

Germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* em diferentes substratos

Janine Farias Menegaes¹, Ubirajara Russi Nunes¹, Rogério Antônio Bellé¹, Eduardo José Ludwig¹, Pablo Reno Sangoi¹, Lucas Sperotto¹

¹Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Fitotecnia.

Email autor correspondente: janine_rs@hotmail.com

Artigo enviado em 20/02/2017, aceito em 30/08/2017.

Resumo: O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma planta anual, rústica e possui múltiplos propósitos de uso, como culinário, medicinal, ornamental, entre outros. Em virtude desta amplitude de uso, o presente trabalho objetivou avaliar a germinação de sementes de *C. tinctorius* em diferentes substratos. O experimento foi conduzido, em julho de 2016, no laboratório de didático e pesquisa em sementes e na casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2 (substratos: areia, casca de arroz carbonizada, Carolina Soil, solo e vermiculita e, lotes de sementes: 10,30 e 6,76% grau de umidade), com quatro repetições de 50 sementes. Na casa de vegetação a semeadura foi em bandeja plástica, com avaliações aos 14 após a semeadura. E, previamente, a instalação do experimento foi verificada a germinação dos lotes de sementes em condições laboratoriais conforme a legislação brasileira. Avaliou-se a germinação de plântulas normais, índice de velocidade e tempo de emergência, comprimento e massa de plântula. Verificou-se que a germinação do cártamo é afetada pelo grau de umidade das sementes. Constata-se, assim que os substratos de areia e solo proporcionam melhor porcentagem de emergência das sementes de cártamo e desenvolvimento inicial de plântulas.

Palavras-chave: Cártamo, sementes ornamentais, grau de umidade.

Germination of *Carthamus tinctorius* seeds on different substrates

Abstract: Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is an annual, rustic plant and has multiple purposes of use, such as culinary, medicinal, ornamental, among others. Due to this breadth of use, the present work aimed to evaluate the germination of *C. tinctorius* seeds in different substrates. The experiment was conducted in July 2016 in the didactic and seed research laboratory and in the greenhouse of the Department of Plant Science of the Federal University of Santa Maria. In a completely randomized design, in a 5x2 factorial scheme (substrates: sand, carbonized rice husk, Carolina Soil, soil and vermiculite and seed lots: 10.30 and 6.76% humidity), with four replicates of 50 seeds. In the greenhouse the sowing was on plastic tray, with evaluations at 14 after sowing. And, previously, the installation of the experiment was verified the germination of the seed lots under laboratory conditions according to the Brazilian legislation. Next, a germination of normal seedlings, index of speed and time of emergence, length and mass of seedling. It was verified that safflower germination is affected by the degree of moisture of the seeds. It is observed that soil and soil substrates provide a better percentage of the emergence of credit flows and initial development of seedlings.

Key words: Safflower, ornamental seeds, degree of humidity.

Introdução

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) pertencente à família Asteraceae, originário da Ásia, é uma planta anual, oleaginosa, rústica e possui múltiplos propósitos de uso como, culinário, ornamental, farmacêutico, forrageiro e biodiesel (EKIN, 2005; MÜNDEL et al., 2004). Introduzido no sul do país na década de 90 como planta ornamental, as inflorescências de cártamo destacam-se em virtude da sua beleza, rusticidade e versatilidade de uso, as quais são utilizadas como flor cortada fresca ou seca (KHALIL et al., 2013; OELKE et al., 1992). Com ciclo de cultivo em torno de 140 dias, o cártamo pode ser cultivado no Brasil o ano todo, sobretudo no sul do país por ser resistente às baixas temperaturas, tornando-se uma alternativa de cultivo de flores propagadas por sementes (BELLÉ et al., 2012; STRECK et al., 2005).

As sementes de cártamo possuem aproximadamente 40% de óleo, podendo ser utilizado na indústria alimentícia, farmacêutica e petroleira (EKIN, 2005). A semente, como insumo agrícola importante, contém o potencial genético da planta e, somadas a suas qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias determinam a capacidade da mesma em originar plantas de alta produtividade (POPINIGIS, 1985), que ao longo do tempo vão se modificando, principalmente, a germinação.

