

TEORES DE CLOROFILA EM FAMÍLIAS MUTANTES DE ARROZ EM CONDIÇÃO DE DÉFICIT HÍDRICO NO PERÍODO REPRODUTIVO

RAYMOND JOSEPH¹; LUIS HERMÍNIO CHAIREZ TEJEDA²; DIANA MARCELA
HERNANDEZ HERNANDEZ³; JEDER DA ROCHA MATTOS⁴; EDUARDO
VENSKE⁵; ANTONIO COSTA DE OLIVEIRA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – raymondjoseph509@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – chairez93@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – dianatj6@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – jederrocha@outlook.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – eduardo.venske@yahoo.com.br

⁶Universidade Federal de Pelotas – acostol@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, o arroz (*Oryza sativa* L.) é cultivado em praticamente toda a sua extensão de área sob o sistema de irrigação por inundação. Entretanto, fatores como as mudanças climáticas, danos ao meio ambiente e o elevado custo de irrigação podem obrigar a mudanças no manejo do cereal, como a gradual expansão do cultivo em regimes de irrigação intermitente ou mesmo em sequeiro, cujo sistema traz o inconveniente dos riscos de déficit hídrico (ÁVILA et al., 2015).

O arroz é uma cultura consideravelmente sensível à seca. No entanto, a sensibilidade do arroz a esse estresse abiótico varia com a duração, severidade, estágio de desenvolvimento em que ocorre e, com grande destaque, com a cultivar (SOKOTO et al., 2014). Isso motiva ações do melhoramento genético, visando o desenvolvimento de cultivares tolerantes. Uma promissora abordagem em melhoramento é a utilização de mutagênese induzida. A seca pode causar várias mudanças fisiológicas e morfológicas nas plantas (SOKOTO et al., 2014). Estas alterações envolvem o fechamento estomático, diminuição do alongamento foliar e da altura, menor perfilhamento, menor produção de matéria seca, reduzido peso de grãos e, finalmente, redução da produtividade (ADEJARE; UNEBESSE, 2008). A eficiência fotossintética também é alterada em função da sensibilidade à falta de água. Assim, a avaliação do teor relativo de clorofila por meio de equipamentos portáteis pode ser considerada importante estratégia visando a identificação de genótipos tolerantes à seca, e consequente seleção, em programas de melhoramento.

Neste contexto, esse trabalho teve como objetivo avaliar uma população de linhagens mutantes de arroz quanto aos índices de clorofila quando em condições de estresse por seca no período reprodutivo, almejando com isso selecionar linhagens tolerantes.

2. METODOLOGIA

Foram avaliadas 148 linhagens mutantes de arroz na geração M₃, as quais, obtidas a partir da cultivar BRS Pampeira, por meio de radiação gama (⁶⁰Co) na dose de 250 grays. O trabalho foi conduzido à campo, na Estação Experimental Terras Baixas, pertencente à Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Capão do Leão/RS, na safra 2019/2020. A unidade experimental se constituiu em uma linha de 0,5 metros de comprimento, as quais foram espaçadas em 0,20 m, em uma densidade aproximada de 400 plantas por metro quadrado. O delineamento experimental utilizado foi de blocos aumentados de Federer, utilizando como testemunha intercalar a cultivar BRS Pampeira. As testemunhas

foram dispostas a cada 15 linhas de famílias de mutantes. A adubação e todo o manejo fitotécnico e fitossanitário seguiram as recomendações técnicas para a cultura, à exceção do manejo de irrigação, que se deu diferencialmente (SOSBAI, 2018).

A partir do começo do período reprodutivo um ambiente protegido móvel foi montado (*shelter*) visando permitir a simulação de seca. Para o monitoramento da tensão de água do solo foram utilizados tensiômetros instalados a 0,10 m e 0,15 m de profundidade. O estresse por déficit hídrico foi imposto do estágio reprodutivo R₂ (embrachamento) até dez dias após R₄ (antese) (COUNCE et al., 2000), através da suspensão da irrigação, até a tensão do solo atingir aproximadamente 100kPa.

Aproximadamente uma semana após o início do estresse, as seguintes características foram avaliadas: índice de clorofila A (Cl a); índice de clorofila b (Cl b); relação entre índices de clorofila a/b (Cl a/Cl b) e índice de clorofila total (Cl a + Cl b). As leituras do clorofilômetro foram realizadas em três folhas bandeira provenientes de três plantas diferentes a cada linha, sendo considerado o terço médio de cada folha. Para as leituras dos índices de clorofila utilizou-se um clorofilômetro portátil da marca comercial ClorofiLOG modelo CFL 1030 (Falker Automação Agrícola). Os dados foram submetidos à análises descritivas e de distribuição de frequências. Todas as análises foram realizadas com o software estatístico SAS (Statistical Analysis System 1999) e as figuras através do programa Sigma Plot® 12.1 (Sigma Plot, 2012).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as estatísticas descritivas e na Figura 1 as distribuições de frequências referentes às variáveis estudadas. De modo geral, é possível observar que as linhagens mutantes apresentam importante variabilidade genética para os referidos caracteres. Assim, verifica-se a ocorrência de linhagens tanto inferiores como superiores ao desempenho da cultivar que as originou.

