



Disponibilidades hídricas do substrato na qualidade fisiológica de sementes de canola com diferentes teores de água

Substrate water availability on canola seeds physiological quality with different water content

Adriano dos Santos¹, Silvana de Paula Quintão Scalon¹, Tathiana Elisa Masetto¹, Danieli Pieretti Nunes¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Rod. Dourados-Itahum, km 12, CEP 79805-095, Cidade Universitária, Dourados, MS.

E-mail: adriano.agro84@yahoo.com.br

Recebido em: 07/03/2012

Aceito em: 08/10/2012

Resumo. Vários trabalhos têm sido conduzidos com diferentes substâncias para simular potenciais osmóticos negativos durante as primeiras fases da germinação, uma vez que, a absorção de água pelas sementes tem grande importância para iniciar o processo germinativo. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes disponibilidades hídricas do substrato na qualidade fisiológica de sementes de canola com diferentes teores de água das sementes. Foram utilizadas sementes do híbrido HYOLA 433 com teores de água de 5,5, 7,1 e 11,0%, submetidas às seguintes disponibilidades hídricas no substrato simulados com soluções aquosas de polietilenoglicol (PEG 6000): 0,0; -0,1; -0,2; -0,3; -0,4 e -0,6 MPa. As sementes foram semeadas sobre duas folhas de papel tipo “germitest” em caixas tipo “gerbox” e mantidas a 25°C e luz branca constante. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 3 (disponibilidades hídricas do substrato e teores de água das sementes), com quatro repetições de 50 sementes cada, sendo os dados submetidos à análise de regressão. A redução da disponibilidade hídrica do substrato a partir de -0,3 MPa reduziu significativamente a germinação das sementes e o desempenho das plântulas de canola. Os teores de água avaliados não influenciaram a germinação das sementes. A redução da formação de plântulas normais e do crescimento de plântulas pode ser associada à diminuição das disponibilidades hídricas do substrato. As sementes de canola são sensíveis à redução do potencial hídrico abaixo de -0,2 MPa, que prejudica a germinação e o vigor das sementes

Palavras-chave. *Brassica napus*, germinação, polietilenoglicol, restrição hídrica

Abstract. Several studies have been conducted with different substances to simulate negative osmotic potentials, once the water absorption by seeds is very important to start the germination process. Thus, this work aimed to evaluate the effect of different substrate water availability on canola seeds physiological quality with different water contents. It was used the HYOLA 433 hybrid seeds, with 5.5, 7.1 and 11% of water content, submitted the following water availability in the substrate moistured with simulated aqueous solutions of polyethylene glycol (PEG 6000): 0.0, -0, 1, -0.2 -0.3, -0.4, -0.6 MPa. The seeds were sown on two "germitest" papers placed inside plastic boxes "gerbox" and maintained at 25°C under white constant light. The seeds physiological quality was evaluated through the first count, germination, hypocotyl and primary root length and seedlings dry weight. The experimental design was completely randomized factorial 6 x 3 (substrate water availability and water content of seeds x), with four replications of 50 seeds for each repetition, the data being submitted to regression analysis. The reduction of substrate water to -0.3 MPa reduced the seeds germination and seedlings performance. The *Brassica napus* seeds are sensitive to water potential reduction of up -0,2 MPa which reduces the seeds germination and vigour.

Keywords. *Brassica napus*, germination, polyethylene glycol, water restriction

Introdução

A canola é considerada uma das culturas mais importantes no mundo, devido o potencial para a extração do seu óleo que possui alto valor

industrial e econômico, sendo empregada para o consumo humano e, também, como matéria-prima para a produção de biodiesel. Além disso, o farelo de canola é utilizado como fonte protéica para a



produção animal. Assim, a cultura da canola constitui uma das mais lucrativas, além de importante alternativa para o cultivo de inverno (Tomm et al., 2008).

O cultivo da canola na safra 2011 foi de 46.200 hectares e a produtividade média nos últimos anos ficou em torno de 1.500 kg ha⁻¹, sendo que a previsão inicial era de que essa safra pudesse ser superada pela melhoria no domínio técnico dos produtores sobre o cultivo. Entretanto, as oscilações climáticas prejudicaram parte da lavoura (CONAB, 2011). Na região Centro-oeste do Brasil, existe um crescente interesse de agricultores e de empresas no cultivo da canola como opção da segunda safra, após o cultivo da soja ou do milho. Entretanto, sabe-se que em determinados anos, pode ocorrer escassez de chuva, constituindo limitação para o estabelecimento da cultura (Tomm et al., 2006).

