

ESTUDO DE ÍNDICES DE TOLERÂNCIA A SALINIDADE EM GENÓTIPOS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

ANDERSON DA SILVA RODRIGUES¹; EVANDRO EHLERT VENSKE¹; AIRTON DA SILVA ROSA¹; RODRIGO DANIELOWSKI²; ANTONIO COSTA DE OLIVEIRA³; LUCIANO CARLOS DA MAIA³

¹Estudante de Agronomia, FAEM/UFPEL – rodrigues_as@yahoo.com.br rosaaирton@hotmail.com

²Eng. Agrônomo, estudante de pós-graduação FAEM/UFPEL – rodrigodanielrs@gmail.com

³Eng. Agr. Professor do Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPEL – acostol@terra.com.br
lucianoc.maia@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de arroz (*Oryza sativa* L.) (FAOSTAT, 2013). O Estado do Rio Grande do Sul responde por mais de 60% da produção nacional, com níveis de produtividade superiores a 7 t ha⁻¹ (CONAB, 2015). A salinidade dos solos é um dos estresses abióticos mais severos ao crescimento e desenvolvimento da cultura (MUNNS e TESTER, 2008). Estima-se que até o ano de 2050 aproximadamente 50% dos solos agricultáveis apresentarão algum tipo de limitação devido à salinidade presente nos solos (FAO, 2006). Esta situação preocupa, uma vez que estimativas da FAO apontam que em 2030 a população mundial deverá ser de 8,3 bilhões de habitantes (FAO, 2010). A avaliação de genótipos de arroz em resposta a estresses abióticos é uma das estratégias de pré-melhoramento que tem como objetivo identificar genótipos tolerantes. Desta forma os genótipos superiores podem ser empregados diretamente nos sistemas produtivos ou então entrarem na composição de cruzamentos, com o intuito de aliar características produtivas e tolerância a estresses.

O presente estudo tem como objetivo avaliar as correlações entre os índices em estudo.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado com 24 genótipos de arroz. A solução nutritiva fornecida foi a proposta SINGH et al., (2010). O estresse foi proporcionado pela adição de NaCl P.A., nas concentrações de 0 e 90 mM. O cultivo foi realizado em casa de vegetação em um sistema constituído por tanques com capacidade de 20 litros e bandejas flutuantes (*floating*) com 48 células. As soluções nutritivas foram substituídas semanalmente e o pH foi verificado diariamente. As plântulas previamente germinadas foram transplantadas para as bandejas, recebendo a solução nutritiva normal (0 mM NaCl) por sete dias. Posteriormente a solução nutritiva foi substituída, e se deu início aos tratamentos com as respectivas concentrações de NaCl. Após o período de 21 dias, todas as plantas foram avaliadas em função do comprimento da parte aérea (CPA), sendo os comprimentos obtidos com régua graduada em centímetros. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial com 24 genótipos e 2 concentrações de NaCl (24X2). Com as médias de cada tratamento foram então obtidos os índices de acordo com cada metodologia empregada neste estudo. Foi utilizado o índice de tolerância ao estresse (STI) e comprimento médio geométrico (CMG), ambos adaptados de FERNANDEZ (1992); índice de tolerância (TOL) (ROSIELLE E HAMBLIN, 1981); índice de suscetibilidade ao estresse (SSI) (FISCHER E MAURER, 1978); índice de rendimento (IR) (GAVUZZI et al., 1997), taxa de redução de comprimento (YR)

adaptado de (GOLESTANI-ARAGHI E ASSAD, 1998) e média harmônica (HAM) (JAFARI et al., 2009), a fim de se avaliar a estabilidade de genótipos em condições de stress e não-stress. Após a coleta de dados, estes foram analisados com o uso do programa Action Stat 3.1

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de correlação dos genótipos pode ser visualizada na tabela 1. Na diagonal superior, estão correlacionados os índices de tolerância para comprimento de raiz, e na diagonal inferior, correlacionados os índices de tolerância para comprimento de raiz.

Tabela 1: Resultado da análise da Correlação de Spearman dos índices de tolerância a salinidade.

