

TESTES DE LABORATÓRIO EM SEMENTES DE CANOLA E A CORRELAÇÃO COM A EMERGÊNCIA DAS PLÂNTULAS EM CAMPO¹

MARIZANGELARIZZATTI ÁVILA², ALESSANDRO DE LUCCA E BRACCINI³, CARLOS ALBERTO SCAPIM³,
DANILO TAKARA MARTORELLI², LEANDRO PAIOLA ALBRECHT⁴

RESUMO - O estabelecimento de padrões na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de canola é extremamente útil para obtenção de um bom estande no campo. Desta forma, foi conduzido um experimento com objetivo de comparar a eficiência de diferentes testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de canola e verificar sua correlação com a emergência das plântulas no campo. Foram avaliados quatro lotes de sementes por meio dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, frio modificado, emergência em leito de areia, velocidade de emergência e índice de velocidade de emergência em areia, emergência das plântulas no campo, massa de mil sementes e sanidade. Entre os testes conduzidos em laboratório, os de germinação, primeira contagem da germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado são considerados os mais eficientes para detectar diferenças entre os lotes de semente de canola, quanto ao potencial de emergência das plântulas no campo. O índice de velocidade de emergência e a velocidade de emergência não são adequados na avaliação da qualidade das sementes de canola.

Termos para indexação: *Brassica napus*, sanidade, envelhecimento, vigor, germinação.

LABORATORY TESTS ON CANOLA SEEDS AND CORRELATION TO SEEDLING EMERGENCE IN FIELD

ABSTRACT - The establishment of patterns for the evaluation of canola physiological seed quality is extremely useful for obtaining a good stand in the field. Thus, with the objective of comparing the efficiency of different tests for the evaluation of canola physiological seed quality and to verify their relationships with seedling emergence in the field, four seed lots of canola were evaluated by the standard germination test, first count germination, electrical conductivity, accelerated aging, modified cold test, seedling emergence on sand seedbed, speed of emergence seedbed and speed of emergence-index in sand, seedling emergence in field, weight of a thousand seeds and the health test. Among the tests carried out in the laboratory, the germination test and first counting of the germination, electrical conductivity and accelerated aging are considered the most efficient to differentiate field emergence performance of canola seed lots. The speed of emergence-index and the speed of emergence in sand seedbed are not suitable to evaluate canola seed quality.

Index terms: *Brassica napus*, health, aging, vigor, germination.

¹ Submetido em 08/03/2004. Aceito para publicação em 20/07/2004. Parte da Dissertação de Mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), pela primeira autora.

² Eng. Agrônoma, Estudante de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UEM, Av. Colombo, 5790, Maringá, PR, CEP 87020-

900; Bolsista da CAPES; E-mail: marizangela.rizzatti@bol.com.br

³ Eng. Agrônomo, Dr., Prof. Adjunto do Depto. de Agronomia, UEM, Maringá, PR; Bolsista do CNPq; E-mail: albraccini@uol.com.br; E-mail: cascapim@uem.br

⁴ Estudante do Curso de Agronomia, UEM, Maringá, PR; Bolsista PIBIC/CNPq-UEM.

INTRODUÇÃO

A canola é uma espécie vegetal desenvolvida por melhoristas canadenses a partir da colza (*Brassica napus* L. var. oleifera) que se apresenta como uma opção atraente para os sistemas de cultivo que predominam no Brasil. Por ser uma cultura de inverno torna-se uma opção a mais para o agricultor, neste período. Além disso, pode compor sistemas de rotação de culturas, bem como ser utilizada como cobertura vegetal do solo no período de inverno (Baier & Roman, 1992).

No entanto, para a instalação definitiva dessa cultura no sistema de produção agrícola nacional é fundamental que sementes de elevada qualidade sejam produzidas pelo setor sementeiro e que métodos padronizados sejam estabelecidos na avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

Em virtude do seu tamanho reduzido e da pequena quantidade de sementes utilizada por hectare, Póla & Barros (1994) destacam que informações sobre a qualidade das sementes de canola são extremamente úteis para obtenção do estande desejado. Por esta razão a OCEPAR (1995), recomenda que as informações obtidas no teste de germinação das sementes de canola devam ser complementadas com informações sobre o vigor das sementes, obtidas tanto por meio da avaliação da emergência das plântulas em campo ou em areia, como pelo uso do teste de envelhecimento acelerado.

