

Avaliação de cultivares de soja quanto à tolerância ao estresse hídrico em substrato contendo polietileno glicol

Leandra Regina Texeira^{1*}, Alessandro de Lucca e Braccini², Décio Sperandio², Carlos Alberto Scapim², Ivan Schuster³ e Joselaine Viganó¹

¹Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ²Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. ³Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola, Cascavel, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: leandra_texeira@yahoo.com.br

RESUMO. O trabalho teve por objetivo avaliar genótipos de soja quanto à tolerância ao estresse hídrico, em substrato embebido com polietileno glicol (PEG 6000). Foram utilizadas sementes armazenadas por um ano, em condições não-controladas de laboratório das cultivares: CD 201, CD 202, CD 204, CD 205, CD 206, CD 208, CD 215, CD 216, Embrapa 48, BRS 132, BRS 184 e BRS 212. As avaliações consistiram em submeter às sementes aos testes de germinação, classificação do vigor das plântulas, comprimento e biomassa seca das plântulas, em condição de estresse hídrico, utilizando dois níveis de potencial osmótico (zero e -0,1 MPa). As cultivares foram agrupadas em diferentes classes de tolerância à seca, em razão da redução percentual nas características avaliadas { $\% \text{ Redução} = [1 - (\text{Germinação ou Vigor em PEG 6000} / \text{Germinação ou Vigor em água})] \times 100$ }, pela técnica de análise de agrupamento, segundo o método hierárquico do vizinho mais próximo. Os genótipos de soja apresentaram comportamento diferenciado quanto à tolerância à condição de estresse hídrico. A cultivar Embrapa 48 apresentou a maior tolerância à seca. Comparando os resultados obtidos pela análise multivariada e pelo método de agrupamento de Scott-Knott, observou-se boa concordância entre os dois métodos na constituição dos grupos. O método utilizado e o procedimento estatístico adotado permitiram diferenciar as cultivares de soja em um curto período de tempo.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, sementes, potencial osmótico, germinação, estresse hídrico.

ABSTRACT. Evaluation of soybean cultivars regarding tolerance to water stress in substrat containing polyethylene glycol. The objective of this work was to evaluate the tolerance of soybean genotypes to water stress in substrat soaked with polyethylene glycol (PEG 6000). The study used seeds stored for one year in laboratory uncontrolled conditions, of the following cultivars: CD 201, CD 202, CD 204, CD 205, CD 206, CD 208, CD 215, CD 216, Embrapa 48, BRS 132, BRS 184 and BRS 212. The soybean seeds were evaluated through germination tests, seedling vigor classification tests, seedling length and dry biomass, under water stress conditions using two levels of osmotic potential (0.0 and -0.1 MPa). Cultivars were them grouped in different levels of drought tolerance, by the percentage reduction in the appraised characteristics { $\% \text{ Reduction} = [1 - (\text{Germination or Vigor in PEG 6000} / \text{Germination or Vigor in water})] \times 100$ }, for the technique of grouping analysis, according to the nearest neighbor hierarchical method. The soybean genotypes presented differentiated behavior regarding drought tolerance. The Embrapa 48 cultivar presented the greatest tolerance to water stress. Comparing the results obtained by multivariate analysis and by the Scott-Knott grouping method, good concordance was observed between the two methods in the constitution of the groups. The method used and the statistical procedure adopted allowed to differentiate the soybean cultivars in a short period of time.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill, seeds, osmotic potential, germination, water stress.

Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], originária de clima temperado, com ampla adaptação nos climas subtropicais e tropicais, é considerada uma das mais importantes leguminosas cultivadas no mundo

(Borém, 1999). O Brasil é, atualmente, o segundo maior produtor mundial de soja. Em função da boa aceitação das novas tecnologias, por parte dos produtores, associada ao relevante esforço dos programas de melhoramento de soja, a

produtividade da cultura tem aumentado consideravelmente.

Porém, um dos grandes problemas que os agricultores encontram é a baixa disponibilidade de genótipos tolerantes à escassez de água, que limita a produtividade em certas regiões. O efeito da deficiência hídrica na produção depende da época de ocorrência e de sua severidade. O desenvolvimento de cultivares mais tolerantes a períodos de déficit hídrico e o desenvolvimento de tecnologias que auxiliem as plantas a tolerar períodos prolongados de estiagem serão essenciais na manutenção da produção agrícola.

