

GERMINAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO INDUZIDO POR POLIETILENOGLICOL

Beliza Queiroz Vieira Machado¹, Gabriel Fernandes Rezende², Adílio de Sá Júnior³,
Fernanda de Melo Mundim¹, Osvaldo Toshiyuki Hamawaki⁴, Larissa Barbosa de Sousa⁵

¹ Mestranda em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia - MG.

² Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Uberlândia - MG.

³ Doutorando em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia - MG.

⁴ Professor titular, Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Uberlândia - MG.

⁵ Professora adjunta, Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Uberlândia - MG.

RESUMO: A ocorrência de adversidades climáticas cada vez mais frequente e intensas tem representado um sério problema à produção agrícola, principalmente na fase de estabelecimento do stand inicial na cultura da soja. O déficit hídrico é um dos estresses que mais limitam a produtividade desta cultura, principalmente na fase de germinação. O polietilenoglicol (PEG) tem sido comumente utilizado como agente osmótico para simular condições de déficit hídrico, por ser um composto quimicamente inerte, não tóxico, que apresenta alto peso molecular e não é absorvido pelas sementes. Dentro deste contexto o objetivo do presente trabalho foi avaliar a germinação de cultivares de soja submetidas ao déficit hídrico induzido por polietilenoglicol. Foram avaliadas três cultivares de soja, UFUS Guarani, UFUS Xavante e MG/BR 46 Conquista quanto à tolerância ao déficit hídrico induzido por polietilenoglicol nos potenciais osmóticos, 0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 MPa em condições de laboratório. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições. As variáveis avaliadas foram porcentagem de plântulas normais e comprimento total de plântulas. O desempenho de cada cultivar depende do potencial osmótico em que a mesma foi submetida, sendo que a concentração de polietilenoglicol 6000 reduziu de forma diferenciada a porcentagem de germinação das cultivares de soja. A cultivar UFUS Xavante apresenta maior estabilidade na fase de germinação em condições de déficit hídrico induzido por Polietilenoglicol 6000.

Palavras-chave: Seca. PEG. *Glycine max*.

GERMINATION OF SOYBEAN CULTIVARS SUBMITTED TO INDUCED WATER DEFICIT BY POLYETHYLENE GLYCOL

ABSTRACT: The often occurrence of adverse weather has been increased and represented a serious problem for the agricultural production, mainly for the soybean crop. The water deficit is a major limiting crop yield. Polyethylene glycol (PEG) has been regularly used as an osmotic agent to simulate drought conditions. PEG is a chemically inert compound, non-toxic, high molecular weight and also is not absorbed by the seeds. Based on the above considerations, the objective of this study was to evaluate the soybean cultivars UFUS Guarani, UFUS Xavante and MG / BR 46 Conquista for tolerance to water deficit induced by polyethylene glycol in osmotic potential, 0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8 MPa. The experimental

Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.25, n.2, p.137-146, 2016

design was a randomized block design with three replications. The variables evaluated were the percentage of normal seedlings and its length. The concentration of polyethylene glycol 6000 reduces the percentage of soybean seeds germination, however this reduction depends on the original quality of the seeds lot. The cultivar UFUS Xavante has greater stability in situations of water stress induced by polyethylene glycol 6000.

Key words: Drought. PEG. *Glycine max*.

INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a principal oleaginosa cultivada no mundo, além de ser utilizada para a produção de proteína e óleos vegetais é uma *commodity*, padronizada e uniforme, que desempenha um papel fundamental para o desenvolvimento de várias regiões do país (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2011).

Atualmente essa cultura ocupa, no Brasil, uma área de quase 32 milhões de hectares com uma produção na safra de 2014/2015 de 96 milhões de toneladas, fazendo com que o Brasil seja o segundo maior produtor de soja do mundo, estando atrás apenas dos Estados Unidos (CONAB, 2015).

O destaque da cultura no País, se deve também a alta performance das cultivares utilizadas. Segundo Morando *et al.* (2014) a produtividade das culturas agrícolas é limitada pela disponibilidade de água e depende da eficiência do seu uso pelo organismo. A alta produtividade da cultura da soja é extremamente dependente das condições climáticas, visto que a necessidade total de água durante o ciclo da cultura varia entre 450 a 800 mm para expressão do seu máximo rendimento (EMBRAPA, 2014).