Além disso, as perspectivas de mudanças climáticas podem tornar os episódios de estresse hídrico cada vez mais frequentes (IPCC, 2011), caracterizando a tolerância à seca uma das características necessárias para a competitividade da cultura nas regiões tropicais do Brasil. Considerando que a ocorrência de estresse hídrico durante a fase de semeadura afeta negativamente a velocidade e a porcentagem de germinação das sementes, a comunidade científica vem despertando interesse em elucidar o potencial hídrico tolerado pelas sementes, em face de que existe um valor de potencial hídrico no solo para cada espécie abaixo do qual a germinação não ocorre.

Como tentativa de simular potenciais hídricos negativos para as sementes, o polietilenoglicol (PEG 6000) vem sendo utilizado em soluções osmóticas para o umedecimento do substrato, uma vez que é quimicamente inerte e atóxico para as sementes, além de não penetrar no tegumento devido ao elevado tamanho de suas moléculas, proporcionando a embebição lenta e controlada das sementes (Villela et al., 1991). Dantas et al. (2011) utilizando concentrações de polietilenoglicol (PEG 6000) e NaCl em sementes de cártamo observaram que o estresse osmótico induzido pelo PEG 6000 foi mais acentuado na porcentagem de germinação do que nos tratamentos submetidos ao NaCl. Neste mesmo sentido, Carneiro et al. (2011) avaliando o estresse hídrico e salino em plântulas de girassol, observaram que os níveis de potencial osmótico de -0,4 MPa não afetou o desempenho fisiológico, porém o estresse mais severo, sob potencial de -0,8 MPa reduziu o crescimento e a capacidade antioxidante das

plântulas, o que confere menor tolerância ao estresse hídrico e salino.

De acordo com Medeiros Filho (2000) uma das fases mais críticas do ciclo da cultura é a compreendida entre a semeadura e o estabelecimento das plântulas, sendo observado geralmente que o número de sementes germinadas em laboratório não é confirmado no campo, provocando baixas populações de plantas e redução na produtividade. Pode-se atribuir tal fato às condições ambientais encontradas pelas sementes no solo, tornando esses problemas mais graves à medida que aumenta a suscetibilidade das plântulas ao estresse durante a germinação e emergência. Assim, potenciais hídricos muitos negativos, especialmente no início da embebição, influenciam a absorção de água, atrasando e diminuindo a germinação (Botelho & Perez, 2001).

Diante da importância da canola no cenário atual do biodiesel e da possibilidade de ocorrência de estresse hídrico nas fases iniciais de germinação de suas sementes em áreas tradicionalmente cultivadas, objetivou-se avaliar os efeitos de disponibilidades hídricas na qualidade fisiológica de sementes de canola com diferentes teores de água.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Sementes da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, MS, utilizando-se sementes de canola do híbrido HYOLA 433, produzidas em Mato Grosso do Sul, no ano agrícola 2009/2010.

Inicialmente, o teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas, conforme Brasil (2009), utilizando-se quatro repetições de 2 gramas de sementes cada, e os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida).

Para a obtenção de sementes com diferentes teores de água, adotou-se o procedimento de secagem artificial, onde foram dispostas cerca de 250 sementes sobre tela de alumínio suspensa no interior de caixas plásticas do tipo “gerbox” contendo aproximadamente 200 gramas de sílica gel com coloração (azul) indicadora de umidade ao fundo. As caixas foram mantidas fechadas sob temperatura ambiente (25 ± 2°C) realizando-se, periodicamente, o monitoramento da massa úmida das sementes por meio de pesagens sucessivas, tomando como referência o teor de água inicial das sementes (11,0%), até atingirem os teores de água desejados de 7,1% e 5,5%; correspondentes ao

tempo de 90 e 160 minutos, respectivamente, após a instalação das câmaras de secagem.

Para avaliar o efeito de diferentes disponibilidades hídricas do substrato, foram utilizadas soluções aquosas de polietilenoglicol (PEG 6000) (Michel & Kaufmann, 1973), nos seguintes potenciais osmóticos: 0,0 MPa (testemunha), -0,1 MPa; -0,2 MPa; -0,3 MPa; -0,4 MPa e -0,6 MPa, ou seja, para a obtenção dos potenciais hídricos utilizados, as soluções aquosas foram compostas, respectivamente, de 78,49; 119,54; 151,402; 178,34 e 223,664 gramas de PEG 6000 diluídas em um quilograma de água destilada a 25°C.