A tolerância à seca não é uma característica simples, mas um complexo de mecanismos que funcionam em conjunto ou isoladamente para tolerar períodos de déficit hídrico (Casagrande *et al.*, 2001). Todas as alterações fisiológicas, morfológicas e de desenvolvimento em plantas têm uma base molecular-genética. Desta forma, a caracterização de genótipos tolerantes ou sensíveis à seca é um pré-requisito para seleção e manipulação genética (Turner, 1997). Portanto, genótipos que diferem em tolerância ao déficit hídrico devem apresentar diferenças qualitativas e quantitativas em expressão gênica. Compreender como esses eventos são ativados-desativados e como reagem entre si é essencial no desenvolvimento de novas variedades mais tolerantes a períodos de seca (Casagrande *et al.*, 2001).

A qualidade fisiológica das sementes é um fator muito importante para distinção de genótipos de soja mais tolerantes à seca. Segundo Rosseto *et al.* (1997), sementes colocadas para germinar em deficiência hídrica têm se mostrado dependentes da qualidade fisiológica, ou seja, menor qualidade fisiológica tem sido associada aos piores desempenhos no teste de germinação. Conforme descreve Sá (1987), sementes de soja mais vigorosas se apresentam mais resistentes às condições de deficiência hídrica. E, ainda, a baixa disponibilidade de água reduz o comprimento do hipocótilo e da raiz primária, bem como o acúmulo de matéria seca nas plântulas de soja. Rocha *et al.* (1984), citado por Rosseto *et al.* (1997), descrevem uma relação entre absorção de água e a qualidade das sementes de soja. Segundo o autor, sementes de pior qualidade absorvem maior volume de água e apresentam menor índice de resistência ao enrugamento.

Considerando-se que a germinação, o vigor das sementes, o comprimento e a biomassa seca das plântulas podem ser parâmetros de seleção de genótipos quanto à tolerância à seca, este trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento de diferentes

cultivares de soja, utilizando sementes armazenadas por um ano, quanto à tolerância ao estresse hídrico em substrato contendo polietileno glicol.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido nas instalações do Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Agricultura (Nupagri) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá, Estado do Paraná. Foram utilizadas sementes envelhecidas de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], ou seja, armazenadas por um ano, em condições não-controladas de laboratório, das cultivares apresentadas na Tabela 1, produzidas no ano agrícola de 2002/03.

Tabela 1. Identificação das cultivares de soja utilizadas.

Nº identificação	Cultivar	Grupo de maturação (PR)
1	CD 201	Semiprecoce
2	CD 202	Precoce
3	CD 204	Médio
4	CD 205	Médio
5	CD 206	Semiprecoce
6	CD 208	Semiprecoce
7	CD 215	Precoce
8	CD 216	Precoce
9	Embrapa 48	Semiprecoce
10	BRS 132	Precoce
11	BRS 184	Semiprecoce
12	BRS 212	Precoce

Fonte: Embrapa Soja (2003); Coodetec (2005).

As sementes de soja das doze cultivares foram submetidas ao substrato embebido com soluções, contendo polietileno glicol (PEG 6000), nos níveis de potencial osmótico de zero (controle) e -0,1 MPa. Este método consistiu em semear as sementes em papel-toalha umedecido com água destilada (controle) e com a solução que contém o agente osmótico no nível estabelecido anteriormente, acrescida de 0,2% do fungicida Vitavax-Thiram (Carboxim + Thiram). O fungicida foi utilizado para inibir o desenvolvimento de microrganismos, promovido pelo uso do PEG 6000 (Braccini, 1996). A porcentagem de germinação inicial das sementes das cultivares de soja utilizadas no experimento encontra-se na Tabela 2.