Dentre os fatores ambientais, o déficit hídrico é o fator limitante da produção agrícola mundial. No caso da produção de soja, esse déficit afeta severamente o crescimento e desenvolvimento da cultura e pode causar perda de rendimento de até 40% ao ano, por afetar todas as fases de crescimento e desenvolvimento da planta, desde a germinação até a floração e enchimento de sementes e desenvolvimento, bem como a qualidade das sementes (MANAVALAN *et al.*, 2009; NEPOMUCENO *et al.*, 2001; CHA-UM *et al.*, 2010).

Uma das causas mais comuns da baixa germinação e emergência de plântulas de soja no país é a quantidade insuficiente de água no solo na época de semeadura devido às condições de estiagens nesse período (BRACCINI *et al.*, 1996). Segundo Zhang *et al.* (2007) quando o déficit hídrico ocorre no estágio de germinação, causa redução na produtividade da soja em 20%.

Para diminuir o impacto da falta de água na germinação das sementes, a seleção de genótipos tolerantes a essa condição e o desenvolvimento de tecnologias que auxiliem as plantas a enfrentar períodos prolongados de estiagem são de grande importância para a manutenção da produção agrícola (NEPOMUCENO *et al.*, 2001).

Por estas razões, a seleção de genótipos tolerantes ao déficit hídrico é de fundamental importância em programas de melhoramento de plantas para regiões sujeitas a esse estresse

em fases críticas do ciclo da cultura. Segundo Parmar e Moore (1966) e Moraes e Menezes (2003), o polietilenoglicol (PEG) tem sido comumente utilizado como agente osmótico para simular condições de déficit hídrico, por ser um composto quimicamente inerte, não tóxico, apresentar alto peso molecular e não ser absorvido pelas sementes.

Dentro deste contexto o objetivo do trabalho foi avaliar a germinação de cultivares de soja submetidas ao déficit hídrico induzido por polietilenoglicol.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (LASEM). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial 3x5, sendo três cultivares de soja (MG/BR 46 Conquista, UFUS Guarani e UFUS Xavante) e cinco níveis de potencial osmótico (0, -0,2, -0,4, -0,6 e -0,8 MPa) calculado como descrito por Braccini *et al.* (1996) e Texeira *et al.* (2008). As concentrações de PEG 6000 utilizadas para obter cada nível de potencial osmótico, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Concentração de polietilenoglicol (PEG 6000) estimada à temperatura de 25°C para a obtenção dos diferentes níveis de potencial osmótico

Potencial Osmótico (MPa) ¹	PEG 6000(g.L ⁻¹)
0	0
-0,2	119,57
-0,4	178,34
-0,6	223,66
-0,8	261,94

¹MPa = 9,87 atm = 10 bar

Cada parcela experimental foi constituída de 200 sementes, as quais foram dispostas entre folhas de papel *germitest* embebidas com água ou com as soluções de polietilenoglicol 6000 de acordo com as concentrações apresentadas na Tabela 1, e mantidas em germinador a 25°C, durante sete dias.

As características avaliadas foram porcentagem de plântulas normais (germinação) e comprimento total de plântulas (cm). As avaliações foram realizadas aos sete dias, sendo a porcentagem de germinação determinada pelo número de plântulas normais, segundo os critérios estabelecidos pela Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O comprimento das plântulas consideradas normais foi obtido com a utilização de uma régua milimetrada, medindo-se o comprimento total da plântula (NAKAGAWA,1994).

Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de F a 1% de probabilidade. As médias de porcentagem de germinação e comprimento de plântula foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, e para as doses de PEG foram feitas análises de regressão. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação Potencial x Cultivar foi significativa pelo teste de F tanto para porcentagem de plântulas normais (germinação) quanto para comprimento de plântulas. Logo o desempenho de cada cultivar depende do potencial osmótico em que a mesma for submetida e vice-versa.

A germinação das três cultivares avaliadas em cada nível de potencial osmótico encontram-se na Tabela 2. Na ausência de PEG e em déficit hídrico moderado (-0,4 MPa) na cultivar UFUS Xavante verificou-se porcentagem de germinação superior às demais e o déficit hídrico induzido pelo polietilenoglicol reduziu à porcentagem de plântulas normais para todas as cultivares.