Para cada teor de água das sementes, quatro subamostras de 50 sementes foram semeadas em caixas plásticas do tipo “gerbox” contendo duas folhas de papel “germitest” umedecidas com 10 mL das soluções osmóticas citadas anteriormente. Posteriormente, as caixas foram levadas para câmaras do tipo B.O.D. (*Bio Oxygen Demand*) reguladas a temperatura de 25°C e mantidas sob luz branca constante.

O efeito das disponibilidades hídricas do substrato e dos teores de água das sementes foi avaliado por meio das seguintes determinações: *primeira contagem* - realizada no quinto dia após a semeadura, procedendo-se à contagem de plântulas normais e os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009); *germinação* - avaliada no sétimo dia após a semeadura, procedendo-se a contagem de plântulas normais (Brasil, 2009); *comprimento de*

plântulas - realizado após a última contagem de germinação, medindo-se o comprimento de parte aérea e da raiz primária de dez plântulas tomadas ao acaso, com auxílio de régua graduada em centímetros e os resultados foram expressos em mm plântula⁻¹; *massa seca total de plântulas* - 10 plântulas utilizadas para a determinação do crescimento foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada com temperatura média de 65 ± 3°C, até atingir massa constante e foram determinadas as massas das mesmas em balança analítica com precisão de 0,001 gramas. Os resultados foram expressos em mg plântula⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 3 (disponibilidades hídricas do substrato x teores de água das sementes), com quatro repetições de 50 sementes cada. Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos, os resultados foram submetidos à análise de regressão, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

Resultados e Discussão

Houve influência significativa das disponibilidades hídricas e dos teores de água das sementes sobre a germinação e o crescimento de plântulas de canola. Para a primeira contagem, observou-se elevado ajuste de regressão quadrática, sendo que as sementes com os três teores de água estudados apresentaram germinação acima de 80% quando semeadas diretamente em substrato umedecido com água (Figura 1).

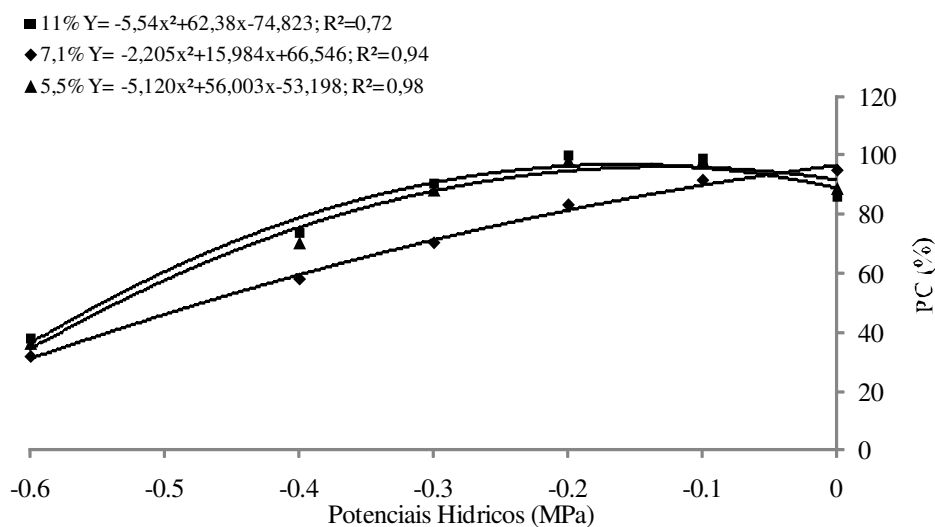


Figura 1. Primeira contagem (PC%) de sementes de canola com diferentes teores de água sob a influência de diferentes disponibilidades hídricas do substrato.