Embora os testes de vigor não sejam reconhecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) por não apresentarem uma metodologia padronizada, estes são utilizados pelas empresas produtoras de sementes com inúmeras finalidades, sendo a principal delas a determinação do potencial fisiológico das sementes (Marcos Filho, 1999a). Segundo Vieira et al. (2001), todo programa de controle de qualidade na produção de sementes de uma determinada espécie deve incluir o vigor como característica a ser avaliada sob condições de laboratório, pois, de acordo com McDonald Junior (1980), o vigor das sementes compreende as propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla variação de condições de campo.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é rotineiramente realizada por intermédio do teste de germinação, segundo as indicações contidas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Este teste é conduzido sob condições ótimas de temperatura, umidade e aeração com a finalidade de obter informações acerca da qualidade de diferentes lotes com vistas a comercialização. No entanto, Byrum & Copeland (1995) questionam a validade desse teste para prever o

comportamento das sementes no campo, onde as condições nem sempre são favoráveis, e sugerem a complementação do teste de germinação com testes de vigor, para identificar lotes que apresentariam melhor desempenho no campo.

Com base em informações fornecidas por Vieira et al. (2001), os testes de vigor são conduzidos em 60% dos laboratórios privados e 71% dos públicos. Os testes mais utilizados têm sido o envelhecimento acelerado para sementes de soja e de frio para sementes de milho, nos laboratórios públicos, e os testes de tetrazólio e envelhecimento acelerado para sementes de soja e sorgo e de frio para sementes de milho, nos laboratórios privados.

Diversos testes de vigor têm sido idealizados procurando avaliar e correlacionar com precisão o comportamento de lotes de sementes em laboratório e no campo, como o teste de frio para milho (Cícero & Vieira, 1994), o de envelhecimento acelerado para soja (Vieira, 1994) e o de condutividade elétrica para ervilha (Caliari & Marcos Filho, 1990).

Estudos conduzidos com a cultura da canola, principalmente quanto à tecnologia de sementes, são escassos, assim como o número de trabalhos dirigidos à comparação entre os resultados dos testes de vigor e os de emergência das plântulas no campo. Desta forma, é desejável a obtenção de mais informações que permitam identificar lotes que possuam maiores possibilidades de apresentar desempenho superior em condições de campo, ou seja, avaliar corretamente o potencial fisiológico de cada lote.

O objetivo desse trabalho foi comparar a eficiência de diferentes testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de canola e verificar sua relação com a emergência das plântulas em campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisas Aplicadas à Agricultura (NUPAGRI) e na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencentes à Universidade Estadual de Maringá (UEM). Foram utilizados quatro lotes comerciais de sementes de canola importadas do Canadá, sendo três do híbrido Hyola 401 (lotes 1, 2 e 4) e um do híbrido Hyola 60 (lote 3). As amostras dos lotes foram fornecidas pela Cooperativa dos Cafeicultores de Maringá (COCAMAR), em Maringá-PR. No início das avaliações de laboratório os quatro lotes de sementes apresentavam 5,98; 6,44; 6,47 e 5,73% de umidade, respectivamente, determinada por meio do método

de estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas (Brasil, 1992). As sementes provenientes dos diferentes lotes foram submetidas aos seguintes testes para a avaliação da qualidade:

Germinação - conduzido com oito repetições de 50 sementes para cada lote, colocadas para germinar em caixas plásticas do tipo “gerbox” sobre três folhas de papel-toalha (“germitest”), umedecidas com água destilada, utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco embebida em água. Posteriormente, as sementes foram levadas para um germinador do tipo Mangelsdorf, regulado para manter a temperatura constante de $20\pm 1^{\circ}\text{C}$. As avaliações foram realizadas aos cinco e sete dias após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Primeira contagem da germinação - Efetuada em conjunto com a germinação, utilizando-se a mesma metodologia, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no quinto dia após a semeadura (Brasil, 1992).