A germinação da semente ocorre por estímulo das condições ambientais, onde uma série de reações morfofisiológicas é desencadeada com rompimento do tegumento pela radícula. Há diversos métodos e procedimentos para a avaliação da germinação de sementes, o qual retrata a qualidade de determinado lote

(MARCOS FILHO, 2015). Em laboratório, avaliações de sementes, como, o teste padrão de germinação sobre condições favoráveis podem superestimar as qualidades de um lote de semente. Contudo, o teste de emergência a campo visa averiguar o desempenho qualitativo do lote de sementes testado em condições ambientais não controladas, provocando efeitos deletérios nas sementes por desencadear e intensificar suas atividades metabólicas (BERTOLIN et al., 2011; HALMER, 2000; MARCOS FILHO, 2015). Variações do teste de emergência a campo pode ser realizado em casa de vegetação e em substratos, buscando, assim, predizer também os atributos qualitativos do lote de sementes.

As sementes germinam em condições ambientais que englobam seu grau de umidade somado a temperatura e substrato, perfazendo o padrão trifásico, desde a embebição até a protrusão da radícula, conforme descrito por Bewley e Black (1994). Assim, o substrato quando adequado à espécie proporcionam um ambiente ideal para o crescimento das raízes, resultando no desenvolvimento de uma planta de qualidade (KÄMPF et al., 2006). Contudo, não se tem um substrato ideal para a germinação, o que prejudica a avaliação da qualidade das sementes, principalmente quando é necessário comparar resultados obtidos em diferentes laboratórios ou lotes (OLIVEIRA; FARIAS, 2009). Isto ocorre em virtude da escolha do material a ser utilizado e suas características físicas e químicas, como aeração, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, entre outros (FERMINO; KÄMPF, 2012; SAMARTZIDIS, 2005).

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a

germinação de *Carthamus tinctorius* em diferentes substratos em função do grau de umidade das sementes.

Material e métodos

O experimento foi conduzido, em julho de 2016, no laboratório de didático e pesquisa em sementes e na casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizado em Santa Maria, RS (29°43' S; 53°43' W e altitude de 95m). O clima na região é subtropical úmido (Cfa), segundo a classificação de Köppen-Geiger.

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2 (substratos e lotes de sementes), com quatro repetições de 50 sementes. O fator A foi composto de cinco substratos composto 100% do seu volume: areia textura média, casca de arroz carbonizada (CAC), substrato comercial Carolina Soil®, solo (Argissolo Vermelho Distrófico arênico) e vermiculita expandida fina. E, o fator D foi composto por dois lotes de sementes de cártamo (*Carthamus tinctorius* L. variedade Lasting Orange) com diferentes graus de umidade. Inicialmente, determinou-se o grau de umidade das sementes pelo método de estufa a 105±3° C durante 24 horas, utilizando-se duas subamostras de 5 g (BRASIL, 2009), sendo verificados os graus de umidade de 10,30 e 6,76% para os lotes A e B, respectivamente.

Em laboratório os dois lotes de sementes de cártamo foram avaliados pelos seguintes testes: Teste padrão de germinação (TPG) semeou-se quatro repetições de 50 sementes em rolo de papel e mantidos em germinador tipo BOD (fotoperíodo de 24h e a 25±2° C). A avaliação de primeira contagem de germinação ocorreu aos 4 DAS (dias

após a sementeira), as avaliações de germinação de plântulas normais aos 14 DAS e, os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009). Juntamente, com o TPG avaliou-se diariamente a o índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962) e o tempo médio de germinação em dias (TMG) (FURBECK et al., 1993). Para o comprimento da parte aérea e da radícula das plântulas normais foram semeados oito repetições de 20 sementes mantidas na mesma condição do TPG, aos 4 DAS foi medido o comprimento da parte aérea e da radícula de dez plântulas normais de cada repetição com régua milimétrica e, a determinação da massa seca ocorreu por secagem desse material em estufa de ventilação forçada a 65±5° C por 48 horas (NAKAGAWA, 1999).

Previamente, a sementeira em substratos avaliaram-se características físico-químicas dos mesmos conforme a metodologia de Fermino e Kämpf (2012), Kämpf et al. (2006) e Takane et al. (2013), Tabela 1.

