

Desempenho de sementes de soja sob deficiência hídrica: rendimento e qualidade fisiológica da geração F1

Performance of soybean seeds under water stress: yield and physiological quality of F1 generation

Lizandro Ciciliano Tavares¹ Cassyo de Araújo Rufino¹ André Pich Brunet^{1*}
Lilian Madruga de Tunes¹ Antonio Carlos Souza Albuquerque Barros¹
Silmar Teichert Peske¹

RESUMO

O vigor das sementes interfere significativamente na tolerância à deficiência hídrica e no rendimento de sementes. Assim, o objetivo no presente trabalho foi avaliar a influência da deficiência hídrica sobre o rendimento e a qualidade fisiológica das sementes de soja produzidas na geração F1. O trabalho foi desenvolvido utilizando-se sementes de soja da cultivar M-SOY 8008 RR, semeadas em vasos com capacidade de 15 kg de solo, coletado do horizonte A1 de um Planossolo Háplico Eutrófico solódico, em casa de vegetação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, sendo os fatores sem e com deficiência hídrica do 1^o ao 10^o dia após a emergência e nível de vigor das sementes (alto e baixo), totalizando quatro tratamentos, com cinco repetições. As variáveis analisadas foram a fitomassa seca da parte aérea e a área foliar aos 10, 20, 30 e 40 dias após a emergência, rendimento e qualidade fisiológica através dos testes de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e massa de mil sementes na geração F1. A utilização de sementes de alto vigor proporciona acréscimos superiores a 15% no rendimento, em relação ao uso das sementes de baixo vigor. A deficiência hídrica do 1^o ao 10^o dia após a emergência não interfere no rendimento e na qualidade fisiológica de sementes da geração F1, tanto daquelas de alto como de baixo vigor.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, crescimento inicial, germinação, produtividade, vigor.

ABSTRACT

Seed vigor interferes significantly in tolerance to water deficit and seed yield. The objective of this study was to evaluate the influence of water stress on yield and physiological quality of seeds produced in the F1 generation. The study was conducted in a greenhouse using seeds of the cultivar M-SOY 8008RR, sown in pots with capacity of 15kg of soil A1 horizon of a Eutrophic Haplic Planosol Solodicin. The experimental design

was completely randomized in a 2x2 factorial, with and without water deficit of 1st to 10th day after emergence and seed vigor level: high and low, totaling four treatments with five replicates. The variables analyzed were dry mass of shoots and leaf area at 10, 20, 30 and 40 days after emergence, yield and physiological quality through germination, first count, accelerated aging and weight of a thousand seeds of seeds in the F1 generation. The use of seed provides high force increases over 15% yield with respect to the use of low seed vigor. Water deficit from the 1st to the 10th day after emergence does not interfere in the yield and seed quality of the F1 generation, either for seeds of high and low vigor.

Key words: *Glycine max* (L.) Merrill, early growth, germination, yield.

INTRODUÇÃO

As frequentes estiagens no Sul do Brasil causam grandes prejuízos à agricultura, pois a chuva é a principal fonte de água para as culturas, no entanto, a maior incidência de deficiência hídrica ocorre no período de verão, afetando as culturas de grande importância quanto à área cultivada e produção, a exemplo da soja e milho. A deficiência hídrica pela estiagem é caracterizada por transpiração de água, que excede a taxa de absorção e, dessa forma, atua diretamente nas relações hídricas das plantas (COSTA et al., 2008), em que os danos causados a elas dependem da intensidade, período de exposição e estágio de desenvolvimento, os quais podem ser mais ou menos intensos.

Em um período entre 20 e 30 anos, dados de 40 estações meteorológicas no Rio Grande do Sul

¹Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), 96001-970, Capão do Leão, RS, Brasil. E-mail: beldar_brunet@msn.com. *Autor para correspondência.

foram observados e verificou-se que a disponibilidade hídrica é uma variável que limita a expressão do potencial de rendimento da cultura da soja, independentemente do ciclo, da cultivar, da época de semeadura e do local (CUNHA et al., 1998), uma vez que a redução da água disponível no solo, para a planta, influencia negativamente no seu crescimento e desenvolvimento (SINCLAIR & LUDLOW, 1986). Nesse sentido, é importante também analisar as respostas da planta e seus mecanismos de defesa à deficiência hídrica no solo (LEVIT, 1980).