Índices	SSI	IC	STI	HAM	TOL	YR	CMG	DR
SSI	1	0,27 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,98 ^{**}	1,00 ^{**}	-0,15 ^{ns}	1,00 ^{**}
IC	0,49 ^{**}	1	0,87 ^{**}	0,88 ^{**}	0,14 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,87 ^{**}	0,27 ^{ns}
STI	0,16 ^{ns}	0,91 ^{**}	1	1,00 ^{**}	-0,30 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	1,00 ^{**}	0,00 ^{ns}
HAM	0,17 ^{ns}	0,92 ^{**}	1,00 ^{**}	1	-0,30 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	1,00 ^{**}	-0,15 ^{ns}
TOL	0,97 ^{**}	0,30 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	1	0,98 ^{**}	-0,30 ^{ns}	0,98 ^{**}
YR	1,00 ^{**}	0,49 ^{**}	0,16 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,97 ^{**}	1	-0,15 ^{ns}	0,98 ^{**}
CMG	0,16 ^{ns}	0,91 ^{**}	1,00 ^{**}	1,00 ^{**}	-0,03 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1	-0,15 ^{ns}
DR	1,00 ^{**}	0,49 ^{**}	0,16 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,97 ^{**}	1,00 ^{**}	0,16 ^{ns}	1

ns e **: não-significativo e significativo a 5% de probabilidade de erro. Índice de suscetibilidade ao estresse = SSI; índice de rendimento = IR; índice de tolerância ao estresse = STI; média harmônica = HAM; índice de tolerância = TOL; taxa de redução de comprimento = YR; comprimento médio geométrico = CMG; desempenho relativo = DR.

Para comprimento de raiz, que se encontra na diagonal superior, o índice de tolerância ao estresse (STI), que é definido como uma ferramenta útil para determinar genótipos com alta produtividade e alta tolerância ao estresse (FERNANDEZ, 1992), correlacionou-se forte e positivamente com índice de rendimento (IR). De acordo com FERNANDEZ (1992) e GAVUZZI et al. (1997), quanto maior os valores desses índices, mais tolerantes ao estresse o genótipo será. A média harmônica (HAM) correlacionou-se positiva e fortemente com índice de rendimento (IR) e ao índice de tolerância ao stress (STI). O índice de tolerância (TOL) obteve uma correlação positiva forte somente com o índice de suscetibilidade ao estresse (SSI). A taxa de redução de comprimento (YR) teve a correlação forte e positiva com a tolerância (TOL). Quanto menor os valores da taxa de redução de comprimento (YR) e do índice de tolerância (TOL), os genótipos tendem a ter menor prejuízo quando submetido ao estresse (GOLESTANI-ARAGHI E ASSAD, 1998), (ROSIELLE, HAMBLIN, 1981). O comprimento médio geométrico (CMG) demonstrou uma forte correlação positiva com índice de rendimento (IR), índice de tolerância ao estresse (STI) e a média harmônica (HAM). O desempenho relativo (DR) obteve uma correlação forte e positiva com o índice de suscetibilidade as estresse (SSI), com o índice de tolerância (TOL), e com a taxa de relação de redução (YR).

No comprimento de parte aérea que se encontra na diagonal inferior, a correlação entre o índice de suscetibilidade ao estresse (SSI) e o índice de rendimento (IR) foi fraca e positiva. O índice de suscetibilidade ao estresse (SSI), é sugerido para avaliar os genótipos que apresentam redução mínima na produção em relação ao ambiente controle, e geralmente este índice favorece genótipos com baixo potencial de rendimento. Ele correlacionou-se positivamente com o índice de tolerância (TOL) e com a taxa de redução de comprimento (YR), resultados que assemelham-se com o estudo feito em trigo por ASHRAF et al. (2015). O índice de rendimento (IR) não apresentou correlação com o índice de tolerância (TOL), e com a taxa de redução de comprimento (YR), apresentou uma correlação positiva fraca. Com os demais índices, foram observadas correlações positivas e fortes. A média harmônica (HAM) demonstrou uma correlação forte positiva com o índice de comprimento médio geométrico (CMG), sendo que JAFARI et al. (2009), KRISTIN et al. (1997), afirmam que valores mais altos desses índices são mais desejáveis. O índice de tolerância (TOL) apresentou uma correlação forte e positiva com a taxa de redução de comprimento (YR). Quanto menor o valor do índice de tolerância, mais estável o genótipo demonstra nas duas condições (ROSIELLE, HAMBLIN, 1981). O desempenho relativo teve correlação forte e positiva com os mesmos índices do comprimento de raiz, porém também apresentou correlação forte e positiva com o índice de rendimento (IR).