Envelhecimento acelerado - realizado conforme metodologia descrita por Marcos Filho (1999b) acondicionando-se uma amostra de sementes para cada lote, distribuída em camada única sobre uma tela plástica e colocada no interior de caixas plásticas do tipo “gerbox” contendo 40 mL de água destilada, com distância entre o nível de água e as sementes de aproximadamente 2 cm. Em seguida, as caixas foram fechadas e levadas a uma câmara de germinação do tipo B.O.D., regulada a temperatura de 42°C , por 24 horas. Após o período de envelhecimento, 200 sementes foram escolhidas aleatoriamente, divididas em quatro subamostras de 50 sementes, sendo submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada no quinto dia após a transferência para o germinador.

Teste de frio modificado - conduzido conforme as recomendações de Cícero & Vieira (1994) e Barros et al. (1999), em que quatro repetições de 50 sementes para cada lote, foram acondicionadas no interior de caixas plásticas tipo “gerbox” com três folhas de papel-toalha (“germitest”) umedecidas em quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Em seguida, as caixas foram vedadas com fita adesiva e mantidas durante sete dias em câmara de germinação tipo B.O.D. regulada a 10°C . Após esse período, as caixas foram transferidas para um germinador à temperatura de $20\pm 1^{\circ}\text{C}$, onde permaneceram por cinco dias a seguir, sendo a seguir avaliada a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 1992).

Emergência em leito de areia - realizado conforme

metodologia descrita por Nakagawa (1994) e Nakagawa (1999) com seis repetições de 50 sementes para cada lote. A areia utilizada foi previamente lavada e esterilizada com brometo de metila e colocada em bandejas de plástico, procedendo-se a irrigação durante dois dias para a acomodação do leito. Para a semeadura, foram abertos sulcos longitudinais em cada bandeja, com 2 cm de profundidade, e espaçados 3 cm entre si, utilizando-se 50 sementes por sulco. O teste foi realizado em condições de casa de vegetação, sendo a umidade mantida por meio de irrigações freqüentes. No vigésimo primeiro dia após a semeadura, quando não foi mais observada emergência de novas plântulas, avaliou-se a porcentagem de plântulas normais conforme as prescrições contidas nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992).

Índice de velocidade de emergência (I.V.E.) - conduzido em conjunto com o teste de emergência em leito de areia, anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentavam as folhas cotiledonares visíveis. Ao final do teste, com os dados diários do número de plântulas emergidas, calculou-se o índice de velocidade de emergência empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$\text{I.V.E.} = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + \dots + (G_n/N_n), \text{ em que:}$$

I.V.E. = índice de velocidade de emergência;

G = número de plântulas normais computadas nas contagens;

N = número de dias da semeadura à 1ª, 2ª... enésima avaliação.

Velocidade de emergência (V.E.) - com as determinações utilizadas para o cálculo do I.V.E., determinou-se também a velocidade de emergência, utilizando-se a fórmula proposta por Edmond & Drapala (1958):

$$\text{V.E.} = [(N_1 G_1) + (N_2 G_2) + \dots + (N_n G_n)] / (G_1 + G_2 + \dots + G_n), \text{ em que:}$$

V.E. = velocidade de emergência (dias);

G = número de plântulas emergidas observadas em cada contagem;

N = número de dias da semeadura a cada contagem.

Emergência das plântulas em campo - realizado com quatro repetições de 100 sementes para cada lote em cada repetição, semeadas a 1 cm de profundidade, em sulcos com 1,0 m de comprimento, distanciados 30 cm entre si. A avaliação foi efetuada aos 21 dias após a semeadura, quando não foi observada emergência de novas plântulas, determinando-se a porcentagem de plântulas normais emergidas segundo os procedimentos descritos por Nakagawa (1994).