Entretanto, conforme ocorreu à redução das disponibilidades hídricas evidenciou-se a sensibilidade das sementes com 7,1% de teor de água, enquanto que as sementes com 11,0% e 5,5% de teor de água semeadas em substrato com disponibilidades hídricas entre -0,1 e -0,2 MPa apresentaram um incremento médio da germinação na primeira contagem, sendo observado 100% e 98%, respectivamente. A partir do potencial hídrico de -0,3 MPa iniciou-se redução gradativa da formação de plântulas normais de canola. Possivelmente, o estresse hídrico moderado entre -0,1 e -0,2 MPa estimulou a germinação das sementes com os teores de água de 11,0% e 5,5%. Embora o aumento das concentrações das soluções osmóticas causasse prejuízos na formação de plântulas normais na primeira contagem, mesmo sob potencial de -0,6

MPa não houve a nulidade da germinação das sementes, obtendo-se resultado médio de 35%. Ávila et al. (2007) estudando o efeito do estresse hídrico induzido com manitol em sementes de canola também encontraram redução na germinação e concluíram que a diminuição do potencial hídrico do substrato reduziu significativamente a germinação das sementes e o desempenho das plântulas.

Resultados semelhantes foram encontrados para a porcentagem final de germinação, evidenciando a sensibilidade das sementes com 7,1% de teor de água na presença de restrição hídrica, assim como a redução das disponibilidades hídricas prejudicaram a germinação das sementes, principalmente a partir do potencial hídrico de -0,3 MPa (Figura 2).

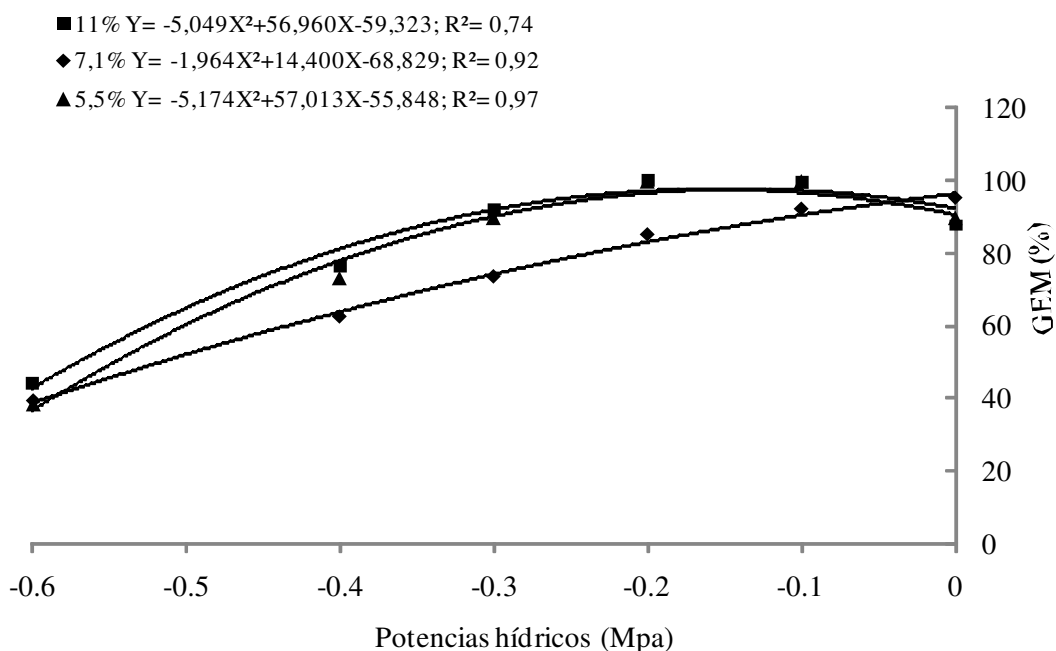


Figura 2. Porcentagem de germinação (GER) de sementes de canola com diferentes teores de água sob a influência de diferentes disponibilidades hídricas do substrato.

Masetto et al. (2011) também observaram a redução do potencial fisiológico de sementes de crame mediante o estresse hídrico simulado com PEG. Sementes com 7,0% e 12,8% germinaram menos (64,5% e 71,0%, respectivamente) do que as sementes com teores de água mais elevados, que apresentaram mais de 75% de germinação, e os autores concluíram que a germinação foi mais influenciada pelo teor de água das sementes do que pela disponibilidade hídrica do substrato.

