

EFEITO DA IRRIGAÇÃO NO DESEMPENHO FISIOLÓGICO E NA ATIVIDADE RESPIRATÓRIA DE SEMENTES DE SOJA

Felipe Koch¹, Tiago Pedó², Emanuela Garbin Martinazzo³, Tiago Zanatta Aumonde⁴, Francisco Amaral Villela⁴

1. Pós-Graduando em PPG Ciência e Tecnologia de Sementes, Bolsista CNPq, DFT., Universidade Federal de Pelotas (felipe.koch@hotmail.com) Pelotas-Brasil
2. Pós-Graduando em PPG Ciência e Tecnologia de Sementes, Bolsista CAPES, DFT., Universidade Federal de Pelotas
3. Pós-Doutoranda em Fisiologia Vegetal, Bolsista PNPd-CAPES, Universidade Federal de Pelotas
4. Professor Dr., do PPG Ciência e Tecnologia de Sementes, DFT., Universidade Federal de Pelotas.

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

O aumento da produtividade das culturas tem exigido sementes de alta qualidade fisiológica para superar as variações ambientais potencialmente desfavoráveis durante o ciclo produtivo. Este trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica e a expressão do vigor de sementes de soja produzidas em sistema de semeadura direta e com irrigação por aspersão. Foram avaliadas sementes produzidas com irrigação e sem irrigação, sendo avaliados a germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca da parte aérea e raiz primária, emergência de plântulas, teste de frio e atividade respiratória. A germinação, a primeira contagem, o índice e velocidade de germinação, resultados dos testes de frio e de atividade respiratória foram superiores em sementes produzidas com irrigação. A expressão do vigor de sementes de soja é influenciada positivamente pela irrigação por aspersão no decorrer do ciclo de desenvolvimento das plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Déficit hídrico, *Glycine max*, respiração, teste de resistência.

EFFECT OF IRRIGATION ON THE PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE AND RESPIRATORY ACTIVITY OF SOYBEAN SEEDS

ABSTRACT

The increased productivity of crops has required high seed physiological quality to overcome the potentially adverse environmental variations during the production cycle. This study aimed to evaluate the physiological quality and vigor expression of soybean seeds produced no tillage and sprinkler irrigation. Were evaluated seeds produced with and without irrigation, being evaluated germination, first count and rate of germination rate, length and dry mass of the part area and primary root, seedling emergence, cold test and respiratory activity. The germination, first count, the rate and speed of germination, results of cold and respiratory activity tests were higher in

seeds produced under irrigation. The expression of the vigor of soybean seeds is positively affected by sprinkler irrigation during the development cycle of plants.

KEYWORDS: Water deficit, *Glycine max*, respiration, stress test.

INTRODUÇÃO

A deficiência hídrica altera o metabolismo vegetal e prejudica a formação de área foliar, reduz a taxa fotossintética (SHAO et al., 2008), modifica a composição química e o desenvolvimento de sementes, podendo resultar na redução de produtividade e no aumento do número de sementes mal formadas (ALBRECHT et al., 2009). Além disso, pode promover a elevação dos níveis de espécies reativas de oxigênio e desencadear o estresse oxidativo (SHAO et al., 2008), refletindo na alteração da expressão e da atividade enzimática (MERTZ et al., 2009) e reduzindo a qualidade fisiológica das sementes (ZIMMER, 2012).

A utilização da irrigação em espécies cultivadas proporciona a obtenção de maior área foliar útil à captação de energia luminosa e acúmulo de carbono, por proporcionar maior produção e melhor distribuição de fotoassimilados entre tecidos vegetativos e reprodutivos (GALBIATTI et al., 2004). É alternativa de escape à deficiência hídrica e possibilita a adequada alocação de carbono e nitrogênio de folhas e caules para as sementes, influenciando características fisiológicas e no vigor de sementes de soja (OYA et al., 2004).

O vigor envolve um conjunto de processos bioquímicos e fisiológicos relacionados à reorganização do sistema de membranas celulares, à hidrólise e à alocação de assimilados em plântula. Pode ser aferido por diferentes testes, incluindo a avaliação do desempenho de plântulas por meio da avaliação do comprimento de órgãos e da matéria seca acumulada (VANZOLINI et al., 2007), pela atividade respiratória (AUMONDE et al., 2012) e pelo teste de frio (ÁVILA et al., 2007).