Na casa de vegetação, a sementeira em substratos ocorreu em bandejas plásticas de cor branca nas dimensões de 28x20x6 cm, com capacidade de 3 litros. Utilizou-se 50% da capacidade de retenção de água no recipiente conforme as metodologias (BRASIL, 2009; SAMARTZIDIS et al., 2005). As bandejas foram mantidas em câmara úmida com aproximadamente 85% de umidade relativa do ar e com temperatura média do ar de 23,5 °C. As contagens das sementes germinadas ocorreram diariamente até estabilização da germinação (14 dias após a sementeira), período utilizado para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) (MAGUIRE, 1962).

Tabela 1. Características físico-químicas dos substratos.

Características	Substratos				
	Areia ¹	CAC ²	Carolina Soil ³	Solo ⁴	Vermiculita ⁵
Densidade (g cm ⁻³)	1,593	0,198	0,381	1,026	0,192
Porosidade total (%)	37,4	66,7	32,6	69,2	58,8
Espaço de aeração (%)	53,7	15,1	59,9	11,8	25,6
Umidade (%)	15,3	24,5	41,5	34,4	26,1
Capacidade de retenção de água (%) ⁶	18,3	34,8	15,6	36,3	30,4
Proporcionalidade de poros e sólidos (P/S)	0,5	4	2,1	1	3,5
pH água	6,24	6,45	5,56	5,92	6,63

¹Areia textura média, ²Casca de arroz carbonizada, ³Substrato comercial Carolina Soil®, ⁴Solo (Argissolo Vermelho Distrófico arênico) e ⁵Vermiculita expandida fina. ⁶Recipiente com volume de 3 litros.

Também, avaliou-se diariamente a porcentagem e o tempo médio de emergência em dias (TME) (FURBECK et al., 1993). Durante o período do experimento além das observações diárias para identificar o início da germinação, realizou-se o reumedecimento dos substratos, quando necessário, pelo método da diferença de massa (KÄMPF et al., 2006). Aos 14 dias após a semeadura avaliou-se a germinação, os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009). Para o comprimento da parte aérea e da radícula das plântulas normais foi medido dez plântulas normais de cada repetição com régua milimétrica e, a determinação da massa seca ocorreu por secagem desse material em estufa de ventilação forçada a 65±5° C por 48 horas (NAKAGAWA, 1999).

Os dados expressos em porcentagem foram transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$. E, a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey (5% de probabilidade de erro) foram realizados pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

Observou-se que, em condições de laboratório, o lote B de sementes

cártamo foi mais vigoroso que o lote A (Tabela 2). Inicialmente, o vigor das sementes foi semelhante com 47 e 50% para o lotes A e B, respectivamente. Sequencialmente, o lote B apresentou 77% de germinação de plântulas normais, com índice de velocidade de germinação (IVG) de 50,875 sobre tempo médio de germinação (TMG) de 2,8 dias, em contrapartida do lote A com 50% de germinação de plântulas normais, com IVG 29,250 de e TMG de 3,2 dias.

Girardi et al. (2013) estudando a qualidade de sementes de cártamo armazenadas verificaram que os lotes de sementes com menor teor de umidade (6,8%) obtiveram maior porcentagem de germinação de plântulas normais (70%). Alencar et al. (2008) verificaram em soja armazenada que a combinações de temperatura e teores de água mais elevados intensificam a deterioração das mesmas, resultam em baixos índices de germinação. Sementes oleaginosas absorvem menos água, por serem hidrófobas, necessitam de baixos teores de umidade para a manutenção de seu equilíbrio em comparação às sementes amiláceas em condições ambientais ou armazenadas (BROOKER et al., 1992; FRANCISCO et al., 2007).

Tabela 2. Grau de umidade (GRU), primeira contagem (PCC), germinação (GER), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), massa fresca de plântula (MF) e massa seca de plântula (MS) para dois lotes de sementes de *Carthamus tinctorius* L. em condições laboratoriais.