O cálculo da quantidade de PEG 6000, adicionada para a obtenção das tensões de água utilizadas no umedecimento do substrato, foi realizado utilizando-se a equação proposta por Michel e Kaufmann (1973) e pelos procedimentos adotados por Villela *et al.* (1991), Braccini (1996) e Braccini *et al.* (1998), ou seja:

$$\Psi_{os} = -(1,18 \times 10^{-2}) C - (1,18 \times 10^{-4}) C^2 + (2,67 \times 10^{-4}) CT + (8,39 \times 10^{-7}) C^2$$

em que:

Ψ_{os} = potencial osmótico (bar);

C = concentração do agente osmótico (gramas de PEG 6000 L⁻¹ de água);

T = temperatura (°C).

Tabela 2. Porcentagem de germinação inicial das doze cultivares de soja avaliadas no experimento.

Nº identificação	Cultivar	Germinação (%)
1	CD 201	54,5
2	CD 202	14
3	CD 204	51,5
4	CD 205	61
5	CD 206	60,5
6	CD 208	29,5
7	CD 215	46
8	CD 216	29,5
9	Embrapa 48	48
10	BRS 132	68,5
11	BRS 184	29
12	BRS 212	78

As concentrações de PEG 6000, em gramas L⁻¹ de água destilada, utilizadas para obter cada nível de potencial osmótico, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Concentração de polietileno glicol (PEG 6000), estimada à temperatura de 25°C, para a obtenção dos diferentes níveis de potencial osmótico.

Potencial osmótico (MPa) ¹	Concentração (g PEG 6000 L ⁻¹ água)
0	0
-0,1	78,472

¹ 1 MPa = 9,87 atm = 10 bar.

As sementes das diferentes cultivares de soja foram avaliadas por meio dos seguintes testes:

Teste de germinação: nesta avaliação, foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes para cada cultivar, as quais foram semeadas em rolo de papel-toalha (germitest), embebido com água e com as soluções, contendo PEG 6000. O volume de água e da solução foi aplicado, no substrato na proporção de 3 por 1 (mL da solução por massa do papel seco em gramas). A semeadura foi realizada, utilizando-se três folhas de papel-toalha (germitest), sendo confeccionados rolos e estes levados para germinador do tipo Mangelsdorf, regulado à temperatura constante de 25°C, onde permaneceram por um período de oito dias (Brasil, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais, obtidas nas contagens realizadas no quinto e oitavo dias após a instalação do teste.

Classificação do vigor das plântulas: este teste foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes para cada cultivar. As sementes foram semeadas entre três folhas de papel-toalha, umedecidas com água destilada e com as soluções, contendo PEG 6000, utilizando-se a quantidade de água equivalente a três vezes a massa do papel seco. Foram confeccionados rolos, sendo estes levados

para germinador do tipo Mangelsdorf, regulado para manter constante a temperatura de 25°C, por um período de oito dias, segundo os critérios adotados para o teste de germinação (Brasil, 1992). As plântulas normais foram classificadas nas categorias fortes (alto vigor) e fracas (baixo vigor). Na primeira contagem, realizada no quinto dia após a semeadura, todas as plântulas normais, que se apresentaram bem desenvolvidas, foram computadas como normais fortes. As demais plântulas permaneceram no teste até a contagem final. Na contagem final, realizada no oitavo dia, as plântulas normais foram avaliadas como fortes ou fracas. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais fortes (alto vigor), computadas nas duas contagens do teste (Nakagawa, 1994).

Comprimento das plântulas: neste teste, cinco subamostras de 20 sementes para cada cultivar foram distribuídas em linha traçada longitudinalmente, no terço superior do papel. As sementes foram dispostas sobre duas folhas de papel-toalha, umedecidas com água e com a solução de PEG 6000, com a micropila voltada para a extremidade inferior do substrato. Em seguida, as sementes foram cobertas por outra folha de papel e confeccionados rolos; o conjunto foi embalado em saco plástico e levado para germinador, regulado à temperatura de 25°C, e mantidos nessas condições por um período de sete dias após a semeadura (Nakagawa, 1994). O comprimento das plântulas, consideradas normais (Brasil, 1992), foi avaliado ao final do sétimo dia, com o auxílio de régua milimetrada.