A avaliação do desempenho fisiológico por meio da utilização conjunta de testes usuais de vigor e da atividade respiratória constitui importante ferramenta para a melhor compreensão do efeito da irrigação por aspersão e da influência da condição de meio ambiente sobre o desempenho fisiológico de sementes de soja. Perante o exposto, o objetivo do trabalho consistiu em avaliar a qualidade fisiológica e expressão do vigor de sementes de soja produzidas com e sem irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram empregadas sementes de soja, cultivar BMX Turbo, produzidas na safra 2011/12 em sistema de semeadura direta, sob sistema de irrigação por aspersão por meio de pivô central e não irrigadas. A irrigação foi realizada buscando atender a demanda hídrica da cultura ao longo do desenvolvimento vegetal e sempre que necessário (PESKE et al., 2012). Foram realizadas as seguintes análises:

Teste de Germinação: realizado em quatro amostras de oito subamostras de 50 sementes, dispostas para germinar em rolos formados por três folhas de papel de germinação, umedecidas com água destilada na quantidade 2,5 vezes a massa seca do papel seco. Os rolos foram transferidos para câmara de germinação tipo B.O.D. a 25 °C e período luminoso de 12h. As avaliações foram efetuadas aos sete dias após

a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, conforme as Regras de Análise para Sementes (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação: conduzida conjuntamente ao teste de germinação, aos quatro dias após a semeadura, conforme as Regras para Análise de Sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais. Índice de velocidade de germinação: obtido a partir de contagens diárias das sementes germinadas (protrusão radicular mínima de 3 a 4 mm). As contagens foram realizadas até a obtenção do número constante de sementes germinadas, sendo o índice calculado de acordo com VIEIRA & CARVALHO (1994).

Comprimento da parte aérea e da raiz primária de plântulas: obtidos a partir de oito amostras de 10 plântulas ao final do teste de germinação. O comprimento de parte aérea foi obtido pela medida da distância entre a inserção da porção basal da raiz primária ao ápice da parte aérea, enquanto, o comprimento de radícula foi determinado pela medida da distância entre a parte apical e basal da raiz primária. Os resultados foram expressos em mm órgão^{-1} .

Massa de matéria seca de parte aérea e das raízes das plântulas: obtida pela aferição da massa de oito amostras de 10 plântulas, ao final do teste de germinação. As plântulas foram acondicionadas em envelopes de papel pardo e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada sob temperatura de 70 °C, por 72 horas. Os resultados foram expressos em miligramas por planta (mg planta^{-1}).

Emergência de plântulas: utilizaram-se 400 sementes por tratamento, distribuídas em amostras de 50 sementes semeadas em bandejas de polietileno, contendo como substrato solo do tipo planossolo. A avaliação foi realizada no vigésimo primeiro dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas.

Teste de frio: realizado em oito amostras de quatro subamostras de 50 sementes dispostas para germinar em rolos formados por três folhas de papel germitest, umedecidas com água destilada em quantidade 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura, os rolos foram mantidos em câmara de germinação do tipo B.O.D. a temperatura de 10°C, pelo período de cinco dias (KRZYŻANOWSKI et al., 1999). Decorrido o tempo, foram transferidas para câmara do tipo B.O.D. sob temperatura de 25°C, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Atividade respiratória: obtida por meio da liberação de CO_2 pelas sementes medido no aparelho de Pettenkofer de acordo com metodologia proposta por MENDES et al. (2009). O cálculo da atividade respiratória foi realizado com base na seguinte equação: $\mathbf{N \times D \times 22}$ (MÜLLER, 1964), sendo: **N** = normalidade do ácido usado (HCl 0,4N); **D** = diferença entre o volume de HCl gasto na titulação da prova em branco e o volume de HCl gasto na titulação da amostra; **22** = normalidade do CO_2 . O resultado foi expresso em quantidade de dióxido de carbono liberado por grama de semente, por hora ($\mu\text{g CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo dois tratamentos (irrigado e não irrigado), com oito repetições. A significância do efeito dos tratamentos foi determinada por meio do Teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de soja na produção sob sistema de irrigação por aspersão apresentaram maior porcentagem de germinação comparativamente às sementes produzidas sem irrigação (Tabela 1). A menor da germinação das sementes na