Tabela 2. Médias¹ do percentual de germinação de plântulas normais, avaliado em três cultivares de soja, em função de cinco níveis de potencial osmótico.

Cultivar	POTENCIAIS OSMÓTICOS (MPa)				
	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8
MG/BR 46 Conquista	41,1 b	18,0 b	1,3 b	1,3 a	0 a
UFUS Guarani	42,5 b	29,16 a	3,8 b	1,5 a	0 a
UFUS Xavante	60,6 a	39,0 a	31,0 a	7,16 a	3,5 a

¹Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem significativamente, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste deTukey.

Até o potencial osmótico de -0,4 MPa a redução na porcentagem da UFUS Xavante foi moderada quando comparada as demais cultivares, o que resultou em maior estabilidade da cultivar quando submetida a potenciais hídricos menos severos. Esse comportamento sugere a uma tolerância à condição de déficit hídrico. No entanto, em potenciais osmóticos mais severos (-0,6 e 0,8 MPa) na cultivar UFUS Xavante verificou-se acentuada queda na porcentagem de germinação.

Na condição de déficit hídrico mais severo (-0,8 MPa) as cultivares foram igualmente afetadas, chegando a não haver germinação no potencial para as cultivares MG/BR 46 Conquista e UFUS Guarani, corroborando com os resultados obtidos por Moraes e Menezes (2003), que não detectaram sementes de soja germinadas neste mesmo potencial osmótico em nenhum dos lotes avaliados.

As cultivares avaliadas apresentaram comportamento diferenciado quando submetidas à mesma condição de déficit hídrico (Tabela 2), contudo, segundo Braccini (1998), que avaliou a influência do potencial hídrico na qualidade fisiológica de sementes de soja, essa resposta diferenciada está na dependência da qualidade inicial do lote de sementes, o que corrobora com os resultados obtidos neste trabalho, em que a cultivar UFUS Xavante na ausência de estresse hídrico apresentou melhor porcentagem de plântulas normais e como consequência teve um melhor desempenho quando submetida a condição mais estressante.

Na figura 1, é possível observar a porcentagem de plântulas normais das cultivares, quando submetidas às mesmas condições de déficit hídrico. Ocorreu redução na porcentagem de plântulas normais à medida que os níveis de potencial osmótico tornaram-

se mais negativos, devido ao aumento nas concentrações das soluções, no entanto, a cultivar MG/BR 46 Conquista apresentou uma redução de 56% ao ser submetida ao potencial de -0,2 MPa, mostrando-se bastante influenciada por pequenas variações na disponibilidade hídrica, enquanto as cultivares UFUS Guarani e UFUS Xavante tiveram 31% e 35% respectivamente de redução na porcentagem de plântulas normais no mesmo potencial.