Biomassa seca das plântulas: a obtenção dos dados desse teste foi realizada após a avaliação do comprimento, descartando-se os cotilédones das plântulas. Os eixos embrionários foram identificados e levados para secar em estufa, com circulação forçada de ar, regulada à temperatura de 80°C, por um período de 24 horas. Em seguida, foi realizada a pesagem do material em balança analítica com precisão de 0,001 g, obtendo-se, então, a biomassa seca das plântulas (Nakagawa, 1994).

As cultivares de soja foram agrupadas em diferentes classes de tolerância à seca, em razão da redução percentual nas características avaliadas, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\{\% \text{Redução} = [1 - (\text{Germinação e Vigor em PEG 6000} / \text{Germinação e Vigor em água})] \times 100\}.$$

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, utilizando-se quarto ou cinco repetições, conforme o teste empregado. Os

resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas por meio do método de agrupamento de Scott e Knott (1974). Como medida de dissimilaridade, para o agrupamento das cultivares, foi utilizada a distância euclidiana. A dissimilaridade entre as cultivares foi representada em gráfico de dispersão, em espaço bidimensional, sendo as coordenadas estimadas, de acordo com Cruz e Viana (1994). Foram utilizados os programas SAS e Statistica, para análise dos dados.

Resultados e discussão

Os efeitos dos genótipos foram significativos ($p < 0,05$) pelo teste F, para todas as características avaliadas, no potencial osmótico de $-0,1$ MPa. Esses resultados indicam a existência de variabilidade entre os genótipos estudados.

Os resultados médios obtidos nas quatro características estudadas, para os 12 genótipos avaliados, encontram-se na Tabela 4. O percentual de redução média da germinação final (GF) foi de 76,07%. As menores médias de redução foram verificadas para as cultivares Embrapa 48, CD 202 e BRS 184; essas cultivares apresentaram reduções médias menores que a média geral das cultivares avaliadas.

Outra característica que apresentou variabilidade entre os genótipos avaliados foi a biomassa seca (BS), a qual teve média geral de 61,38% de redução na referida característica, quando submetida à solução contendo polietileno glicol, com amplitude de variação entre 25,01 a 100%. Para esta característica, os resultados obtidos indicaram que as cultivares CD 204, CD 216, Embrapa 48, BRS 132 e CD 205 foram as que apresentaram os menores percentuais de redução.

Uma das características que proporcionou maior variabilidade entre os genótipos, por meio do teste de Scott-Knott (Scott e Knott, 1974), foi a redução no comprimento de raiz primária das plântulas. Para esta característica, a média foi de 64,25% de redução, com valores que oscilaram entre 31,76 até 100%, indicando a existência de variabilidade. A cultivar Embrapa 48 destacou-se com o menor percentual de redução (31,76%), porém não diferiu estatisticamente das cultivares CD 202, CD 206, CD 215, CD 216 e BRS 184.

Para a característica comprimento total das plântulas, observou-se uma média de redução de 72,64%. As cultivares que apresentaram os menores percentuais de redução nessa variável foram a Embrapa 48, CD 202, CD 215 e CD 216, sendo consideradas, portanto, como as mais tolerantes à condição de estresse hídrico, durante a germinação,

segundo o método empregado.

A cultivar Embrapa 48 foi a única a apresentar as menores médias de redução para todas as características, pelo teste de Scott-Knott, considerando todas as características estudadas, no potencial osmótico de $-0,1$ MPa.

Tabela 4. Médias da redução percentual das quatro características, no potencial osmótico de $-0,1$ MPa de PEG 6000, avaliadas em 12 cultivares de soja.

Lote/Cultivar	GF ⁽¹⁾	BS ⁽²⁾	CR ⁽³⁾	CT ⁽⁴⁾
	%			
1 CD 201	91 a	82 a	88 a	94 a
2 CD 202	38 b	76 a	44 c	61 c
3 CD 204	94 a	25 b	67 b	72 b
4 CD 205	75 a	59 b	73 b	76 b
5 CD 206	81 a	44 a	61 c	67 b
6 CD 208	95 a	100 a	100 a	100 a
7 CD 215	89 a	52 b	45 c	61 c
8 CD 216	100 a	42 b	51 c	56 c
9 EMBRAPA 48	23 b	56 b	31 c	53 c
10 BRS 132	97 a	58 b	74 b	77 b
11 BRS 184	45 b	72 a	59 c	71 b
12 BRS 212	80 a	65 a	72 b	77 b
Média	76,07	61,38	64,25	72,64
C.V. (%)	16%	31%	24%	15%

Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem significativamente, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. ⁽¹⁾ GF = Germinação final; ⁽²⁾ BS = Biomassa seca; ⁽³⁾ CR = Comprimento da raiz; ⁽⁴⁾ CT = Comprimento total das plântulas.