produção sem irrigação pode ser atribuída à ocorrência de restrição hídrica no período de desenvolvimento das sementes, fato que pode ter afetado a deposição de reservas, a adequada formação de membranas celulares e o estabelecimento de um eficiente sistema enzimático hidrolítico em sementes. Assim, a irrigação até o estágio R8, de acordo com SILVA et al. (2010), proporciona a sementes de soja com melhor qualidade fisiológica.

TABELA 1. Germinação (G), primeira contagem da germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de soja produzidas sob irrigação e não irrigadas.

Sistema de Irrigação	G (%)	PCG (%)	IVG
Irrigadas	98a	98a	43a
Não Irrigadas	84b	75b	32b
CV (%)	1,21	1,11	1,32

Médias seguidas da mesma letra, minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$)

A primeira contagem de germinação e o índice de velocidade de germinação foram superiores em sementes produzidas sob irrigação, demonstrando maior vigor em comparação àquelas produzidas sem irrigação (Tabela 1). Resultados similares foram obtidos por MARCOS FILHO et al., (2009) ao compararem diferentes testes de avaliação do vigor em sementes de soja. De acordo com VANZOLINI et al., (2007), a primeira contagem do teste de germinação é importante para classificar sementes de soja em diferentes categorias de vigor.

Neste sentido, a menor porcentagem de germinação, aferida na primeira contagem, em sementes produzidas sem irrigação, pode ser relacionada à necessidade de maior tempo para reparo de estruturas celulares, a lenta retomada da atividade enzimática e a menor capacidade de remobilização de assimilados (ZIMMER, 2012), sendo estes, reflexos diretos ou indiretos do ambiente de cultivo. Conjuntamente, o maior índice de velocidade de germinação permite inferir que sementes produzidas sob irrigação apresentaram superior número de sementes germinadas por dia comparativamente àqueles produzidos sem irrigação. Além disso, demonstram que a expressão do vigor de sementes produzidas sob tal condição ambiental é favorecida, possivelmente, por possibilitar a melhor formação celular e a deposição de reservas (ZIMMER, 2012). Assim, a utilização da irrigação proporcionou sementes mais uniformes quanto à retomada do crescimento do embrião, indicando ser importante ferramenta para a obtenção de sementes de alta qualidade (GALBIATTI et al., 2004).

O comprimento de raiz primária foi similar em plântulas com e sem irrigação (Tabela 2). Contudo, o comprimento de parte aérea foi maior em plântulas originadas de sementes produzidas com irrigação (Tabela 2). Ao avaliarem o potencial fisiológico de sementes de soja, SANTOS et al. (2011) verificaram que o comprimento de plântulas não diferiu entre cultivares. Assim, embora tal atributo seja influenciado pelo ambiente, deve-se considerar que também é dependente do genótipo e que o alongamento de raízes está relacionado à modificação do balanço hormonal (MARENCO & LOPES, 2009).

TABELA 2. Comprimento de raiz (C_R), da parte aérea (C_{PA}), massa de matéria seca de raiz (W_R) e da parte aérea (W_{PA}) de plântulas obtidas de sementes de soja produzidas sob irrigação (Com) e não irrigadas (Sem).

Sistema de Irrigação	C_R (mm)	C_{PA} (mm)	W_R (mg)	W_{PA} (mg)
Irrigadas	87,37a	111,09a	16,58 a	41,93a
Não Irrigadas	85,64a	90,21b	14,27a	29,98b
CV (%)	6,60	5,11	10,31	7,07

Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$)

A alocação de massa de matéria seca de raiz não apresentou diferença e a matéria seca de parte aérea foi maior em plântulas originadas de sementes produzidas com irrigação (Tabela 2). A maior alocação de carbono em plântulas oriundas de sementes produzidas sob irrigação pode manter relação ao menor extravasamento de compostos hidrolisados, à ativação mais eficiente das mitocôndrias e à atividade de enzimas envolvidas nas diferentes vias do metabolismo vegetal, relacionadas à atividade antioxidante e à produção de energia. Pode relacionar-se a superior quantidade de assimilados armazenados nos tecidos de reserva, aumentando a probabilidade de maior vigor no crescimento de plântula, aferido pela massa de matéria seca.