Condutividade elétrica - realizado segundo metodologia descrita por Krzyzanowski et al. (1991), Vieira (1994), Vieira & Krzyzanowski (1999) utilizando quatro repetições de 50 sementes para cada lote, sendo estas pesadas em balança analítica com precisão de um miligrama e colocadas em copos plásticos (sistema de copo ou condutividade de massa ou “bulk conductivity”) contendo 25 mL de água desmineralizada, permanecendo em estufa incubadora regulada a temperatura de 25°C, por 24 horas. A avaliação foi realizada após o conteúdo dos copos ser agitado suavemente com bastão de vidro, sendo a condutividade elétrica medida em condutivímetro microprocessado digital de bancada, da marca Alpax. O eletrodo do aparelho foi lavado em água desmineralizada e seco com papel-toalha antes de cada medição. Os valores médios da condutividade elétrica de cada lote foram expressos em $\mu\text{mhos cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de sementes.

Massa de mil sementes - determinada pela pesagem de quatro repetições de 100 sementes para cada lote, utilizando-se balança analítica com precisão de um miligrama, multiplicando a média dos resultados por 10.

Teste de sanidade - realizado pelo método do papel-filtro ou “blotter test” (Henning, 1994), utilizando-se 200 sementes, divididas em dez repetições de 20 e colocadas em caixas plásticas do tipo “gerbox”, sobre duas folhas de papel-filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada e autoclavada. A incubação foi realizada em condição ambiente de laboratório, à temperatura de aproximadamente 25°C, em regime de 12 horas de iluminação com lâmpadas fluorescente e 12 horas de escuro, durante sete dias. Após esse período, foram avaliados os fungos presentes nas sementes, com o auxílio de lupa com iluminação e microscópio estereoscópio.

Para os testes de laboratório, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro (envelhecimento acelerado, frio modificado, condutividade elétrica e peso de mil sementes), seis (índice de velocidade de emergência e velocidade de emergência), oito (germinação e primeira contagem da germinação) e dez (teste de sanidade) repetições. Para o teste de emergência das plântulas no campo utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott (1974), em nível de 5% de probabilidade. Posteriormente, calcularam-se os coeficientes de correlação simples de Pearson (r) para todas as combinações entre os testes de avaliação da qualidade das sementes, em que a significância dos valores de r foi determinada pelo teste t, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas diárias e umidade relativa do ar, referentes ao período de condução do teste de emergência das plântulas no campo, estão representados no Tabela 1. A umidade relativa manteve-se relativamente alta (mínima de 53,7% e máxima de 99,5%), oscilando diariamente, enquanto que a temperatura do ar oscilou entre 9 e 36°C. A ocorrência de precipitação foi relativamente alta durante o período inicial de execução do teste de emergência a campo, com um total de 118,1 mm, sendo que a partir de 22 de setembro até o final do teste foram registradas precipitações de apenas 12,9 mm, os dados referentes as condições climáticas em que o experimento foi conduzido em campo, auxiliam na discussão, uma vez que o desempenho das sementes pode variar conforme as condições do ambiente.

Os resultados referentes aos testes de germinação e primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, frio modificado, emergência em leito de areia e emergência das plântulas em campo estão apresentados no Tabela 2. Observa-se que no teste de germinação o lote 1 destacou-se dos demais, apresentando maior porcentagem de plântulas normais, enquanto que o lote 2 apresentou a menor porcentagem de germinação. No teste de primeira contagem da germinação, o lote 1 apresentou a maior porcentagem de plântulas normais, sendo superior aos lotes 4, 3 e 2, que diferiram entre si, acompanhando os resultados observados no teste de germinação.

O teste de envelhecimento acelerado identificou o lote 1 como sendo o mais vigoroso, enquanto que o lote 2 foi o que apresentou valores mais baixos e, portanto, menor potencial fisiológico, sendo eficiente em diferenciar o vigor das sementes de canola, concordando com os testes de germinação, primeira contagem da germinação e emergência das plântulas em campo. Os resultados do teste de frio modificado revelaram o lote 1 como sendo o mais vigoroso. Em contrapartida, os lotes 2, 3 e 4 apresentaram o menor potencial fisiológico no referido teste, não apresentando diferença significativa ($P > 0,05$) entre si. Os lotes de qualidade adequada devem apresentar no mínimo valores entre 70 a 80% no teste de frio, valores estes observados em todos os lotes testados, segundo Grabe (1976).

