelas 1 e 2) observou-se que os aquênios de girassol da FEVC são mais vigorosos se comparados aos da AEDF. Esse comportamento pode ser devido à precipitação pluviométrica (Figura 1), pois ao final do ciclo da cultura já não ocorria chuvas na FEVC, o que pode ter favorecido a maturação dos aquênios, haja vista que esses foram colhidos considerando o mesmo período para o ciclo da cultura, ou seja, 98 dias após a semeadura.

Em comparação a essa pesquisa, o estudo de Silva et al. (2010), corrobora demonstrando que a maturidade fisiológica de aquênios de girassol da variedade Embrapa 122 cultivado em Monte Carlos-MG é atingida aos 94 dias após a semeadura.

A produtividade também pode ter contribuído para a qualidade dos aquênios, pois na AEDF o rendimento médio foi de 1.516,57 kg ha⁻¹, estatisticamente superior aos 702,64 kg ha⁻¹ obtido na FEVC, com redução de 53,67%. Devendo lembrar que tanto a posição das sementes segundo (Alves et al., 2012) como os fatores ambientais citados por (Radić et al., 2009) interferem na qualidade dos aquênios de girassol.

Conclusão

O arranjo espacial de plantas de girassol da variedade Embrapa 122 e o local de cultivo afetam o potencial germinativo e o vigor dos aquênios.

O aumento na competição intraespecífica proporcionado pela redução do espaçamento entre linhas e/ou pelo aumento da densidade de plantio afeta negativamente a qualidade fisiológica dos aquênios.

Agradecimentos

Ao Petróleo Brasileiro S.A. [PETROBRAS] pelo o apoio financeiro.

Referências

- Alves, F. V., Sá Jr., A., Santana, D. G., & Santos, C. M. (2012) Composição química e qualidade fisiológica de sementes de girassol de plantas submetidas à competição intraespecífica. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, 34 (3), 457-465. 2012.
- Amaro, H. T. R., David, A. M. S. S., Carvalho, A. J., Vieira, N. M. B., Aspiazú, I., & Assis, M. O. (2014) Qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão em função de densidades populacionais. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 35 (3), 1241-1248.
- Bonacin, G. A., Rodrigues, T. de J. D., Cruz, M. C. P., & Banzatto, D. A. (2009) Características morfofisiológicas de sementes e produção de girassol em função de boro no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13 (2), 111-116.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. (2009) *Regras para Análise de Sementes* (395p). Brasília: MAPA/ACS.
- Braz, M. R. S., & Rossetto, C. A. V. (2009b) Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de girassol e emergência das plântulas em campo. *Ciência Rural*, 39 (7), 2004-2009.
- Braz, M. R. S., & Rossetto, C. A. V. (2009a) Estabelecimento de plântulas e desempenho de plantas em resposta ao vigor dos aquênios de girassol. *Ciência Rural*, 39 (7).
- Campos, M. S. de O., & Sader, R. (1987) Efeito do potássio na produção e qualidade das sementes de girassol. *Revista Brasileira de Sementes*, 9 (3), 19-27.
- Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. (2009) *Recomendações técnicas para o cultivo do girassol*. (Sistema de

Produção, n.1, 68p). Natal: EMPARN.

Goya, P. G. R., & Sader, R. (1990) Efeito da adubação fosfatada na qualidade de sementes de girassol da cv. IAC-Anhandy. *Revista Brasileira de Sementes*, 12 (3),17-27.

Guedes, R. S., Alves, E. D., Gonçalves, E. P., Viana, J. S., Medeiros, M. S., & Lima, C. R. (2009) Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. *Semina: Ciências Agrárias*, 30 (4), 793-802.

Juliatti, F. C. (2010) Avanços no tratamento de sementes. *Informativo Abrates*, Londrina, 20 (3), 54-55.

Marcos-Filho, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., & França Neto, J.B. (Ed.) (1999a) *Vigor de sementes: conceitos e testes* (pp.1.1-1.20). Londrina: ABRATES.

Marcos-Filho, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., & França Neto, J. B. (Ed.) (1999b) *Vigor de sementes: conceitos e testes* (pp.3.1-3.21.). Londrina: ABRATES.

Mondo, V. H. V., Cicero, S. M., Dourado-Neto, D., Pupim, T. L., & Dias, M. A. N. (2012) Vigor de sementes e desempenho de plantas de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 34 (1) 143- 55.

Nakagawa, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski, F.C., Vieira, R. D., & França Neto, J.B (Ed.) (1999) *Vigor de sementes: conceitos e testes* (pp.2.1-2.241). Londrina: ABRATES.

Oliveira, A. S., Carvalho, M. L. M., Nery, M. C., Oliveira, J. A., & Guimarães, R. M. (2011). Seed quality and optimal spatial arrangement of fodder radish. *Scientia Agricola*, 68 (4), 417-423.

Oliveira, F. N., Torres, S. B., Vieira, F. E. R., Paiva, E. P., & Dutra, A. S. (2012). Qualidade fisiológica de sementes de girassol avaliadas por condutividade elétrica. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42 (3), 279-287.

Pádua, G. P., Zito, R. K., Arantes, N. E., França Neto, J. B. (2010) Influência do tamanho das

sementes na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 32 (3) 9-16.

Radić, V., Vujaković, M., Jeromela, A. M., Mrda, J., Miklič, V., Dušanić, N., & Balalić, I. (2009) Interdependence of sunflower seed quality parameters. *Helia*, 32 (50),157-164.

Santos, J. F., Peixoto, C. P., Almeida, J. A. R., Ribeiro, L. de O., & Santos, A. N. P. B. (2009) Qualidade fisiológica de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.). *Enciclopédia Biosfera*, 7 (13), 910-915.

Scheeren, B. R., Peske, S. T., Schuch, L. O. B. & Barros, A. C. A. (2010) Qualidade fisiológica e produtiva de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 32 (3) 35-41.

Silva, H. P., Brandão Jr., D. da S., Neves, J. M. G., Oliveira, A. S., Bárbara, C. N. V. & Duarte, R. F. (2010) Maturação fisiológica do girassol para a produção de sementes. In: *Anais Congresso Brasileiro de Mamona e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas* (pp. 2124-2128), João Pessoa, Campina Grande: Embrapa Algodão, 4, 1.

Silva, H. P., Brandão Jr., D. S., Neves, J. M. G., Sampaio, R. A., Duarte, R. F. & Oliveira, A. S. (2011) Qualidade de sementes de *Helianthus annuus* L. em função da adubação fosfatada e da localização na inflorescência. *Ciência Rural*, 41 (7), 1160-1165.

Vieira, R. D., & Krzyzanowski, E. C. Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski,, F. C., Vieira, R. D., & França Neto, J. B. (Ed.) (1999). *Vigor de sementes: conceitos e testes* (pp.2.1-2.21). Londrina: ABRATES.

Recebido em: 26/08/2014
Aceito em: 14/04/2015