A restrição hídrica induz o fechamento estomático, restringindo a entrada de dióxido de carbono para células do mesófilo foliar e sua assimilação em compostos carbonados destinados à alocação em sementes, aliado a isso, plantas de soja apresentam fotorrespiração por apresentarem metabolismo C3. Assim, é possível que a ocorrência de altas intensidades luminosas e elevadas temperaturas tenham proporcionado menor síntese de assimilados e assim modificado negativamente a composição química das sementes produzidas sem irrigação. A restrição hídrica, segundo VIEIRA et al. (2013), afeta o acúmulo de massa de matéria seca de plântulas, sendo o nível de tolerância a este fator estressor abiótico dependente da carga genética do indivíduo vegetal.

A emergência de plântulas não apresentou diferença entre as sementes produzidas tanto na presença quanto na ausência de irrigação (Tabela 3). A uniformidade de emergência de plântulas, segundo MARCOS FILHO et al., (2009), é importante atributo para o rápido estabelecimento do estande de plantas e representa etapa essencial para a obtenção de alta produtividade na cultura da soja. Ao avaliarem o potencial fisiológico de sementes de soja, SANTOS et al., (2011) encontraram resultados similares de emergência de plântulas, sendo encontradas diferenças na emergência de plântulas de acordo com a cultivar.

TABELA 3. Emergência de plântulas em casa de vegetação (E), teste de frio (T_F) e atividade respiratória de sementes de soja (A_R) produzidas sob irrigação (Com) e não irrigadas (Sem).

Sistema de Irrigação	E (%)	T_F (%)	A_R ($\mu\text{g CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)
Irrigadas	88a	91a	1628,9a
Não Irrigadas	81a	84b	873,7b
CV (%)	6,39	1,41	12,29

Médias seguidas da mesma letra, minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste F ($p < 0,05$)

No teste de frio, a porcentagem de plântulas normais foi maior quando sementes foram produzidas com irrigação (Tabela 3). O teste de frio baseia-se na avaliação da qualidade fisiológica de sementes sob condição adversa de meio ambiente, sendo considerado um teste de resistência, cujas sementes submetidas às baixas temperaturas sofrem estresse, acarretando maior porcentagem de plântulas anormais, provavelmente devido ao maior extravasamento de carboidratos da semente ocasionados pela menor seletividade de membranas celulares, afetando a quantidade de compostos prontamente absorvíveis pelo embrião (MIGUEL & CICERO, 1999).

Em baixas temperaturas de desenvolvimento, o metabolismo envolvido na remoção de radicais livres é afetado de forma drástica e negativa (SOUSA et al., 2008), elevando a produção e o acúmulo de compostos tóxicos e conduzindo ao estresse oxidativo (GILL & TUTEJA, 2010). Ao estudarem a eficiência do teste de frio na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho produzidas com irrigação, ÁVILA et al., (2007), também obtiveram melhores resultados de germinação após o teste de frio nas sementes produzidas com fornecimento artificial de água.

A atividade respiratória foi maior em sementes produzidas sob irrigação por aspersão comparativamente àquelas produzidas sem irrigação (Tabela 3). De acordo com AUMONDE et al. (2012), a atividade respiratória é ferramenta importante para avaliar os diferentes níveis de vigor de sementes. A maior atividade respiratória em sementes vigorosas poderia ser esperada, porque a integridade e atividade dos mitocôndrios de embriões de sementes com maior qualidade é superior àqueles de menor vigor.