Os dados referentes à percentagem final de emergência das plântulas em leito de areia apontaram a superioridade do lote 4, quando comparado aos demais lotes. Por outro lado, os resultados referentes ao teste de emergência das plântulas em campo demonstraram o melhor desempenho do lote 1 e 4 tendo o lote 2 apresentado o menor resultado.

TABELA 1. Dados de temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial e umidade relativa do ar, no período de condução do teste de emergência das plântulas em campo (Maringá, PR - 2002).

Mês	Dia	Temperatura		Precipitação pluvial (mm)	Umidade relativa (%)	
		Máxima (°C)	Mínima (°C)			
Setembro	15	27	18	0,00	74,50	
	16	29	17	39,00	74,50	
	17	28	18	1,80	82,30	
	18	26	19	4,60	91,40	
	19	21	19	0,00	83,10	
	20	28	19	23,40	99,50	
	21	20	9	36,40	88,20	
	22	22	10	0,00	88,20	
	23	23	10	0,00	80,20	
	24	23	15	0,00	56,80	
	25	27	13	0,00	70,80	
	26	26	14	0,00	63,90	
	27	28	17	0,00	57,90	
	28	30	15	0,00	71,60	
	29	30	16	0,00	61,00	
	30	32	22	0,00	56,10	
	Outubro	1	33	18	4,30	91,00
		2	28	18	0,00	82,30
		3	28	19	0,00	68,20
		4	24	16	8,60	68,20
		5	32	22	0,00	69,60
		6	33	20	0,00	75,10
		7	34	21	0,00	63,50
		8	34	23	0,00	63,50
		9	34	21	0,00	59,60
		10	35	23	0,00	53,70
		11	36	22	0,00	57,90
		12	35	23	0,00	69,60
		13	25	20	0,00	82,70
		14	28	21	0,00	64,30
15		31	22	0,00	70,90	

TABELA 2. Valores médios de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado, frio modificado, emergência em leito de areia e emergência das plântulas em campo (Maringá, PR - 2002).

Lote	Germinação	Primeira contagem da germinação	Envelhecimento acelerado	Teste de frio modificado	Emergência em leito de areia	Emergência das plântulas no campo
----- % -----						
1	93,00 A	85,00 A	86,00 A	85,00 A	83,00 B	84,00 A
2	66,00 D	54,00 D	52,00 D	73,00 B	74,00 C	63,00 C
3	77,00 C	66,00 C	56,00 C	75,00 B	73,00 C	74,00 B
4	84,00 B	76,00 B	76,00 B	79,00 B	95,00 A	81,00 A
Média	80,00	70,00	67,00	78,00	81,00	75,00
C.V.	2,40	2,25	2,45	4,30	3,20	3,30

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Observa-se que o teste de emergência em leito de areia apresentou baixa relação com os demais testes de vigor e, também, apresentou baixa eficiência para predizer o potencial de emergência das plântulas em campo, com também foi observado por Schuab (2003), com sementes de soja.

O teste de condutividade elétrica (Tabela 3), por sua vez, indicou os lotes 1 e 4 como sendo os de maior vigor, devido apresentarem menor lixiviação de solutos. Em contrapartida, os lotes 2 e 3 foram os que apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica, sendo considerados de baixa qualidade fisiológica por esse teste. Os resultados obtidos nesse teste estão de acordo com os resultados obtidos nos testes de emergência em campo, apresentando sensibilidade em diferenciar a qualidade fisiológica dos lotes avaliados.