O agrupamento dos genótipos pelo método hierárquico do vizinho mais próximo foi realizado, utilizando-se a distância euclidiana, o qual está representado na Figura 1. O dendograma indica a existência de variabilidade entre as cultivares, quando submetidas condição de estresse hídrico de $-0,1$ MPa.

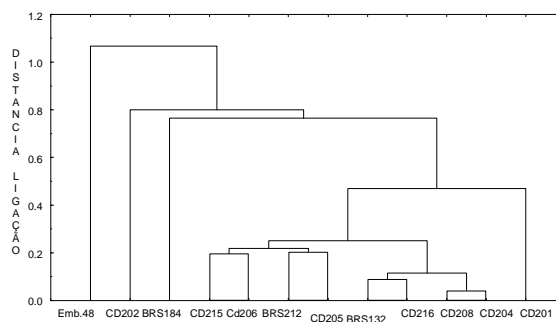


Figura 1. Representação da dissimilaridade genética entre as 12 cultivares de soja avaliadas, obtido pela técnica do vizinho mais próximo, com base na distância euclidiana.

Para a elaboração desse dendograma, foram utilizadas as características de redução no percentual de germinação e de comprimento das plântulas. Foi possível verificar a existência de dissimilaridade genética entre as cultivares avaliadas. A cultivar Embrapa 48 encontra-se isolada de um segundo grupo formado pelas cultivares CD 202 e BRS 184,

seguida de um terceiro grupo, formado pelas demais cultivares. Em experimento conduzido com diferentes cultivares de soja, Farias *et al.* (1999) verificaram que a cultivar Embrapa 48 foi uma das cultivares que menos reduziu a taxa fotossintética e a que manteve o maior valor desse parâmetro, imediatamente, após o fim do período de deficiência hídrica.

Neumaier *et al.* (2001) observaram que algumas cultivares como a Embrapa 48 e BRS 134 mantiveram níveis altos de teor relativo de água na folha, mesmo em condições de déficit hídrico, considerando o teor relativo de água nas folhas como uma característica fisiológica importante na avaliação do estado hídrico da planta. Porém, para as cultivares BR 16 e BRS 184, o teor relativo de água nas folhas decresceu continuamente à medida que o déficit se prolongava. Segundo os autores, este bom suprimento pode estar relacionado a um sistema radicular profundo e eficiente, conferindo maior tolerância à seca nas primeiras cultivares.

Os genótipos apresentaram comportamento diferenciado frente à variável porcentagem da germinação. Foi observada uma variação significativa entre os genótipos, tanto na embebição em água, quanto em solução de polietileno glicol (PEG 6000). Houve variação significativa, também, dos genótipos entre os tratamentos de embebição. Observando a variação no percentual de germinação, os resultados indicaram que diferentes genótipos, quando submetidos ao déficit hídrico, apresentam diferentes níveis de tolerância.

Contudo, a maior tolerância ao estresse hídrico, observada para alguns genótipos de soja, pode estar relacionada com a melhor qualidade fisiológica de suas sementes (Braccini *et al.*, 1996; 1998). Conforme Braccini *et al.* (1996), as sementes de soja, quando submetidas ao estresse hídrico, geralmente, apresentam redução na sua porcentagem de germinação, sendo essa redução maior para os genótipos que apresentam menor qualidade fisiológica inicial de suas sementes. No entanto, podem ocorrer variações como as que acontecem com a variedade de soja Embrapa 48 que, notoriamente, apresenta baixa qualidade fisiológica (germinação e vigor) de sementes, porém, quando submetida a condições de estresse no campo, é considerada uma das mais tolerantes à deficiência hídrica (Farias *et al.*, 1999; Neumaier *et al.*, 2001; Oya *et al.*, 2004). A Figura 2 ilustra os vetores de média; este dendograma foi construído com base na redução do percentual de germinação e comprimento das plântulas. Tratando-se de uma média, pode-se observar a dissimilaridade entre os

genótipos.