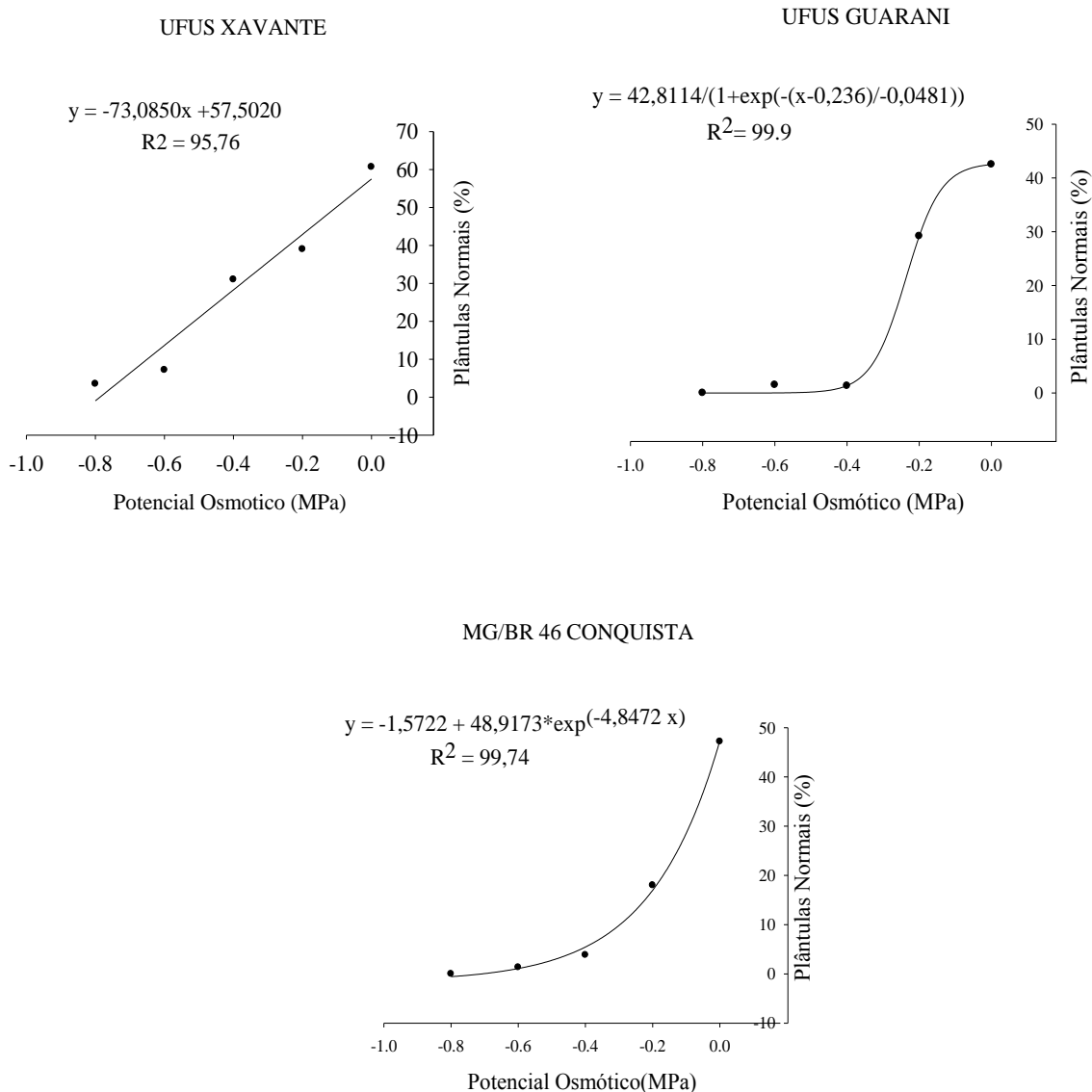


Figura 1. Porcentagem de plântulas normais de três cultivares de soja, submetidas a cinco níveis de potencial osmótico em soluções de polietilenoglicol 6000.

Moraes e Menezes (2003) ao avaliarem cultivares de soja submetidas a diferentes potenciais osmóticos utilizando NaCl, Manitol e Polietilenoglicol também observaram uma redução na porcentagem de germinação dos lotes de sementes de soja, à medida que o potencial das soluções osmóticas diminuiu.

Com imposição do déficit hídrico a cultivar UFUS Xavante teve uma redução na porcentagem de germinação de 20% enquanto que a MG/BR 46 Conquista e UFUS

Guarani, de 92% e 86%, respectivamente, o que resulta em uma queda mais suave, que em condições de déficit hídrico no campo, as sementes dessas cultivares suportariam mais o déficit hídrico na fase inicial de germinação, tendo assim condição de se recuperar a medida que a condição hídrica do solo fosse restabelecida.

A partir do nível de -0,6 MPa a porcentagem de plântulas normais foi praticamente nula em todas as cultivares, o que vai de encontro ao encontrado por Hunter e Erickson (1952), McDonald *et al.* (1988) e Braccini *et al.* (1996) que verificaram que sementes de soja submetidas a potenciais osmóticos inferiores a -0,51 MPa apresentam problemas de germinação. Barrueto Cid *et al.* (1981) e Yoon *et al.* (1997) atribuem essa redução ao fato de que as soluções de PEG apresentam alta viscosidade, comprometendo a disponibilidade de O₂ para as sementes a medida que os potenciais hídricos decrescem, o que causam redução da atividade respiratória das sementes durante a germinação, causando sua inibição, pois é a partir desse processo que seriam formadas moléculas de ATP, necessárias ao desencadeamento dos processos germinativos.