Entretanto, para as sementes de canola os resultados indicaram que o teor de água das sementes teve pouca influência na capacidade germinativa (Figura 2), sendo verificado comportamento semelhante das sementes com 5,5 e 11,0% de teor de água, sendo que a redução acentuada da germinação em concentrações mais elevadas de PEG (6000) pode ser atribuída, basicamente, à redução da quantidade de água absorvida pelas sementes. Possivelmente, esses resultados devem-se ao fato da semente de canola

ser oleaginosa, ou seja, os constituintes predominantes são os lipídios, cujo número de pontos de ligação com a água é baixo e a associação se efetua praticamente apenas por pontes de hidrogênio fazendo com que sejam considerados hidrófobos (Marcos Filho, 2005).

Resultados semelhantes foram observados por Forti et al. (2009), que não observaram diferenças na germinação das sementes de feijão com diferentes teores de água em diversas disponibilidades hídricas, nem mesmo no menor potencial hídrico estudado de -0,4 MPa e teor de água da semente de 9%. Campos & Assunção (1990) relataram que a diminuição no vigor de sementes submetidas ao estresse hídrico pode ser conferida à aparente inibição da síntese ou à atividade das enzimas hidrolíticas indispensáveis à germinação, devido ao aumento da concentração das soluções osmóticas. De acordo com Marcos Filho (2005), a organização da estrutura celular e a cadeia de processos bioquímicos anabólicos e catabólicos dependem da presença e da atuação da água. A

redução da disponibilidade provoca diminuição da taxa de difusão de solutos para regiões de marcante metabolismo de desenvolvimento, onde se verifica a atividade enzimática mais intensa.

Observou-se diminuição do comprimento do hipocótilo à medida que os potenciais osmóticos se tornaram mais negativos (Figura 3), sendo o menor comprimento observado no potencial de -0,6 MPa e nas sementes com teor de água de 11,0%. Deste modo, a restrição hídrica influenciou a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos, restringindo o desenvolvimento da plântula, pois segundo Dell'Aquila (1992), a redução no comprimento de plântula se deve às mudanças na turgescência celular, em função da diminuição da síntese de proteína nas condições de estresse hídrico. Kappes et al. (2010), avaliando o desempenho de sementes de milho sob condições diferentes de potencial osmótico, constataram que os menores potenciais hídricos também reduziram o comprimento das plântulas.

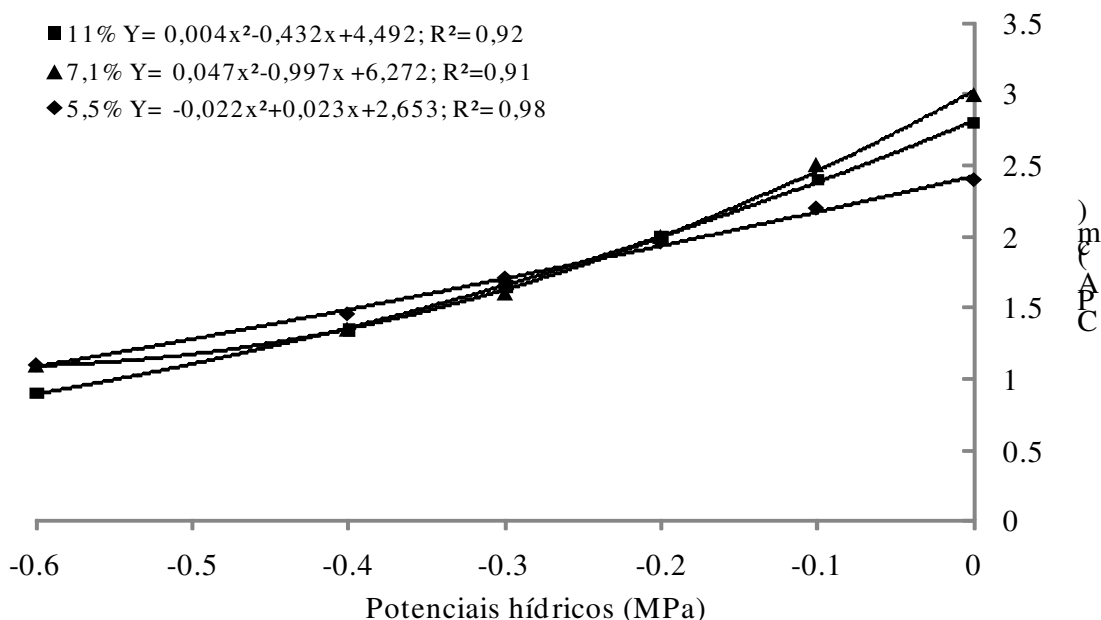


Figura 3. Comprimento de parte aérea (CPA) de plântulas de canola obtidas de sementes com diferentes teores de água sob a influência de diferentes disponibilidades hídricas do substrato.