No índice de velocidade de emergência (Tabela 3) o lote 4 foi superior aos demais lotes, demonstrando ser o mais vigoroso segundo a avaliação deste teste, enquanto que o lote 3 apresentou o menor índice de velocidade de emergência e, portanto, considerado como o de menor potencial fisiológico. Na avaliação do teste de velocidade de emergência das plântulas, observou-se que o lote 3 foi considerado de menor vigor, apresentando maior número de dias para a emergência média das plântulas seguido pelos lotes 1 e 2, enquanto que o lote 4 foi considerado de maior vigor. Quanto menor o valor obtido pela fórmula de velocidade de germinação ou emergência têm-se lotes de sementes com maior potencial fisiológico Edmond & Drapala (1958). Por meio desse resultado é possível inferir que o lote 4 foi o mais vigoroso, quando comparado com os demais lotes, o que está de acordo com os demais testes citados anteriormente, inclusive com a emergência das plântulas em campo e emergência em leito de areia.

Em relação à massa de mil sementes, observou-se que o maior valor para essa característica foi apresentado pelo lote 3, enquanto que o menor valor pertence ao lote 1 (Tabela 3).

O tamanho das sementes e sua relação com o potencial fisiológico tem sido assunto contraditório nos trabalhos conduzidos por inúmeros pesquisadores. De acordo com McDonald Junior (1975), o tamanho da semente avalia os aspectos morfológicos possivelmente associados ao vigor. Hanumaiah & Andrews (1973) trabalhando com sementes de nabo e repolho encontraram diferenças significativas quando compararam sementes com tamanhos diferentes. Na presente pesquisa, maior vigor deveria ter sido o 3, resultado este contraditório com os obtidos pela maioria dos testes realizados (Tabela 2). Porém Andrade et al. (1997) afirmam que não existe diferença entre o vigor de sementes grandes e pequenas. Outros autores Aguiar et al. (2001) verificaram que não houve diferença significativa no vigor das sementes de girassol com menor tamanho, logo que estas foram armazenadas, entretanto, após seis meses de armazenamento, as sementes de menor tamanho apresentaram menor vigor quando comparadas às sementes de maior tamanho.

O teste de sanidade não permitiu o isolamento e a identificação de nenhum patógeno contaminando as sementes de canola utilizadas nesse experimento, indicando serem lotes de elevada qualidade sanitária.

A análise da correlação entre os resultados de laboratório e de emergência das plântulas em campo (Tabela 4), sugere que os testes de germinação, primeira contagem da germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, frio modificado, emergência em areia e a massa de mil sementes correlacionaram-se significativamente ($P < 0,05$) com a emergência das plântulas em campo e que apenas as avaliações de velocidade de emergência e do índice de velocidade de emergência não se correlacionaram com esse mesmo teste.

Os coeficientes de correlação entre a germinação e a primeira contagem da germinação com a emergência das plântulas no campo apresentaram os maiores valores

TABELA 3. Valores médios dos testes de condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência, massa de mil sementes e sanidade de quatro lotes de sementes de canola (Maringá, PR - 2002).

Lote	Condutividade elétrica ($\mu\text{mhos cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)	Índice de velocidade de emergência	Velocidade de emergência (dias)	Massa de mil sementes (g)
1	167,38 C	7,66 B	5,42 B	3,79 D
2	290,99 A	7,08 B	5,31 C	5,86 B
3	244,09 B	5,33 C	5,58 A	6,36 A
4	157,39 C	9,37 A	5,12 D	5,70 C
Média	214,96	7,36	5,36	5,43
C.V.	8,83	11,66	2,15	1,98

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, em cada coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

TABELA 4. Coeficientes de correlação simples de Pearson (r) estimados entre os testes de avaliação da qualidade fisiológica das sementes e emergência em campo, em quatro lotes de sementes de canola (Maringá, PR - 2002).