A única variável que apresentou distribuição assimétrica positiva foi RCl a/b, sendo que para as demais variáveis as distribuições foram mais homogêneas, com valores de assimetria mais baixos. Todas as variáveis apresentaram distribuição leptocúrtica, em que ocorre uma maior concentração das classes de genótipos ao redor da média. Os valores de variância apontam Cl total como a variável na qual existe maior variabilidade genética na população, e RCl a/b, aquela na qual a variabilidade é menor. No presente estudo, o coeficiente de variação é outra medida de variabilidade, e não de precisão experimental, devido ao delineamento utilizado. Segundo esse parâmetro, Cl b é a variável na qual a população apresenta maior variabilidade, e, portanto, não corrobora com a variância.

Neste trabalho foi possível observar que o teor de clorofila a foi maior do que a clorofila b, conforme esperado. A clorofila a é o pigmento verde utilizado para realizar a fase fotoquímica, enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios, como é o caso da Cl b (STREIT et al., 2005; MORO et al., 2015). Além disso, o estresse hídrico é um dos estresses abióticos que pode promover redução na fotossíntese e maior degradação de clorofila totais, cl a, cl b e uma limitação de síntese indicando que sob estresse as plantas parecem necessitar de rotas alternativas de dissipação de energia a fim de evitar problemas de fotoinibição e fotoxidação (MARQUES, 2009).

A variável RCl a/b foi a que apresentou menor variabilidade conforme pode ser observado na Figura 1C. Um fato relatado em diversas literaturas é a

ocorrência de menores relações entre índices de clorofila a/b em plantas ou folhas sombreadas (TAIZ et al., 2006; HIKOSAKA et al., 1995). Neste trabalho isto pode ter ocorrido em razão do estresse por falta de água, a arquitetura das folhas e o próprio ambiente protegido (shelter) em que as plantas foram submetidas. Todos estes são fatores que podem promover a redução da intensidade de luz nas plantas ou folhas e consequentemente, menores relações entre os índices de clorofila (JINWEN et al., 2009).

Tabela 1. Estatística descritiva dos caracteres de índices de clorofila avaliados na população de linhagens mutantes M₃ de arroz e na cultivar original BRS Pampeira. CGF/FAEM/UFPeL, EMBRAPA, 2020.

Caracteres	Pop	Pam	V.mín.	V.max.	S	K	σ^2	CV (%)
Cl ¹ a	30,03	30,58	23,66	35,53	-0,06	0,73	4,61	7,15
Cl b	9,87	9,73	6,28	12,65	-0,22	0,69	1,09	10,58
RCl a/b	3,06	3,14	2,41	4,11	0,80	1,52	0,08	9,38
Cl total	39,90	40,41	30,85	47,33	-0,31	0,73	8,12	7,14

¹Cl = clorofila; Pop= Média da população; Pam= Média da cultivar BRS Pampeira; V.min. = Valor mínimo; V.máx. = Valor máximo; S= Coeficiente de assimetria; K=Curtose; σ^2 = variância; CV = Coeficiente de variação.