Lote	GRU (%)	PCC (%)	GER (%)	IVG	TMG (dias)
A	10,3 a*	47 a	50 b	29,250 b	3,2 a
B	6,76 b	50 a	77 a	50,875 a	2,8 a
CV (%)	3,4	9,5	3,3	2,6	9,6
Lote	CR (cm)	CPA (cm)	MF (g)	MS (g)	
A	6,89 a	1,97 a	1,807 a	0,181 a	
B	7,65 a	2,08 a	1,825 a	0,194 a	
CV (%)	8,5	6,01	8,9	9,4	

*Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na linha diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. CV: coeficiente de variação.

No teste de comprimento radicular e de parte aérea e massa fresca e seca de plântula não foram observadas diferenças estatísticas entre os lotes de sementes de cártamo. O particionamento da fitomassa de plântula, tanto fresca como seca, foi em média de 12 e 88% para as partes radicular e aérea, respectivamente.

Na casa de vegetação, a germinação das sementes não apresentou interação significativa, ao nível de 5% de probabilidade de erro, entre os fatores testados (substratos e lotes de sementes). Na Tabela 3 pode-se observar diferença entre os lotes A e B de sementes de cártamo, em que se destaca a germinação de plântulas normais do lote A de 87 e 82% para os substratos de solo e areia, respectivamente. Esses substratos proporcionaram condições de germinação condizente com o preconizado pela instrução normativa nº. 45 da legislação brasileira (BRASIL, 2013), a qual prevê germinação mínima de 80% para sementes comerciais.

O lote B de sementes de cártamo apresentou desempenho heterogêneo na

germinação de plântulas normais em todos os substratos testados, com média germinativa de 55%, sendo o substrato de CAC com menor porcentagem de germinação (32%). Ambos os lotes A e B obtiveram desempenho germinativo oposto ao observado em condições laboratoriais (Tabela 2).

Kämpf (2000) relata que a sementeira em substratos com alta densidade pode proporcionar limitação na germinação das sementes e posterior desenvolvimento das plântulas. O oposto verificado neste experimento, em que os substratos solo e areia com maior densidade de 1,026 e 1,593 g cm⁻³, respectivamente (Tabela 1), foram justamente os substratos com melhor germinação para o lote A.

Além da densidade do substrato, a proporcionalidade de poros e sólidos (P/S), também afeta a germinação das sementes. Esse parâmetro é mundialmente conhecido, que indica a porosidade e aeração do mesmo, sendo P/S = 1,0 para o solo a qual sugere boa qualidade do substrato sem compactação (TAKANE et al., 2013).

Tabela 3. Germinação de plântulas normais (GER), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), comprimento de raiz (CP), comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca de plântula (MF) e massa seca de plântulas (MS) de dois lotes de sementes de *Carthamus tinctorius* L. submetidos à germinação em diferentes substratos na casa de vegetação.

Parâmetros	Lotes	Substratos				
		Areia ¹	CAC ²	Carolina Soil ³	Solo ⁴	Vermiculita ⁵
GER (%)	A	82 Aa*	62 Ba	79 Aa	87Aa	61 Ba
	B	66 Ab	32 Bb	63 Ab	58 Ab	56 Aa
	CV (%)	10,61				
IVE	A	35,3 Aa	32,8 Aa	32,0 Aa	36,6 Aa	36,2 Aa
	B	25,3 Ab	17,8 Bb	23,9 ABb	24,2 Ab	22,7 ABb
	CV (%)	10,8				
TME (dias)	A	9,81 Aa	9,65 Aa	9,88 Ab	9,72 Aa	9,72 Ab
	B	9,96 ABA	9,71 Ca	10,21 Aa	9,87 BCa	10,09 Aba
	CV (%)	1,28				
CP (cm)	A	7,0 Abc	6,1 Abc	12,4 Ba	7,8 Ab	5,5 Ac
	B	7,2 Ab	6,6 Abc	15,2 Aa	6,9 Abc	5,1 Ac
	CV (%)	10,47				
CPA (cm)	A	7,8 Ba	6,7 Bb	8,2 Ba	7,9 Ba	6,0 Bb
	B	10,5 Aa	8,7 Ab	10,0 Aa	10,0 Aa	9,8 Aa
	CV (%)	10,51				
MF (g plântula ⁻¹)	A	1,998 Ba	1,620 Bb	1,934 Ba	2,000 Ba	1,675 Bb
	B	3,092 Aa	2,200 Ac	2,344 Ab	2,726 Aa	2,434 Ab
	CV (%)	3,56				
MS (g plântula ⁻¹)	A	0,212 Aa	0,172 Bb	0,205 Aa	0,212 Aa	0,178 Bb
	B	0,328 Aa	0,233 Ab	0,249 Ab	0,289 Aa	0,258 Ab
	CV (%)	2,42				