Neste contexto, o ambiente de cultivo exerce influência marcante na qualidade e no nível de deterioração de sementes, sendo àqueles mais adequados ao desenvolvimento vegetal, os que proporcionam o maior grau de diferenciação de tecidos, a melhor formação do aparato metabólico destinado ao fornecimento de energia e a adequada alocação de reservas. Por meio da irrigação, é possível proporcionar a manutenção da turgescência celular, favorecendo a biossíntese de compostos de reserva e a efetiva absorção de nutrientes via solo, colaborando para a maior expressão do vigor.

CONCLUSÕES

A expressão do vigor de sementes de soja é influenciada positivamente pela irrigação por aspersão no decorrer do ciclo de desenvolvimento das plantas. A irrigação proporciona maior índice de velocidade de germinação, massa seca de parte aérea e atividade respiratória em sementes de soja.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.B.; STÜLP, M. Sementes de soja produzidas em época de safrinha na região oeste do estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.1, p.121-127, 2009.

AUMONDE, T.Z.; MARINI, P.; MORAES, D.M.; MAIA, M.S.; PEDÓ, T.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A. Classificação do vigor de sementes de feijão-miúdo pela atividade respiratória. **Interciencia**, v. 37, p. 55-58, 2012.

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A. Teste de comprimento de plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.117-124, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 398p, 2009.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos 2011/12**. Nono Levantamento. Junho de 2012. <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_06_12_16_15_32_boletim_portugues_junho_2012.pdf>. Acesso em 16/09/2012.

GALBIATTI, J.A.; BORGES, M.J.; BUENO, L.F.; GARCIA, A.; VIEIRA, R.D. Efeito de diferentes períodos de irrigação no desenvolvimento, produção e qualidade de sementes na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Engenharia Agrícola**, v.24, n.2, p.301-308, 2004.

GILL, S.S.; TUTEJA, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.48, p.909-930, 2010.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P.; LIMA, L.B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.102-112, 2009.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 3. ed, 2009. 468p.

MENDES, C.R.; MORAES, D.M.; LIMA, M.G.S.; LOPES, N.F. Respiratory activity for the differentiation of vigor on soybean seeds lots. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, p.171-176, 2009.

MERTZ, L.M.; HENNING, F.A.; SOARES, R.C.; BALDIGA, R.F.; PESKE, F.B.; MORAES, D.M. Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.262-270, 2009.

MIGUEL, M.H.; CICERO, S.M. Teste de frio na avaliação do vigor de sementes de feijão. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4, p.1233-1243, 1999.

MÜLLER, L.E. **Manual de Laboratório de Fisiologia Vegetal**. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.. Turrialba, Costa Rica, 1964. 165p.

OYA, T.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J.R.B.; TOBITA, S.; ITO, O. Drought tolerance characteristics of Brazilian soybean cultivars. **Plant Production Science**, v.7, n.2, p.129-137, 2004.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGUELLO, G.E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3 ed, 2012. 573p.

SANTOS, J.F.; ALVARENGA, R.O.; TIMÓTEO, T.S.; CONFORTO, E.C.; MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R.D. Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4 p.743-751, 2011.

SILVA, J.B.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E.; VIEIRA, R.D. Efeito da irrigação sobre o potencial fisiológico de sementes de soja em semeadura de inverno. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.73-82, 2010.

SHAO, H.B.; CHU, L.Y.; JALEEL, C.A.; ZHAO, C.X. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, v.331, p.215-225, 2008.

SOUSA, M.P.; BRAGA, L.F.; BRAGA, J.F.; DELACHIAVE, M.E.A. Germinação de sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae): temperatura e fotoblastismo. **Revista Árvore**, v.32, n.1, p.51-57, 2008.

VANZOLINI, S.; ARAKI, C.A.S.; SILVA, A.C.T.M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.90-96, 2007.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep. 1994. 164p.

VIEIRA, F.C.F.; SANTOS JUNIOR, C.D.; NOGUEIRA, A.P.O.; DIAS, A.C.C.; HAMAWAKI, O.T.; BONETTI, A.M. Aspectos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de soja submetidos a déficit hídrico induzido por PEG 6000. **Bioscience Journal**, v.29, n.2, p.543-552, 2013.

ZIMMER, P.D. Fundamentos da qualidade de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. (Eds.). 3 ed. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. Pelotas, UFPel, p.106-160.2012.