	GERM,	C,E,	ENV,	F,M,	E,L,A,	I,V,E,	V,E,	M,M,S,	E,P,C,
PCG.	0,980*	-0,869 *	0,942 *	0,803 *	0,556 *	0,337 ^{ns}	-0,152 ^{ns}	-0,739 *	0,943 *
GERM.		-0,848 *	0,915 *	0,817 *	0,506 *	0,277 ^{ns}	-0,099 ^{ns}	-0,758 *	0,955 *
C.E.			-0,879 *	-0,715 *	-0,774 *	-0,479 *	0,355 ^{ns}	0,536 *	-0,857 *
ENV.				0,836 *	0,695 *	-0,504 *	-0,332 ^{ns}	-0,818 *	0,873 *
F.M.					0,488 ^{ns}	0,269 ^{ns}	-0,210 ^{ns}	-0,746 *	0,844 *
E.L.A.						0,803 *	-0,727 *	-0,256 ^{ns}	0,519 *
I.V.E.							-0,845 *	-0,272 ^{ns}	0,179 ^{ns}
V.E.								0,064 ^{ns}	-0,047 ^{ns}
M.M.S.									-0,663 *

PCG. = primeira contagem da germinação; GERM. = germinação; C.E. = condutividade elétrica; ENV. = envelhecimento acelerado; F.M. = frio modificado; E.L.A. = emergência em leito de areia; I.V.E. = índice de velocidade de emergência em areia; V.E. = velocidade de emergência em areia; M.M.S. = massa de mil sementes; E.P.C. = emergência das plântulas no campo.

*= r significativo a 5% de probabilidade;

^{ns} = r não significativo.

absolutos, indicando serem os testes que melhor estimaram a emergência em campo, confirmando resultados anteriores obtidos por Lima (1993) e Andrade et al. (1995) avaliando lotes de sementes de cebola e cenoura, respectivamente.

A correlação significativa e positiva entre o teste de envelhecimento acelerado e a emergência das plântulas no campo está de acordo com os resultados observados por Tekrony & Egli (1977) e Amaral & Bicca (1977), trabalhando com soja e Guissem et al. (2001), trabalhando com sementes de milho doce BR 400 (gene bt).

Os resultados da correlação significativa e positiva entre o teste de frio modificado e a emergência das plântulas em campo (Tabela 4) assemelham-se com os resultados obtidos por Torres et al. (1999), em trabalho conduzido com lotes de sementes de maxixe, em que os autores relataram que este teste foi o que apresentou os maiores valores de correlação com a emergência das plântulas no campo; resultados semelhantes foram reportados por Piana et al. (1995), trabalhando com a avaliação da qualidade das sementes e sua relação com a obtenção de mudas mais vigorosas de cebola.

No Tabela 4 observa-se correlação significativa ($P < 0,05$) e negativa, entre o teste de condutividade elétrica com o teste de emergência das plântulas no campo. Andrade et al. (1995) e Torres et al. (1999) obtiveram resultados semelhantes trabalhando com diferentes lotes de cenoura e maxixe, respectivamente.

A correlação entre a emergência em leito de areia e a emergência das plântulas no campo foi significativa e positiva.

Por outro lado, a correlação não significativa ($P > 0,05$) entre o índice de velocidade de emergência e a velocidade de emergência com a emergência das plântulas no campo indica, provavelmente, que estes testes não são adequados na avaliação do potencial fisiológico das sementes de canola, contrariando os resultados obtidos por Guissem et al. (2001), em que os autores obtiveram correlação positiva e significativa ($r = 0,80$) entre os referidos testes, porém avaliando lotes de sementes de milho doce.

A massa de mil sementes apresentou correlação negativa e significativa com a emergência das plântulas no campo.

De forma geral, os resultados obtidos nesse trabalho revelaram que os lotes 1 e 4 foram superiores aos demais e que os testes de vigor analisados em laboratório, com exceção do índice de velocidade de emergência e da velocidade de emergência, apresentam confiabilidade na avaliação do potencial fisiológico das sementes de canola, propiciando informações de grande utilidade no controle de qualidade das sementes da referida cultura.

CONCLUSÕES

Os testes de germinação, primeira contagem da germinação, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica são eficientes para estimar o potencial de emergência de plântulas de canola em campo.