O sucesso de uma lavoura é influenciado, diretamente, pela alta qualidade da semente, a qual contribui para que altas produtividades sejam alcançadas, enquanto que sementes de baixa qualidade comprometem a obtenção de um estande de plantas adequado, influenciando diretamente na produtividade de uma lavoura (KRZYZANOWSKI & FRANÇA NETO, 2003). Além disso, sementes mais vigorosas são mais resistentes às condições de menor disponibilidade hídrica, favorecendo o estabelecimento da população no campo (TEKRONY & EGLI, 1991).

Os lotes de sementes de soja de alto vigor originaram plantas mais vigorosas e, conseqüentemente, proporcionaram maiores produtividades, com maior altura até os 75 dias após a semeadura (SCHEEREN et al., 2010). O vigor das sementes também exerceu efeitos diretos no crescimento inicial de plantas de milho (DIAS et al., 2010) e, além disso, quando em competição maximizada por recursos (água e nutrientes, por exemplo) influenciou diretamente na produtividade de grãos.

Nesse contexto, o objetivo no presente trabalho foi avaliar a influência da deficiência hídrica sobre o rendimento e a qualidade fisiológica das sementes produzidas na geração F1.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Pelotas, na safra agrícola 2009/2010, utilizando-se sementes de soja da cultivar M-SOY 8008 RR, as quais foram tratadas com inoculante Gelfix 5[®], na dose de 200 mL 100 kg⁻¹, e fungicida marca comercial Maxim - XL, na dose de 100 ml L⁻¹ 100 kg⁻¹ de sementes e semeadas em vasos com capacidade de 15 litros, preenchidos com solo peneirado e coletado do horizonte A1 de um Planossolo Háplico Eutrófico solódico (EMBRAPA, 2006), pertencente à Unidade de Mapeamento Pelotas. A adubação e a calagem foram realizadas

de acordo com a Comissão de Fertilidade e Química do Solo – RS/SC (2004), incorporando os nutrientes ao solo aos sete e sessenta dias antes da semeadura, respectivamente.

A determinação dos lotes de alto e baixo vigor ocorreu semeando-se 10 sementes por vaso, para posterior desbaste, retirando-se as plântulas mais precoces e tardias nos lotes de baixo e alto vigor, com o propósito de utilizar as plântulas emergidas no dia de maior frequência para cada um dos níveis de vigor, deixando, ao final, quatro plântulas por vaso, cujo número foi atingido, aproximadamente, aos cinco e sete dias após a semeadura, para sementes de alto e baixo vigor, respectivamente.

Os tratamentos constaram da combinação de dois períodos de deficiência hídrica e dois níveis de vigor das sementes, sendo os períodos de deficiência compostos pela testemunha (sem deficiência) e com deficiência hídrica do 1^o ao 10^o dia após a emergência. As deficiências hídricas foram obtidas pela ausência de irrigação em cada período determinado e os níveis de vigor estudados foram alto e baixo, totalizando quatro tratamentos, com cinco repetições. As restrições hídricas utilizadas foram aplicadas sete dias após a emergência, quando as plântulas provenientes de sementes de baixo vigor encontravam-se no estágio VE (emergência), segundo a escala de FEHR & CAVINESS (1977), cabendo ressaltar que, antes e após os períodos de deficiência hídrica, as unidades experimentais foram irrigadas diariamente.

As avaliações do efeito da qualidade fisiológica, combinadas à deficiência hídrica, sobre o crescimento inicial foram realizadas em plantas isoladas, cortadas em nível do solo, sendo realizadas as seguintes avaliações: área foliar (AF) e fitomassa seca (FS) aos 10, 20, 30 e 40 dias após a emergência, permanecendo: três, duas e uma planta por vaso, respectivamente. A área foliar foi avaliada utilizando determinador fotoelétrico (Area Meter, modelo LI-3100 da Li-cor Ltda.) e os resultados expressos em centímetros quadrados.