As técnicas de agrupamento, embora eficientes no estabelecimento de grupos de similaridade, não possibilitam reconhecer os grupos mais próximos ou mais distantes, uma vez que, com o agrupamento, as informações em nível de indivíduos são perdidas, restando apenas as médias dos grupos (Scapim *et al.*, 1999). Para obter tal informação, complementa-se a análise de agrupamento com técnicas multivariadas, baseadas na dispersão gráfica, componentes principais e variáveis canônicas, por meio das quais a distância relativa dos genótipos pode ser visualizada (Cruz e Regazzi, 1997). A utilização destas técnicas, em estudos sobre divergência genética, consiste em resumir o conjunto de variáveis originais em poucos componentes, o que significa ter boa aproximação do comportamento dos indivíduos, em um espaço bi ou tridimensional, de fácil interpretação geométrica (Cruz e Regazzi, 1997).

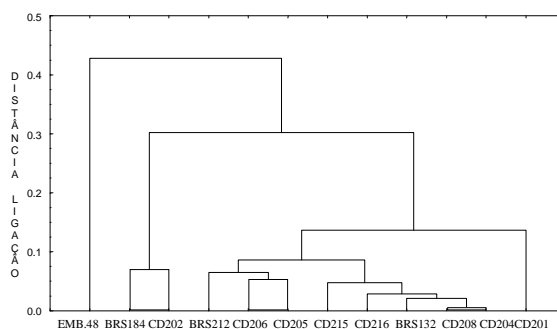


Figura 2. Representação da dissimilaridade genética entre as 12 cultivares de soja avaliadas, obtida pela técnica do vizinho mais próximo, com base na distância Euclidiana (Vetores de Média).

O agrupamento e a dispersão gráfica das 12 cultivares de soja são apresentados na Figura 3, com base nas coordenadas estimadas, a partir da matriz de dissimilaridade genética. O grupo I apresenta a maior distância em relação ao grupo III, e indica maior divergência genética, quanto à tolerância ao estresse hídrico. Desta forma, o gráfico apresenta, de forma clara, a diferença entre os genótipos pela formação de grupos. O padrão de distribuição de genótipos, nos grupos, indica a diversidade dos genótipos. Este método tem como princípio básico manter a homogeneidade dentro e heterogeneidade entre grupos.

O método de agrupamento permitiu reunir as cultivares de soja em três classes distintas, quanto à tolerância ao estresse hídrico, em função do percentual de redução na germinação e vigor das sementes. A classe sensível foi composta por nove cultivares. Foram incluídas duas cultivares na classe moderadamente tolerante, enquanto que a classe tolerante foi constituída por apenas uma cultivar (Tabela 5).

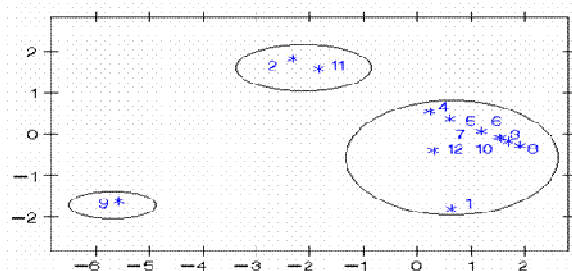


Figura 3. Dispersão de 12 cultivares de soja, em função do percentual de variação de germinação e vigor de plântulas, por meio da projeção de distâncias no plano, com base na distância euclidiana.

Tabela 5. Grupos com comportamentos similares, estabelecidos com base na distância euclidiana média, em função da porcentagem de redução na germinação e no comprimento das plântulas, de 12 cultivares de soja submetidas à condição de déficit hídrico.

Grupo	Classe ⁽¹⁾	Cultivar ⁽²⁾
I	T	9
II	MT	2, 11
III	S	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12

⁽¹⁾ T = Tolerante; MT = Moderadamente Tolerante; S = Sensível. ⁽²⁾ 1 (CD 201); 2 (CD 202); 3 (CD 204); 4 (CD 205); 5 (CD 206); 6 (CD 208); 7 (CD 215); 8 (CD 216); 9 (Embrapa 48); 10 (BRS 132); 11 (BRS 184); 12 (BRS 212).