É importante ressaltar que para a canola, o comprimento de parte aérea foi mais sensível à redução da disponibilidade hídrica do que a germinação, mesmo em sementes com o conteúdo de água mais elevado (11,0%), sendo verificado o

maior desenvolvimento de plântulas normais nas condições de elevada disponibilidade hídrica. Esses resultados corroboram Taiz & Zeiger (2004), ao relatarem que o primeiro efeito mensurável do

estresse hídrico é a diminuição no crescimento, causada pela redução da expansão celular.

Houve um incremento no crescimento radicular para as sementes com teores de água de 11,0% e 5,5%, entre os potenciais de -0,1 a -0,3 MPa, (Figura 4). Entretanto, sementes com 7,1% de

teor de água apresentaram redução gradativa conforme a disponibilidade hídrica foi diminuída. A partir de -0,4 a -0,6 MPa, o comprimento radicular foi acentuadamente reduzido, configurando este último o potencial hídrico de maior efeito negativo para esta característica (Figura 4).

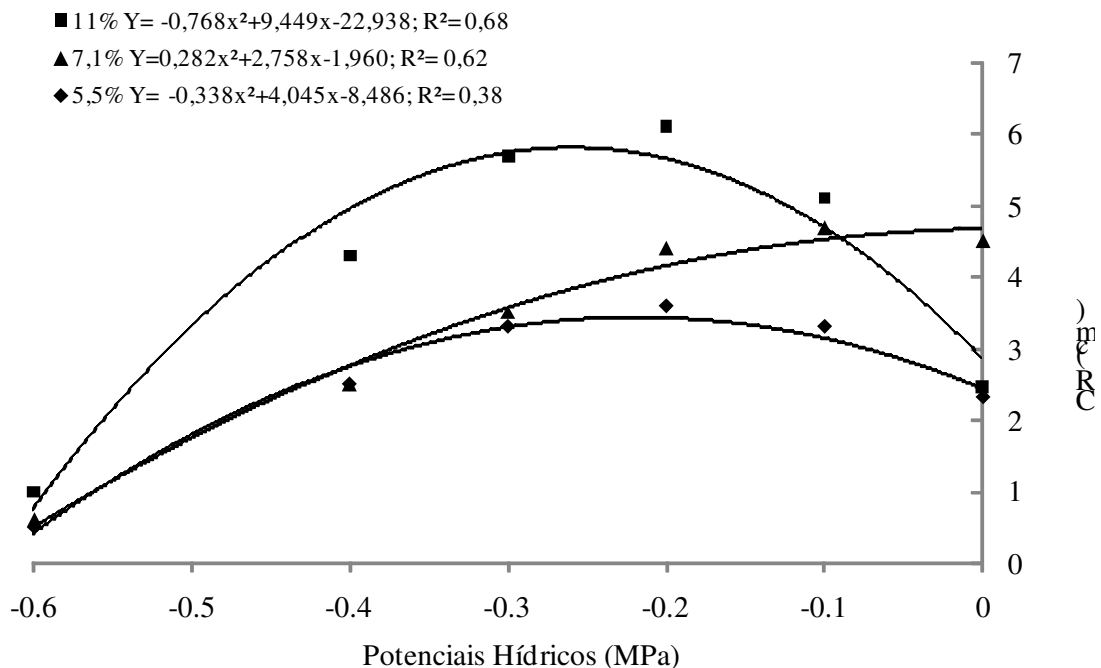


Figura 4. Comprimento da raiz primária (CR) das plântulas de canola obtidas de sementes com diferentes teores de água sob a influência de diferentes disponibilidades hídricas do substrato.

Vale ressaltar que o aumento do crescimento radicular das plântulas de canola submetidas aos potenciais hídricos de -0,2 e -0,3 MPa pode ser devido ao fato de que plantas submetidas ao estresse hídrico apresentam maior desenvolvimento do sistema radicular, o que pode favorecer a absorção de água em maiores profundidades (Taiz & Zeiger, 2004). Portanto, verificou-se maior crescimento do sistema radicular em relação ao da parte aérea no potencial de -0,1 MPa até o potencial hídrico de -0,4MPa. Este fato sugere que, nas fases subsequentes à germinação, plântulas de canola sujeitas ao estresse hídrico apresentam maior crescimento de raízes em detrimento à parte aérea, e plantas que se desenvolvem sob disponibilidade

hídrica adequada apresentam maior desenvolvimento da parte aérea.