A fitomassa seca da parte aérea foi determinada pelo método de estufa a 60°C, durante um período de 72 horas para posterior pesagem em balança analítica de precisão centesimal (NAKAGAWA, 1999).

A colheita das sementes ocorreu quando as plantas estavam em plena maturação (estádio R8), com 95% das vagens com coloração “marrom”; o rendimento de sementes por planta (RSP) foi determinado pela pesagem do número de sementes resultantes, ajustando-se o peso ao teor de água de 13% e ao peso de mil sementes (PMS), segundo a

metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), enquanto o número de sementes por planta (NSP) foi determinado por contagem manual.

Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes produzidas da geração F1, foram realizados os seguintes testes: germinação (G) - realizado com quatro repetições de 50 sementes para cada nível de vigor, distribuídas em substrato papel germitest, previamente umedecido com água destilada, utilizando-se a quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca e colocadas em germinador à temperatura constante, a 25°C. As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e a contagem realizada no oitavo dia após a semeadura; primeira contagem de germinação (PCG) - conduzida em conjunto com o teste de germinação e avaliada no quinto dia após a semeadura; envelhecimento acelerado (EA) - as sementes foram distribuídas em camada única e uniforme sobre telas de inox e colocadas em caixas tampadas (11x11x3,5 cm), com 40 mL de água desionizada e mantidas em câmara de germinação a 41°C, por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Posteriormente, quatro repetições de 50 sementes foram colocadas em estufa a 105±3° C, durante 24 horas, para determinação do teor de água e quatro repetições de 50 sementes, submetidas ao teste de germinação (substrato papel), sendo a avaliação realizada no quinto dia após a semeadura e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais; peso de mil sementes (PMS): determinado pela contagem ao acaso de oito subamostras de 100 sementes, as quais foram pesadas, sendo os valores expressos em gramas, conforme BRASIL (2009).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, sendo os dados de fitomassa seca e área foliar submetidos à análise de variância e ajustados por polinômios ortogonais, empregando a equação com melhor ajuste. As médias foram comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade e, na presença de interação significativa, procederam-se os desdobramentos: na execução das análises estatísticas, foi utilizado o programa estatístico Winstat Versão 2.0 (MACHADO & CONCEIÇÃO, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da figura 1A, verifica-se que a fitomassa seca das plantas até os 40 dias após a emergência foi afetada pela deficiência hídrica, sendo o incremento de massa seca inferior ao observado em