Na Tabela 3, são apresentadas as médias do comprimento das plântulas das três cultivares. A cultivar UFUS Xavante obteve as maiores médias de comprimento em todos os potenciais osmóticos, logo por ter apresentado uma queda menos acentuada na germinação ao ser submetida ao déficit hídrico, as sementes dessa cultivar por consequência conseguiram avançar nas etapas de crescimento.

Tabela 3. Médias¹ do comprimento das plântulas, avaliado em três cultivares de soja, em função de cinco níveis de potencial osmótico.

Cultivar	POTENCIAIS OSMÓTICOS (MPa)				
	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8
MG/BR 46 Conquista	12,5 b	5,8 b	2,6 b	2,1 b	0,0 b
UFUS Guarani	12,9 b	9,6 b	3,9 b	5,8 a	0,0 b
UFUS Xavante	16,7 a	11,9 a	8,0 a	6,8 a	6,0 a

¹Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem significativamente, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Processos ligados ao crescimento, como o alongamento celular e a síntese de parede são extremamente sensíveis ao déficit hídrico (WENKERT *et al.*, 1978), pois a redução do crescimento é uma consequência da diminuição do alongamento celular causada por um decréscimo na turgescência dessas células (HSIAO, 1973), que segundo Dell'Aquila (1992) o mesmo ocorre em decorrência da redução da síntese de proteínas no embrião em situação de estresse hídrico, logo se um desses processos é interrompido ou dificultado, o crescimento da plântula segue da mesma forma.

Na Figura 2 é possível observar a redução acentuada nos valores de comprimento total de plântula à medida que houve aumento da concentração das soluções de PEG. Quanto mais severo foi o déficit hídrico, menores foram o crescimento das plântulas, resultados semelhantes foram apresentados por Braccini (1998), Moraes e Menezes (2003) e Vieira *et al.* (2013).

Vieira *et al.* (2013) ao avaliarem cinco cultivares de soja em condição de déficit hídrico induzido por PEG em cinco potenciais osmóticos e observaram que as cultivares apresentaram redução acentuada do comprimento da parte aérea das plântulas à medida que houve aumento da concentração das soluções de PEG. Além disso, os autores concluíram que o comprimento de plântulas pode ser uma medida eficiente para a distinção de genótipos adaptados a condições adversas, como a tolerância à seca, pois além do estresse hídrico afetar a embebição, a velocidade e a porcentagem de germinação das sementes, o primeiro efeito mensurável da baixa disponibilidade de água é a redução no crescimento, causada pela diminuição da expansão celular (KRAMER, 1974).