A partir da análise do quadro de correlação, é possível verificar a formação de dois grupos de índices, o grupo 1 é composto pela média harmônica, comprimento médio geométrico, índice de tolerância ao estresse e índice de rendimento, e o grupo 2 composto por desempenho relativo, índice de suscetibilidade ao estresse, índice de tolerância e a taxa de redução de comprimento.

4. CONCLUSÕES

Podemos concluir que tanto para o comprimento de parte aérea (CPA) comprimento de raiz (CRAIZ), os índices média harmônica (HAM), comprimento médio geométrico (CMG), índice de tolerância ao estresse (STI) e de rendimento (IR) são equivalentes e classificaram os genótipos da mesma forma.

O desempenho relativo (DR), o índice de suscetibilidade ao estresse (SSI), índice de tolerância (TOL) e a taxa de redução de comprimento (YR) são equivalentes entre si para ambas as variáveis analisadas.

A combinação de índices pertencentes aos dois grupos é mais eficiente na caracterização de genótipos tolerantes a salinidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAF A., EL-MOHSEN A., ABD EL SHAFI M. A. , GHEITH E. M. S., SULEIMAN H. S.. 2015. Using Different Statistical Procedures for Evaluating Drought Tolerance Indices of Bread Wheat Genotypes. **Advance in Agriculture and Biology**, v.4, p 19-30.

CONAB. **Levantamentos de safra:** 9º Levantamento grãos safra 2014/15. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> . Acesso em: 10 Junho. 2016.

FAO. 2006. **Food and Agriculture Organization** . The state of food security in the world. FAO, Rome, Italy.

FAO. 2010. **Land And Plant Nutrition Management Service**. Acesso em julho de 2016. Disponível em:<http://www.fao.org>

FAOSTAT 2013, **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, The statistics division. Acesso em junho de 2016. Disponível em:<<http://faostat.fao.org/#>>.

FERNANDEZ G. C. J., 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proc. of the Int. Symp. On adaptation of **vegetables and other food crops in temperature and water stress**. Taiwan, p. 257-270.

FISHER. R. A.; MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I Grain yield responses. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.29, n.5, p.897-907, 1978.

GAVUZZI P, RIZZA F, PALUMBO M, CAMPALINE RG, RICCIARDI GL, BORGHI B. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. **Can. J. Plant. Sci.**, v.77, p. 523-531

GOLESTANI -ARAGHI S., ASSAD M. T.1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. **Euphytica**, , v. 103, p.293-299.

JAFARI A. A., PAKNEJAD F., JAMIL-AHMADI M. 2009. **Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (Zea mays L.) hybrids**. **Int. J. Plant. Prot.**, 3: 33-38.

KRISTIN A. S., SENRA R. R., PEREZ F. I., ENRIQUEZ B. C., GALLEGOS J. A. A., VALLEGO P. R., WASSIMI N., KELLEY J. D.1997. Improving common bean performance under drought stress. **Crop Science**, v. 37, p. 43-50.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, vol. 59, p. 651–681. Jan. 2008.

ROSIELLE A. A., HAMBLIN J.1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment, **Crop Science**, 21: 943-946.

SINGH R.K.; FLOWERS T.J. The physiology and molecular biology of the effects of salinity on rice. In **Handbook of Plant and Crop Stress** Third Edition edited by M.Pessarakli. Publisher: Taylor and Francis, Florida, USA. 2010. p. 899-939