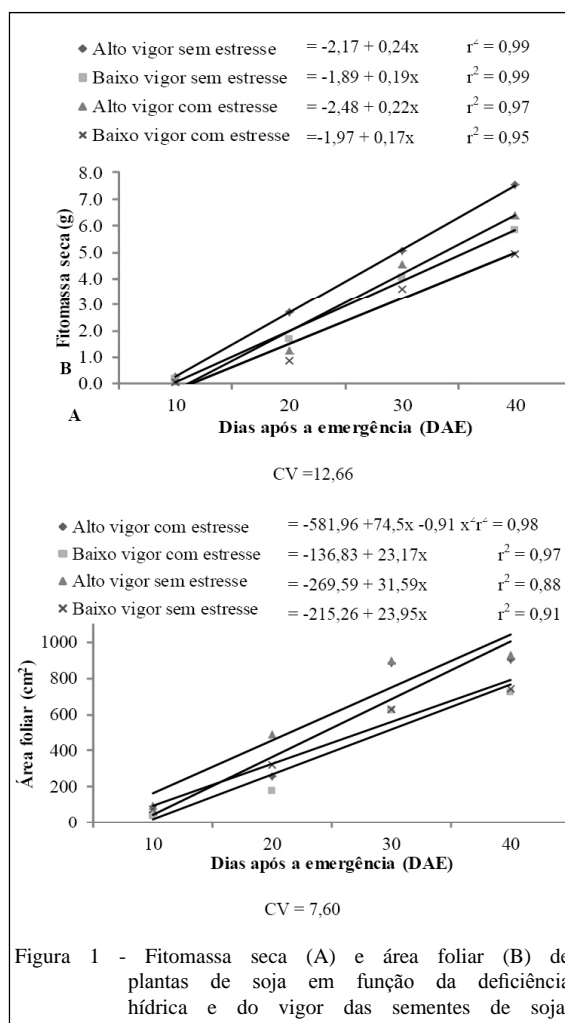


Figura 1 - Fitomassa seca (A) e área foliar (B) de plantas de soja em função da deficiência hídrica e do vigor das sementes de soja.

condições normais (sem deficiência hídrica), tanto em plantas originadas de sementes de alto como de baixo vigor, com redução menos drástica para as plântulas originadas de sementes de alto vigor, provavelmente, devido a um sistema radicular mais desenvolvido, resultando em uma maior absorção de água em condições em que esta se encontrava menos disponível. Resultados semelhantes foram observados em aveia branca (MACHADO & SCHUCH, 2004) e arroz (HÖFS et al., 2004), pois a ocorrência de deficiência hídrica severa, na fase vegetativa, pode comprometer o rendimento de grãos, devido ao menor desenvolvimento vegetativo da planta (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005). Em plantas de soja originadas de sementes de maior qualidade fisiológica, constataram-se maiores taxas de crescimento aos 30 dias após a emergência (KOLCHINSKI et al., 2006).

A cultura da soja necessita de irrigação em todas as regiões climáticas do Rio Grande do Sul em

qualquer época de semeadura, para todos os grupos de maturação em todos os subperíodos (MOTA et al., 1996). No entanto, apesar de, na presente pesquisa, a deficiência hídrica do primeiro ao décimo dia após a emergência ter reduzido o crescimento de fitomassa seca e área foliar até os 40 DAE das plantas cultivadas, os dados obtidos demonstraram que o rendimento e a qualidade fisiológica das sementes produzidas não foram afetados.

O comportamento dos dados referentes à área foliar (Figura 1B) foi linear crescente em ambos os níveis de vigor, nos tratamentos sem e com deficiência hídrica, de forma a se observar que as plantas provenientes de sementes de alto vigor expressaram desempenho superior ao daquelas de baixo vigor até os 40 DAE. As plantas originadas de sementes de baixo vigor, em condições de deficiência hídrica, tiveram um incremento em sua área foliar na ordem de 23,17 cm² por DAE, enquanto que, em condições normais, o incremento de área foliar foi 0,78 cm² superior por DAE. Na condição de restrição hídrica, a área foliar das plantas oriundas de sementes de alto vigor aos 40 DAE foi cerca de 152 cm² superior a das plantas oriundas de sementes de baixo vigor.

No tocante à figura 2A, observa-se que sementes de alto vigor originaram plantas com maior número de sementes, quando comparadas às de baixo vigor, na presença e ausência de deficiência hídrica, sendo esse incremento próximo de 25%. Quanto ao rendimento de sementes (Figura 2B), constatou-se aumento positivo do nível de vigor, cujas plantas oriundas de sementes de alto vigor obtiveram um acréscimo de 20 e 15% no rendimento de sementes, quando não foram submetidas à deficiência hídrica e quando sofreram por causa dela, respectivamente. A ocorrência de deficiência hídrica severa, na fase vegetativa, pode comprometer o rendimento de grãos, devido ao menor desenvolvimento vegetativo da planta (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005). Entretanto, na presente pesquisa, o período em que se estabeleceu a deficiência hídrica (1 a 10 DAE) não provocou redução significativa no número e rendimento de sementes por planta, tanto naquelas oriundas de sementes de alto como de baixo vigor. Os períodos de estresse hídrico durante o estabelecimento inicial da cultura reduzem o crescimento das plantas, entretanto, desde que as condições de irrigação sejam normalizadas, o rendimento de sementes não é afetado. Diversos autores atribuíram os períodos entre R3 (início da formação de legumes) e R5 (início do enchimento de grãos) como os mais críticos para a cultura da soja,