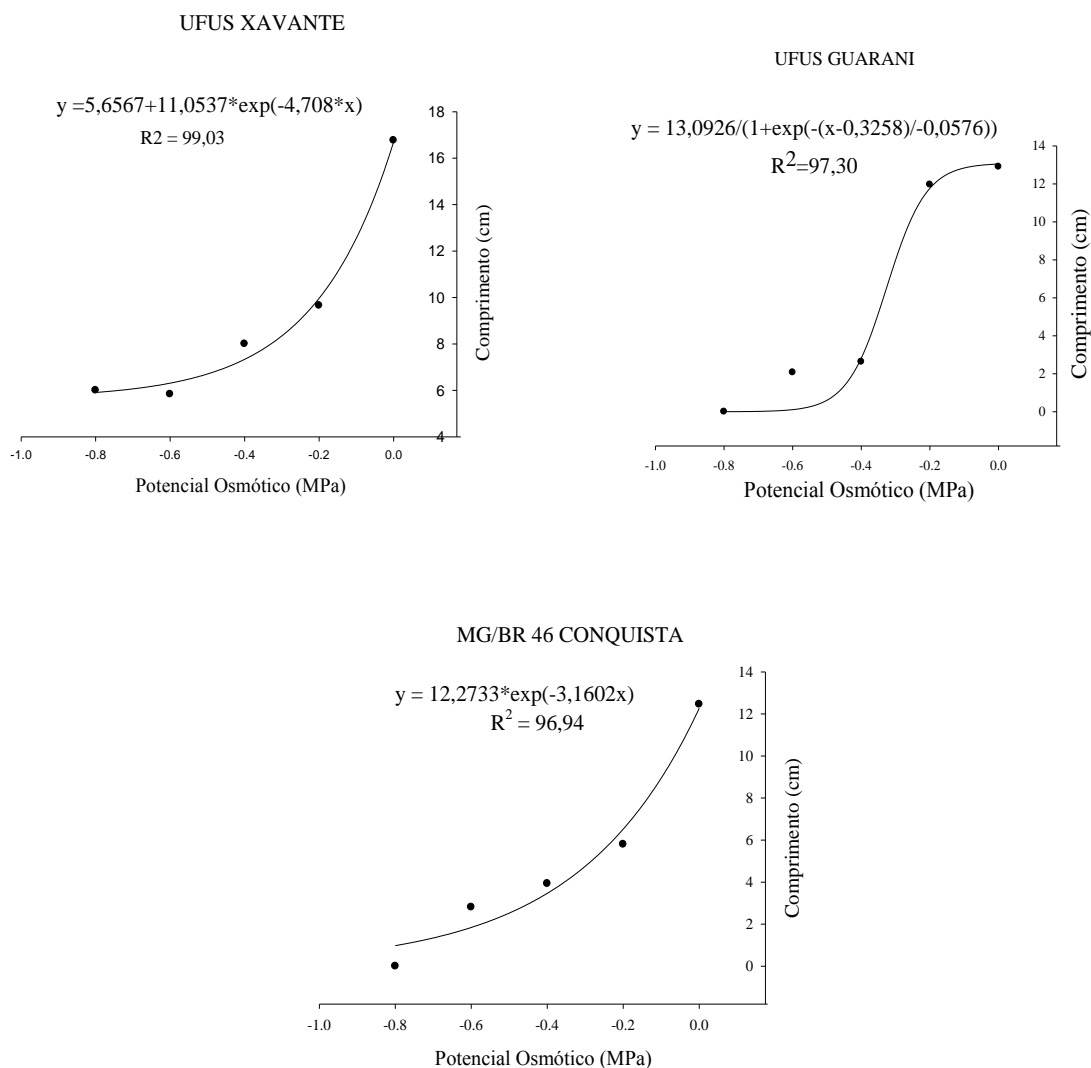


Figura 2. Comprimento de plântulas normais de três cultivares de soja, submetidas a cinco níveis de potencial osmótico em soluções de polietileno-glicol 6000.

Verificou-se comportamento similar entre a germinação e o comprimento de plântulas quando o déficit hídrico se tornou mais severo. A cultivar UFUS Xavante se destacou com o melhor desempenho, o que sugere uma maior tolerância deste genótipo às condições de déficit hídrico, visto que essa a mesma apresentou resultados de porcentagem de plântulas normais e comprimento de plântulas superior às demais.

CONCLUSÃO

A germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de soja é reduzida em condições de déficit hídrico induzido por polietilenoglicol 6000 de forma diferenciada, e as mesmas estão condicionadas a qualidade inicial do lote.

A cultivar UFUS Xavante apresenta maior estabilidade de germinação e crescimento em condições de déficit hídrico induzido por Polietilenoglicol 6000.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos, por gentilmente permitir a utilização das instalações do Laboratório de Tecnologia e Produção de Sementes do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG) da UFU e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRUETO CID, L.P.; OLIVA, M.A.; CARDOSO, A.A. Efeito do potencial hídrico sobre a embebição, a respiração e a germinação da leguminosa *Cratylia floribunda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 6, p.883-890, 1981. Disponível em: <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/17139/11468>. Acesso em: 10 jun. 2015.

BRACCINI, A. L.; RUIZ, H. A.; BRACCINI, M. C. L.; REIS, M. S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 1, p.10-16, 1996. Disponível em: <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1996/v18n1/artigo03.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2015.