Para as sementes com os teores de água de 11,0% e 7,1%, verificou-se que houve um incremento de massa seca de plântulas entre os potenciais de -0,1 a -0,2 MPa (Figura 5). Todavia, embora fosse detectada pequena variação, verificou-se que sementes com 5,5% de teor de água apresentaram redução gradativa de massa seca, conforme a diminuição do gradiente osmótico, sugerindo que sementes com baixo teor de água são mais prejudicadas em condições de estresse hídrico, evidenciado pela redução de translocação de reservas.

■ 11% $Y = -0,002x^2 + 0,024x - 0,021$; $R^2 = 0,87$

◆ 7,1% $Y = -0,002x^2 + 0,026x - 0,020$; $R^2 = 0,81$

▲ 5,5% $Y = -0,0005x^2 + 0,005x + 0,039$; $R^2 = 0,53$

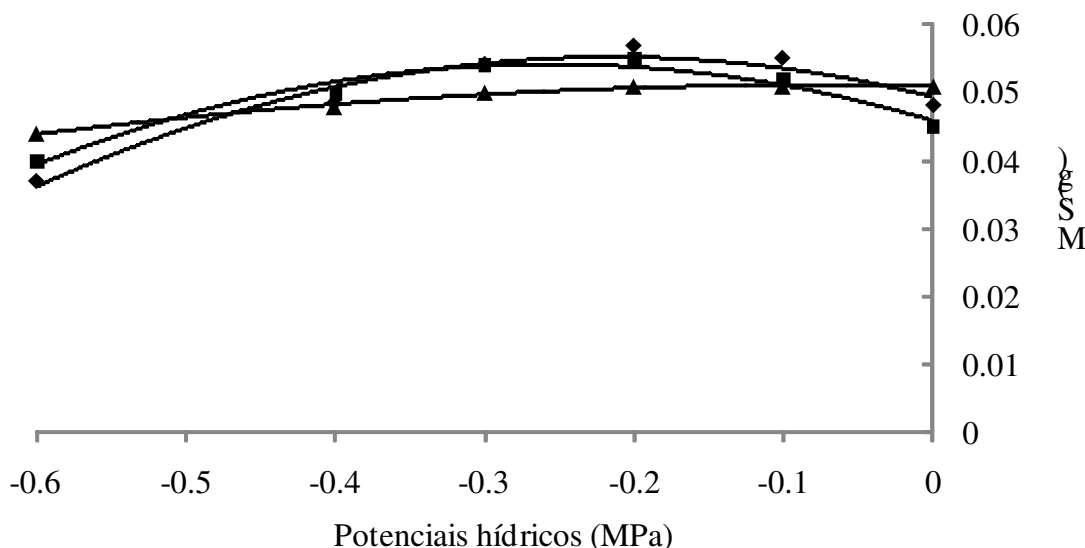


Figura 5. Massa seca (MS) de plântulas de canola obtidas de sementes com diferentes teores de água sob a influência de diferentes disponibilidades hídricas do substrato.

Os resultados obtidos permitem inferir que o potencial hídrico de -0,2 MPa permitiu melhor discriminação do desempenho das sementes com os teores de água testados, sendo que a partir deste ponto, houve uma sutil redução na massa seca das plântulas, independente do teor de água das sementes. Vale ressaltar, que dentre os parâmetros avaliados, a massa seca foi a característica menos influenciada pelos potenciais hídricos testados.

Independente do teor de água das sementes e diante da redução das disponibilidades hídricas, ocorreu a translocação de reservas para o eixo embrionário e a continuação do crescimento das plântulas, conferindo o comportamento de tolerância ao estresse hídrico nas fases iniciais da germinação das sementes. Chaves et al. (2003) relataram que uma das principais estratégias de sobrevivência de plantas anuais sujeitas ao déficit hídrico é aumentar a distribuição de assimilados, como tentativa de compensar o ciclo de vida curto elevando a taxa de crescimento. Entretanto, os resultados obtidos evidenciam a necessidade de um nível de hidratação adequado das sementes de canola durante a fase de embebição que permita a retomada dos processos metabólicos.