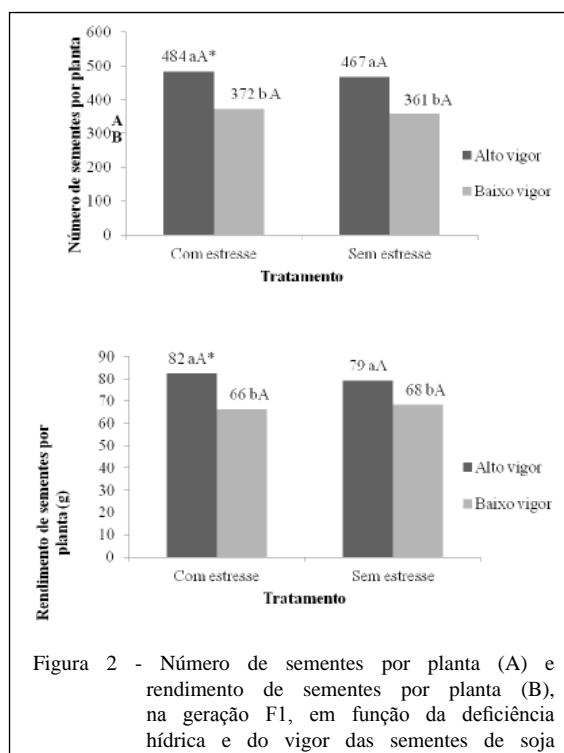


Figura 2 - Número de sementes por planta (A) e rendimento de sementes por planta (B), na geração F1, em função da deficiência hídrica e do vigor das sementes de soja

quanto à deficiência hídrica (SIONIT & KRAMER, 1977; RASSINI & LIN, 1981; RAMBO et al., 2002).

A indução da deficiência hídrica no estabelecimento inicial da cultura da soja também não afetou a qualidade fisiológica das sementes na geração F1, a qual foi avaliada pelos testes de germinação e primeira contagem (Figuras 3A e B). O nível de vigor inicial das sementes não influenciou na qualidade fisiológica destas, produzidas na geração F1, quando foram submetidas à deficiência hídrica na fase inicial. A deficiência hídrica e o fotoperíodo afetam diretamente o desenvolvimento e a produtividade da soja, devendo esses fatores ser considerados na definição da época de semeadura (FIETZ & RANGEL, 2008).