O índice de velocidade de emergência e velocidade de emergência não são adequados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes de canola.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R.H.; FANTINATTI, J.B.; GROTH, D.; USBERTI, R. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.134-139, 2001.
- ANDRADE, R.N.; SANTOS, D.S.B.; SANTOS FILHO, B.G.; MELLO, V.D.C. Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.2, p.153-162, 1995.
- ANDRADE, R.V.; ANDREOLI, C.; BORBA, C.S.; AZEVEDO, J.T.; MARTINS-NETO, D.A.; OLIVEIRA, A.C. Efeito da forma e do tamanho da semente no desempenho no campo de dois genótipos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.62-65, 1997.
- AMARAL, A.S.; BICCA, L.H.F. Influência do vigor da semente de soja no estabelecimento do stand e na produção de grãos. In: REUNIÃO CONJUNTA DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 5., 1977, Pelotas. **Resultados de pesquisa em soja obtidos no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo em 1976/77**. Passo Fundo: Embrapa/CNPQ, 1977. p.19-24.
- BAIER, A.C.; ROMAN, E.S. Informações sobre a cultura da “canola” para o Sul do Brasil. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE PESQUISA DE CANOLA, 1., 1992, Cascavel. **Resultados...** Passo Fundo: EMBRAPA/CNPQ, 1992. p. 1-10.
- BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYŻANOWSKI, F.C. Teste de frio. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.5.1-5.15.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNTA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BYRUM, J.R.; COPELAND, L.O. Variability in vigour testing of maize (*Zea mays* L.) seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.23, n. 2, p.543-549, 1995.
- CALIARI, M.F.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.3, p.52-75, 1990.
- CÍCERO, S.M.; VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-164.
- EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.71, n.2, p.428-434, 1958.
- GUISCHEM, J.M.; ZUCARELI, C.; NAKAGAWA, J.; ZANOTTO, M.D. Correlação de testes de vigor com emergência no campo e germinação em laboratório em sementes de milho doce BR 400 (gene bt). **Informativo ABRATES**, Brasília, v.11, n.2, p.107, 2001.
- GRABE, D.F. Measurement of seed vigor. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.1, n.2, p.18-31, 1976.
- HANUMAIHAH, L.; ANDREWS, C.H. Effect of seed size in cabbage and turnip on performance of seeds, seedlings and plants. **Proceeding of Association of Official Seed Analysts**, Washington, v.63, n.1, p.117-125, 1973.
- HENNING, A.A. **Patologia de sementes**. Londrina: EMBRAPA/CNPQ, 1994. 43p. Documentos, 90.
- KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.15-50, 1991.
- LIMA, D. **Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de cebola (*Allium cepa* L.)**. Pelotas. 1993. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1993.
- McDONALD JUNIOR, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceeding of Association of Official Seed Analysts**, Washington, v.65, n.1, p.109-139, 1975.
- McDONALD JUNIOR, M.B. Vigor test subcommittee report. **News Lett. Assoc. Proceeding of Association of Official Seed Analysts**, Washington, v.54, n.1, p.37-40, 1980.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-77, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. p.1.1-1.21.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. p.3.1-3.24.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.
- ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ - OCEPAR. **Recomendações técnicas para a cultura do trigo no Estado do Paraná**. Cascavel: OCEPAR, 1995. 115p. Boletim Técnico, 37.
- PIANA, Z.; TILLMANN, M.A.A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.149-153, 1995.
- PÓLA, J.M.; BARROS, A.S.R. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de canola**. Londrina: IAPAR, 1994. 20p. Mimeografado.
- SCHUAB, S.R.P. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja por meio da taxa de crescimento das plântulas e do teste de germinação sob estresse hídrico**. 2003. 80f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v.30, n.2, p.507-512, 1974.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. **Crop Science**, Madison, v.17, n.4, p.573-577, 1977.

TORRES, S.B.; SILVA, M.A.S.; CARVALHO, I.M.S.; QUEIRÓZ, M.A. Correlação entre testes de vigor em sementes de maxixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.6, p.1075-1080, 1999.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**.

Jaboticabal: FUNEP, 1994, p.103-132.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.4.1-4.26.

VIEIRA, R.D.; BITTENCOURT, S.R.M.; PANOBIANCO, M. Vigor: um componente da qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11, n.2, p.199, 2001.