Conclusões

A redução da disponibilidade hídrica do substrato a partir de -0,2 MPa prejudica a germinação e o vigor das sementes de canola. Os teores de água das sementes de 5,5, 7,1 e 11,0% não influenciam o processo de germinação das sementes. O crescimento de parte aérea é mais sensível que o crescimento radicular das plântulas em condições de restrição hídrica.

Referências

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influencia do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n.1, p.98-106, 2007.

BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agricola**, v.58, n.1, p.43-49, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e



- Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- CAMPOS, I.S.; ASSUNÇÃO, M.V. Efeitos do cloreto de sódio na germinação e vigor de plântulas de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.6, p.837-843, 1990.
- CARNEIRO, M.M.L.C.; DEUNER, S.; OLIVEIRA, P.V.; TEIXEIRA, S.B.; SOUSA, C.P.; BACARIN, M.A.; MORAES, D.M. Atividade antioxidante e viabilidade de sementes de girassol após estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes** v.33,n.4, p.752-761, 2011.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira. Brasília, DF, 2011 disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_12_08_10_58_12_08.pdf>. Acesso em: 01jan.2011.
- CHAVES, M.M.; MAROCO, J.P.; PEREIRA, J.S. Understanding plant responses to drought: from genes to the role plant. **Functional Plant Biology**, v.30, 239-264, 2003.
- DANTAS, C.V.S; SILVA, B; PEREIRA, G.M; MAIA, J.M; LIMA, J.P.M.S; MACEDO, C.E.C. Influência da sanidade e déficit hídrico na germinação de sementes de *Carthamus tinctorius* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3 p.574-582, 2011.
- DELL'AQUILA, A. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under the osmotic stress of polyethylene glycol. **Annals of Botany**, v. 69, n. 2, p. 167-171, 1992.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR**. Sistema para análise de variância. Lavras: UFL/DEX, 2000, CD-ROM.
- FORTI, V.A.; CICERO, S.M.; PINTO, T.L.F. Efeitos de potenciais hídricos do substrato e teores de água das sementes na germinação de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.63-70, 2009.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group II: The contribution to the Fourth Assessment. Disponível em: <http://www.ipcc-wg2.gov/index.html>. Acesso em: 12 jun 2011.
- KAPPES, C.; COSTA, A. J. A.; IWAMOTO, H. K.; FERREIRA, J. P.; ARF, M. V. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.2, p.125-134, 2010
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2005.495p.
- MASETTO, T.E.; QUADROS, J.B.; RIBEIRO, D.M.; REZENDE, R.K.S.; SCALON, S.P.Q. Potencial hídrico do substrato e teor de água das sementes na germinação do crame. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3 p.511-519, 2011.
- MEDEIROS FILHO, S.; CARVALHO, L.F.; TEÓFILO, E.M.; ROSSETI, A.G. Efeito do osmocondicionamento no vigor de sementes de sorgo. **Revista Ciência Agrônômica**, v.31, n.1/2, p.33-42, 2000.
- MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. **The osmotic potential of polyethylene glycol 6000**. Plant Physiology, Bethesda. v.51, p.914-916. 1973.
- NEUMANN, P. M. The role of cell wall adjustment in plant resistance to water deficits. **Crop Science Society of America**. vol. 35, n.5, pages 1258-1266, 1995.
- SMITH, P.T.; COBB, B.G. Accelerated germination of pepper seed by priming with salt solutions and water. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.4, p.417-419, 1991.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004, 719 p.
- TOMM, G. O.; GARRAFA, M.; BENETTI, V.; WOLBOLT, A. A.; FIGER, E. **Efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho de genótipos de canola em Três de Maio, RS**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 11 p. (Circular Técnica, 17).
- TOMM, G. O.; TRENNEPOHL, J.; BONI, A.; PESSATO, J. C.; MORRIS, H.; TATSCH, R. A. **Desempenho de genótipos de canola no Mato Grosso do Sul, 2006**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 18 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 40).
- TOMM, G. O.; RAPOSO, R. W. C.; SOUZA, T. A. F.; OLIVEIRA, J. T. L.; RAPOSO, E. H. S.; SILVA



NETO, C. P.; BRITO, A. C.; NASCIMENTO, R. S.; RAPOSO, A. W. S.; SOUZA, C. F. **Desempenho de genótipos de canola (*Brassica napus* L.) no Nordeste do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 15 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 65).

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.