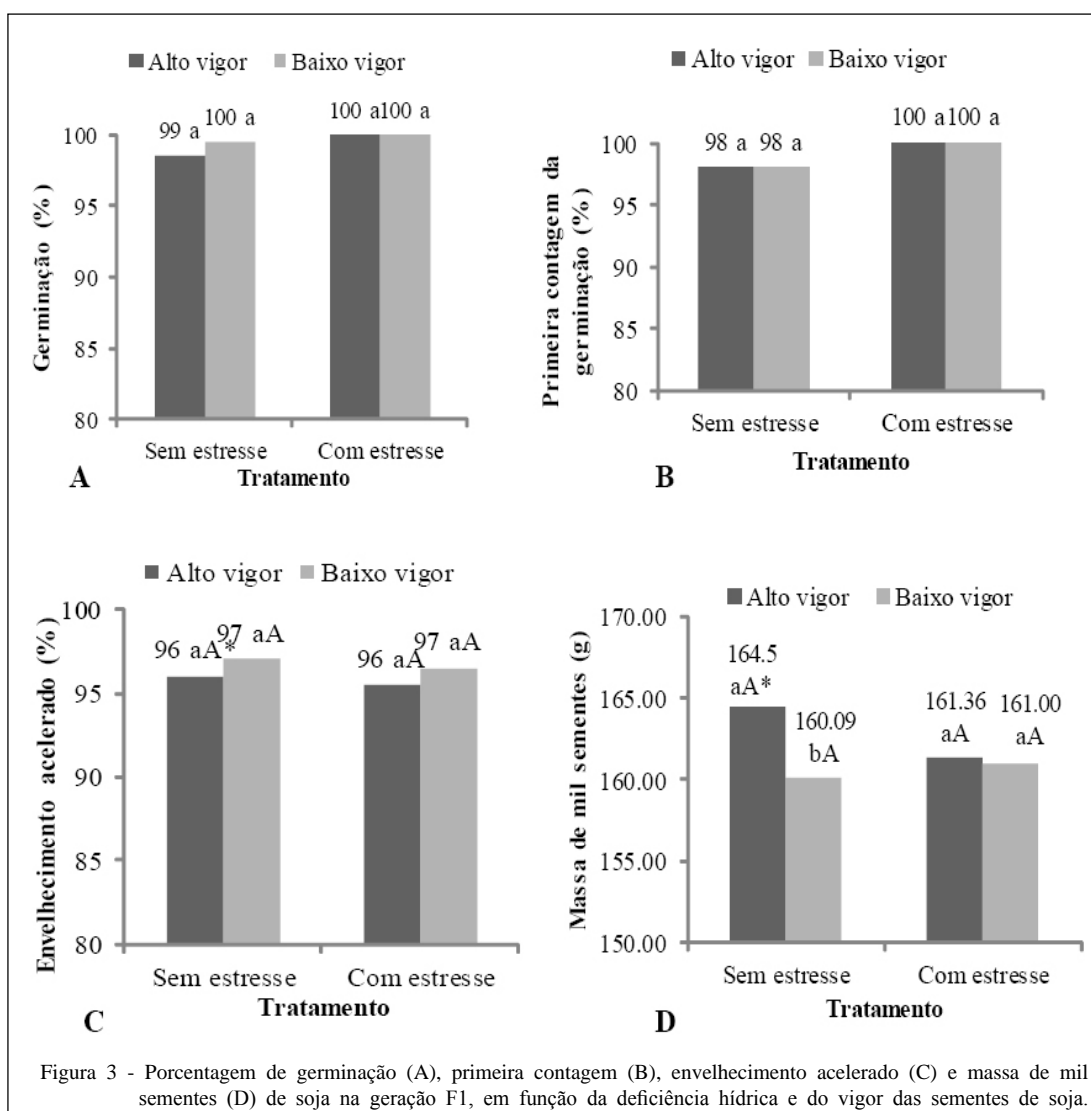
Provavelmente, a deficiência hídrica não tenha prejudicado a qualidade fisiológica das sementes produzidas, em virtude do período de estresse ter sido nos estádios iniciais do estabelecimento da cultura e devido às plantas de soja terem alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes do rendimento.

No que diz respeito ao envelhecimento acelerado, constatou-se que a qualidade fisiológica inicial das sementes não influenciou no vigor das que foram produzidas na geração F1, confirmando o ocorrido no

teste de primeira contagem de germinação (Figura 3C). Em relação à deficiência hídrica, constatou-se que não ocorreu diferença significativa no vigor das sementes produzidas, reforçando o que foi constatado anteriormente.

A massa de mil sementes produzida na geração F1 não diferiu significativamente em resposta ao vigor inicial, discordando dos resultados obtidos em estudo semelhante com plantas isoladas de soja, para as quais se verificou que as sementes de alta qualidade fisiológica originaram plantas que produziram sementes mais pesadas (massa de mil sementes) (SCHUCH et al., 2009; SCHEEREN et al., 2010). Neste trabalho, a deficiência hídrica no período inicial não diferiu significativamente em relação à massa de mil sementes em ambos os níveis de vigor estudados (Figura 3D).

A utilização de sementes de alta qualidade fisiológica proporcionou menores perdas na fitomassa seca e na área foliar das plantas até 40 DAE, em relação às sementes de menor vigor, influenciando significativamente o número de sementes e rendimento em condições de deficiência hídrica. Para as sementes de alta qualidade fisiológica, constatou-se maior capacidade de superar as condições adversas (deficiência hídrica) no estabelecimento inicial da cultura da soja, proporcionando ganhos significativos no rendimento de sementes. Entretanto, verificou-se que não ocorreu efeito significativo do vigor na qualidade fisiológica das sementes produzidas na geração F1, provavelmente, devido à menor produção de sementes pelas plantas oriundas de sementes de menor vigor.