¹Areia textura média, ²Casca de arroz carbonizada, ³Substrato comercial Carolina Soil®, ⁴Solo (Argissolo Vermelho Distrófico arênico) e ⁵Vermiculita expandida fina. *Médias não seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. CV: coeficiente de variação.

Observou-se que a germinação em solo foi a mais vigorosa entre os substratos testados, com relação P/S = 1,0 enquanto os demais substratos apresentam relação P/S de 0,5; 4,0; 2,1 e 3,5 para areia, CAC, Carolina Soil e vermiculita, respectivamente (Tabela 1). Isto explica a baixa germinação do lote A nos substratos vermiculita e CAC com 61 e 62%, respectivamente. Pois, a alta porosidade e capacidade de retenção de água interferiram no processo germinativo. Afetando igualmente o lote B de sementes, para estes substratos. A

porcentagem média de sementes mortas foi de 12,6 e 34,8% para os lotes A e B, respectivamente.

Observou-se que o lote A de sementes apresentou homogeneidade para os parâmetros de IVE e de TME com média de 34,58 e 9,76 dias, respectivamente. E, que o lote B de sementes apresentou desempenho heterogêneo para os mesmos parâmetros, com média de IVG e TMG foi de 22,79 e 9,97 dias, respectivamente. Em que, a hidratação das sementes é fornecida por substratos com condições

estruturais de capacidade de retenção de água e aeração, mantendo a proporção adequada entre a disponibilidade de água e oxigênio, sustentando uma homogeneidade no período de germinação. Possibilitando a retomada às atividades metabólicas da semente após a embebição e, conseqüentemente o crescimento do eixo embrionário, repercutindo no desenvolvimento inicial de plântulas vigorosas (ALBUQUERQUE et al., 2000; SILVA et al., 2008).

Verificou-se que o comprimento radicular de ambos os lotes de sementes de cártamo mantiveram-se constante em todos os substratos testados, exceto o substrato Carolina Soil, quando comparados ao comprimento radicular em condições laboratoriais. Já o comprimento da parte aérea apresentou diferença significativa entre os lotes A e B, com médias de 7,33 e 9,81 cm, respectivamente. Valores esses diferentes do comprimento da parte aérea em condições laboratoriais que foram de 1,97 e 20,8 cm, respectivamente para os lotes A e B.

O desenvolvimento inicial das plântulas, 14 DAS em substratos, demonstrou-se que o lote B apresentou plântulas mais vigorosas em relação ao lote A, com maior acúmulo de massa fresca nos substratos de areia e solo para o lote B e areia, substrato Carolina Soil e solo para o lote A. Já em relação à massa seca de plântulas observou-se que o lote B acumulou mais fitomassa em comparação ao lote A, nas duas condições, a laboratorial com 0,194 e 0,181 g, respectivamente e, na casa de vegetação com a média nos substratos de 0,271 e 0,196 g, respectivamente. A permeabilidade do tegumento, desencadeamento das reações metabólicas, é influenciada pelas condições ambientais a qual a sementes é submetida, sobretudo, a temperatura e

umidade do substrato, afetando a germinação e o desenvolvimento da plântula em comprimento e fitomassa (ALBUQUERQUE et al., 2000; TAKANE et al., 2013).

Conclusão

A germinação de *Carthamus tinctorius* é afetada pelo grau de umidade das sementes, para condições laboratoriais, bem como, para substratos em casa de vegetação. Os substratos areia e solo proporcionaram melhor porcentagem de germinação das sementes de cártamo e posterior desenvolvimento inicial de plântulas.