Comparando os resultados obtidos pela análise multivariada e os resultados obtidos pelo teste de médias de Scott-Knott (Tabela 4), pode-se verificar que houve boa concordância entre os dois métodos na constituição dos grupos.

Conclusão

Os genótipos de soja apresentaram comportamento diferenciado quanto à tolerância à condição de estresse hídrico, induzido pelo polietileno glicol, na germinação das sementes.

A cultivar Embrapa 48 apresentou a maior tolerância à seca, tendo apresentado a menor redução nas características avaliadas.

Comparando os resultados obtidos pela análise multivariada e os resultados obtidos pelo método de agrupamento de Scott-Knott, pode-se verificar que houve boa concordância entre os dois métodos na constituição dos grupos.

O método utilizado e o procedimento estatístico adotado permitiram diferenciar as cultivares de soja em um curto período de tempo.

Referências

BOREM, A. *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa: UFV, 1999.

BRACCINI, A.L. *Relação entre potencial hídrico, condicionamento osmótico e qualidade fisiológica de sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. 1996. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

BRACCINI, A.L. et al. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. *Rev. Bras. Sementes*, Brasília, v. 18, n. 1, p. 10-16, 1996.

BRACCINI, A.L. et al. Influência do potencial hídrico induzido por polietilenoglicol na qualidade fisiológica de sementes de soja. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 33, n. 9, p. 1451-1459, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992.

CASAGRANDE, E.C. et al. Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.*, Campinas, v. 13, n. 2, p. 168-184, 2001.

CODETEC-Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola. *Guia de Produtos 2005*. Cascavel: Codetec, 2005. 147p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997.

CRUZ, C.D.; VIANA, J.M.S. A methodology of genetic divergence analysis based on sample unit projection on two-dimensional space. *Rev. Bras. Genet.*, Ribeirão Preto, v. 17, n. 1, p. 69-73, 1994.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. *Cultivares de soja 2003/2004: Região Centro-Sul*. Londrina: Embrapa Soja; Fundação Meridional, 2003. (Documentos, 223).

FARIAS, J.R.B. et al. Caracterização das respostas da cultura da soja aos elementos do clima. *Resultados de pesquisa da Embrapa Soja*. Londrina: Embrapa Soja, 1999. (Documentos, 142).

MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiol.*, Rockville, v. 51, p. 914-916, 1973.

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.

NEUMAIER, N. et al. O. Bases agrônômicas e fisiológicas das respostas da soja à disponibilidade hídrica. In: EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Resultados de pesquisa da Embrapa Soja 2000: ecofisiologia e biologia molecular*. Londrina: Embrapa Soja, 2001. p. 8-12. (Documentos, 164).

OYA, T. et al. Drought tolerance characteristics of Brazilian soybean cultivars. *Plant Prod. Sci.*, Tokyo, v. 7, n. 2, p. 129-137, 2004.

ROCHA, V.S. et al. Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja. *Rev. Bras. Sementes*, Brasília, v. 6, n. 2, p. 51-66, 1984.

ROSSETO, C.A.V. et al. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, da qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, p. 97-105, 1997.

SA, M.E. *Relações entre qualidade fisiológica e disponibilidade hídrica e desempenho de sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. 1987. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

SAS Institute. *System for information 6.11*. Cary: SAS Inst., 1996.

SCAPIM, C.A. *et al.* Avaliação da diversidade genética em *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, por meio da análise multivariada. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 6, n. 266, p. 347-356, 1999.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. *Biometrics*, Washington, D.C., v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

STATSOFT. *Statistica*: data analysis software system, version 7. Tulsa, 2004. Disponível em: <<http://www.statsoft.com>>.

Acesso em: 25 jul. 2005.

TURNER, N.C. Further progress in crop water relations. *Adv. Agron.*, San Diego, v. 58, p. 293-338, 1997.

VILLELA, F.A. *et al.* Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6000 e da temperatura. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 26, p. 1957-1968, 1991.

Received on September 06, 2006.

Accepted on August 22, 2007.