CONCLUSÃO

A utilização de sementes de alto vigor proporciona acréscimos superiores a 15% no rendimento de sementes de soja, e o déficit hídrico do primeiro ao décimo dia após a emergência não interfere no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes de soja de alto e baixo vigor da cultivar M-SOY 8008 RR na geração F1.

REFERÊNCIAS

- 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.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/ SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 2004. 400p.
- COSTA, R.C.L. et al. Biochemical and physiological responses in two *Vigna unguiculata* (L.) Walp. cultivars under water stress. **Journal of Agronomy**, New York, v.7, n.1, p.98-101, 2008. Disponível em: <<http://scialert.net/qredirect.php?doi=ja.2008.98.101&linkid=pdf>>. Acesso em: 07 set. 2011. doi: 10.3923/ja.2008.98.101.
- CUNHA, G.R. et al. Perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Sete Lagoas, v.6, n.1, p.111-119, 1998.
- DIAS, M.A.N. et al. Vigor de sementes de milho associado a mato-competição. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.32, n.2, p.93-101, 2010. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222010000200011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 07 set. 2011. doi: 10.1590/S0101-31222010000200011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special report, 80).
- FIETZ, C.R.; RANGEL, M.A.S. Épocas de semeadura da soja para a região de Dourados - MS, com base na deficiência hídrica e no fotoperíodo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.666-672, 2008. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162008000400006&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 08 set. 2011. doi: 10.1590/S0100-69162008000400006.
- HÖFS, A. et al. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.1, p.92-97, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222004000100014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 08 set. 2011. doi: 10.1590/S0101-31222004000100014.
- KOLCHINSKI, E.M. et al. Crescimento inicial de soja em função do vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrobiologia**, Pelotas, v.12, n.2, p.163-166, 2006. Disponível em:<<http://www.ufpel.tche.br/faem/agrobiologia/v12n2/artigo07.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2012.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Agregando valor à semente de soja. **Seed News**, Pelotas, v.7, n.5, 2003. Disponível em:<<http://www.seednews.inf.br/portugues/seed75/artigocapa75.shtml>>. Acesso em: 18 ago. 2010.
- LEVIT, J. **Responses of plants to environmental stresses**. II. Water, radiation, salt and the other stress. New York, Academic, 1980. 606p.
- MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **Sistema de análise estatística para Windows**. WinStat. UFPel, 2003. Versão 2.0.
- MACHADO, R.F.; SCHUCH, L.O.B. Produção de forragem e de sementes de aveia branca em função do vigor de sementes e populações de plantas. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.9, n.1, p.126-136, 2004.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.3, p.1-24.
- MOTA, F.S. et al. Análise agroclimática da necessidade de irrigação da soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Sete Lagoas, v.4, n.1, p.133-138, 1996.
- MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A.L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e rendimento de grãos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 31p.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C. et al. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2-21.
- RAMBO, L. et al. Rendimento de grãos de soja e seus componentes por estrato do dossel em função do arranjo de plantas e regime hídrico. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.3, n.1-2, p.79-85, 2002.
- RASSINI, J.B.; LIN, S.S. Efeito de períodos de estagens artificiais durante estádios de desenvolvimento da planta no rendimento e qualidade da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.17, n.2, p.225-237, 1981.
- SCHEEREN, B.R. et al. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.32, n.3, p.35-41, 2010. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222010000300004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 08 set. 2011. doi: 10.1590/S0101-31222010000300004.
- SCHUCH, L.O.B. et al. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.31, n.1, p.144-149, 2009. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a16v31n1.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi:10.1590/S0101-31222009000100016.
- SINCLAIR, T.R.; LUDLOW, M.M. Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.13, n.3, p.319-340, 1986. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/paper/PP9860329>>. Acesso em: 08 set. 2011. doi: 10.1071/PP9860329.

SIONIT, N.; KRAMER, P.J. Effect of water estress during different stages of growth of soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, n.2, p.274-278, 1977.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v.31, n.3, p.816-822, 1991.