BRACCINI, A. L. REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T.; ROCHA, V. S. Influência do potencial hídrico induzido por polietilenoglicol na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 9, p.1451-1459, 1998. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44907/1/INFLUENCIA-DO-POTENCIAL-HIDRICO-INDUZIDO.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CHA-UM, S.; NHUNG, N. T. H.; KIRDMANEE, C. Effect of mannitol- and salt-induced iso-osmotic stress on proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of rice cultivars (*Oryza sativa* L. Spp. *Indica*). **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 42, n. 2, p.927-941, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: oitavo levantamento, maio 2015.** Brasília: CONAB, 2015. Disponível em <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 jun. 2015.

DELL'AQUILA, A. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under osmotic stress of polyethylene glycol. **Annals of Botany**, Camberra, v. 69, n. 2, p.167-171, 1992.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produções de Soja - Região Central do Brasil 2014.** Londrina: Embrapa Soja / Embrapa Cerrados / Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 265 p. (Embrapa Soja, Sistema de Produções, 16). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/975595/1/SP16online.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. Evolução e Perspectivas de Desempenho Econômico Associadas com a Produção de Soja nos Contextos Mundial e Brasileiro 2010. 3. ed. – Londrina: Embrapa Soja, 2011. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc319_2ED.pdf. Acesso em: 8 jun. 2015.

HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 24, p.519-570, 1973.

HUNTER, J. R.; ERICKSON, A. E. Relation of seed germination to soil moisture tension. **Agronomy Journal**, Madison, v. 44, n. 3, p.107-109, 1952.

KRAMER, P.J. Fifty years of progress in water relations research. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 54, n. 4, p.463-471, 1974. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC367435/>. Acesso em: 5 jul. 2015.

McDONALD, M. B.; VERTUCCI, C. W.; ROOS, E. E. Soybean seed imbibition: water absorption by seed parts. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 6, p.993-997, 1988.

MANAVALAN, L. P.; GUTTIKONDA, S. K.; PHAN TRAN, L.S.; NGUYEN, H. T. Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean. **Plant and Cell Physiology**, Oxford, v. 50, n. 7, p. 1260–1276, 2009. Disponível em: <http://pcp.oxfordjournals.org/content/50/7/1260.full.pdf> . Acesso em: 9 jun. 2015.

MORANDO, R.; SILVA, A. O.; CARVALHO, L. C.; PINHEIRO, M. P. M. A. Déficit Hídrico: efeito sobre a cultura da soja. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 3, n. especial, p.114-129, 2014. Disponível em: <http://www.dca.uem.br/V3NE/10.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2015.

MORAES, G. A. F., MENEZES N. L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 219-226, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v33n2/15209.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2015.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-86.

NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. Tolerância à seca em plantas: mecanismos fisiológicos e moleculares. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 4, n. 23, p.12-18, 2001.

PARMAR, M. T.; MOORE, R. P. Effect of simulated drought by polyethileneglycol solutions on corn (*Zea mays* L.) germination and seedling development. **Agronomy Journal**, Madison, v. 58, n. 4, p.391-392, 1966.

TEXEIRA L. R.; BRACCINI A. DE L.; SPERANDIO D.; SCAPIM C. A.; SCHUSTER I.; VIGANÓ J.; JAREMTCHUK C. C. Avaliação de cultivares de soja quanto à tolerância ao estresse hídrico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 3, p.194-202, 2008.

VIEIRA, F. C. F.; JÚNIOR, C. D. S.; 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**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p.543-552, 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15085/12495>. Acesso em: 12 jun. 2015.

YOON, Y.; LANG, H. J.; COBB, B. G. Priming with salt solutions improves germination of pansy seed at high temperatures. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 2, p.248-250, 1997. Disponível em: <http://hortsci.ashspublications.org/content/32/2/248.full.pdf+html>. Acesso em: 27 ago. 2015.

WENKERT, W.; LEMON, E. R.; SEQUEIRA, E. L. Leaf elongation and turgor pressure in field, grown soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 70, n. 5, p.761-764, 1978.

ZHANG, M.; DUAN, L.; TIAN, X.; HE, Z.; LI, J. WANG, B.; LI, Z. Uniconazole,-induced tolerance of soybean to water deficit in relation to changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 164, n. 6, p.709-717, 2007. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/7014662_Uniconazole-induced_tolerance_of_soybean_to_water_deficit_stress_in_relation_to_changes_in_photosynthesis_hormones_and_antioxidant_system. Acesso em: 24 ago. 2015.