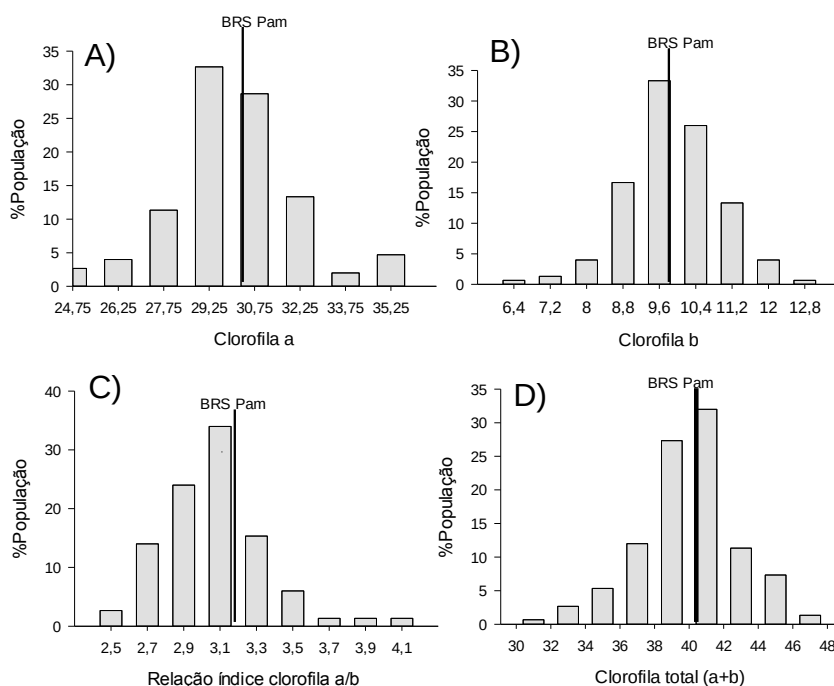


Figura 1. Distribuição de frequências de 148 linhagens mutantes de arroz na geração M₃ bem como da cultivar original BRS Pampeira quanto aos índices de clorofila em função do estresse hídrico durante o período reprodutivo. A) clorofila a; B) clorofila b; C) relação entre clorofilas a/b; D) clorofila total. BRS Pam: BRS Pampeira (testemunha) sob estresse.

4. CONCLUSÕES

Há expressiva variabilidade genética entre as linhagens mutantes para teores de clorofila, incluindo diversas linhagens superiores à cultivar que as originou. Isto pode representar potenciais genótipos tolerantes à seca.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEJARE, F.B.; UNEBESSE, C.E. Water Stress Induces Cultivar Dependent Changes in Stomatal Complex, Yield and Osmotic Adjustments in *Glycine max* L. **International Journal of Agricultural Research**, 3, 287-295, 2008.
- ADRIANA LIMA MORO¹; FERNANDO BROETTO² E EDEMAR MORO. Relação hídrica e teor de clorofila em dois cultivares de arroz submetido à deficiência hídrica e adubação silicatada. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 3, p. 570-586, julho - setembro, 2015
- AVILA, L.A. de; MARTINI, L.F.D.; MEZZOMO, R.F.; REFATTI, J.P.; CAMPOS, R.; CEZIMBRA, D.M.; MACHADO, S.L.O.; MASSEY, J.H.; CARLESSO, R.; MARCHESAN, E. Rice water use efficiency and yield under continuous and intermittent irrigation. **Agronomy Journal**, v. 107, n. 2, p. 442-448, 2015.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A Uniform, Objective, and Adaptive System for Expressing Rice Development. **Crop Science**, v. 40, p. 438–441, 2000.
- GOMES, Frederico Pimentel. Curso de Estatística Experimental. 13.ed. Piracicava: ESALQ, 1990. 451 p.
- HIKOSAKA, K.; TERASHIMA, I. A model of the acclimation of photosynthesis in the leaves of C3 plants to sun and shade with respect to nitrogen use. **Plant Cell Environment**, v.18, p.605–618, 1995.
- JINWEN, L.; JINGPING, Y.; PINPIN, F.; JUNLAN, S.; DONGSHENG, L.; CHANGSHUI, G.; WENYUE, C. Responses of rice leaf thickness, SPAD readings and chlorophyll a/b ratios to different nitrogen supply rates in paddy field. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.114, n.3, p.426–432, 2009.
- MARQUES, D. J. Estresse mineral induzido por fertilizantes potássicos em plantas de berinjela (*solanum melogena* L.) e seu efeito sobre parâmetros agrônômicos e metabólicos. 2009. 168f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP. Botucatu. 2009.
- NASCENTE, A.S.; KLUTHCOUSKI, J.; RABELO, R.R.; OLIVEIRA, P.; COBUCCI, T.; CRUSCIOL, C.A.C. Produtividade do arroz de terras altas em função do manejo do solo e da época de aplicação de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.1, p. 60-65, 2011.
- PENG, S.; GARCÍA, F.V.; LAZA, R.C.; CASSMAN, K.G. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration. **Agronomy Journal**, v.85, n.5, p.987-990, 1993.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS: Statistical Analysis System-Getting Started with the SAS Learning Edition. Cary, NC: **SAS Institute Inc.**, 1999.
- STREIT, N.M., CANTERLE, L.P., CANTO, M.W., HECKTHEUER, L.H.H. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p. 748-755, 2005.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. **SOSBAI**, 2018.
- SOKOTO, M.B.; MUHAMMAD, A. Response of Rice Varieties to Water Stress in Sokoto, Sudan Savannah, Nigeria. **Journal of Biosciences and Medicines**, 2, 68-74, 2014.
- SIGMAPLOT. **Scientific Graphing Software**. Version 14.0. 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sinauer Associates, Sunderland. 2004. 452p.