Referências

- ALBUQUERQUE, M. C. F. E.; RODRIGUES, T. DE J. D.; MENDONÇA, E. E. A.F. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabilis* roth determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p.206-215, 2000.
- ALENCAR, E. R. DE; FARONI, L. R. D.; LACERDA FILHO, A. F.DE; FERREIRA, L. G.; MENEGHITTI, M. R. Qualidade dos grãos de soja em função das condições de armazenamento. **Engenharia na Agricultura**, v.16, p.155-166, 2008.
- BELLÉ, R. A.; ROCHA, E. K.; BACKES, F. A. A. L.; NEUHAUS, M.; NATALIA TEIXEIRA SCHWAB, N. T. Cártamo cultivado em diferentes épocas de semeadura e densidades de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2145-2152. 2012.
- BERTOLINI, D. C.; SÁ, M. E.; MOREIRA, E. R. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de

feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 104-112, 2011.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994, 367p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.º. 45**. Brasília. MAPA. 2013, 38p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: MAPA, 2009. 395p.

BROOKER, D.B., BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. Grain equilibrium moisture content. In: BROOKER, D.B., BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. **Drying and storage of grains and oilseeds**, New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1992, p.67-86.

EKIN, Z. Resurgence of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Utilization: A global view, **Journal of Agronomy**, 4 (2), 83-87, 2005.

FERMINO, M. H; KÄMPF, A.N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. **Horticultura Brasileira**, v.30, n. 1, p.75-79, 2012.

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

FRANCISCO, F. G.; USBERTI, R.; TONELI, J. T. C. L. Ajuste de isotermas de sorção de sementes de cultivares de feijoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p. 35-39, 2007.

FURBECK, S. M.; BOURLAND, F. M.; WATSON, C. E. J. Relationship of seed

and germination measurements with resistance to seed weathering cotton. **Seed Science and Technology**, v.21, n.3, p.505-12, 1993

GIRARDI, G. L.; BELLÉ, R. A.; LAZAROTTO, M.; MICHELON, S.; GIRARDI, B. A.; MUNIZ, M. F. B. Qualidade de sementes de cártamo colhidas em diferentes períodos de maturação. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental**, v. 11, Supl. 1, p. S67-S73, 2013.

HALMER, P. Commercial seed treatment technology. In: BLACK, M. and BEWLEY, J.D. (Ed.) **Seed Technology and its Biological Basics**. England: Sheffield Academic Press, 2000, p.266-273

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

KÄMPF, A. N.; TAKANE, R.; SIQUEIRA, P. T. V. **Floricultura - técnicas de preparo de substratos**. Brasília: Tecnologia Fácil. 2006. 132p.

KHALIL, N. A. A.; DAGASH, Y. M.; YAGOUB, S. O. Effect of sowing date, irrigation intervals and fertilizers on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) yield. **Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences**, v. 1, n. 5, p. 97-102, 2013.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2 (2), 176-177, 1962.

MARCO FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. ABRATES: Londrina, 2015. 650p.

MÜNDEL, H. H. et al. **Safflower Production on the Canadian Prairies: revisited in 2004**. Alberta: Agriculture

and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Center, 2004, 43p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOSWIKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. 218p.

OELKE, E. A. et al. **Safflower**. Alternative Field Crops Manual, 1992. 8p.

OLIVEIRA, A. K. M.; FARIAS, G. C. Efeito de diferentes substratos na germinação de sementes de *Terminalia argentea* (Combretaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 3, p. 320-323, 2009.

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

SAMARTZIDIS, C. et al. Rose productivity and physiological responses to different substrates for soilless culture. **Scientia Horticulturae**, 106, 203-212. 2005.

SILVA, H. P. et al. Quantidade de água no substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-manso. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 178-184, dez. 2008.

STRECK, N. A. et al. Estimando a taxa de aparecimento de folhas e filocrono em cártamo (*Carthamus tinctorius* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.6, p. 1448-1450, 2005.

TAKANE, R. J.; YANAGISAWA, S. S.; GÓIS, E.A. **Técnicas em substratos para a floricultura**. Fortaleza: Expressão gráfica, 2013, 143p.