

CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERES DE IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA EM ARROZ SOB CONDIÇÕES ÓTIMAS E DE DÉFICIT HÍDRICO

DIANA MARCELA HERNANDEZ HERNANDEZ¹; RAYMOND JOSEPH²; VIVIANE KOPP DA LUZ³; HENRIQUE PASQUETTI CARBONARI⁴; EDUARDO VENSKE⁵; ANTONIO COSTA DE OLIVEIRA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – dianatj6@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – raymondjoseph509@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – vivikp05@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – he.carbomari@gmail.com

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

⁶Universidade Federal de Pelotas – acostol@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais cultivados do mundo, servindo como fonte de aminoácidos e carboidratos para a alimentação humana. O Brasil participa com 78% da produção do Mercosul, com uma produção aproximada de 12 milhões de toneladas, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor nacional, com 70% do total produzido no país (SOSBAI, 2018).

O cultivo do arroz no sul do Brasil se dá majoritariamente por irrigação por inundação, entretanto, existe uma forte pressão para que este sistema seja substituído pelo cultivo em sequeiro, devido à atual escassez de água. Dentre os principais estresses abióticos que afetam o desenvolvimento e a produtividade das culturas em sequeiro estão àqueles relacionados a condições extremas como a seca. Dessa maneira é de suma importância em programas de melhoramento genético o estudo de correlação entre caracteres agronômicos para a tolerância ao déficit hídrico em arroz. A correlação entre as variáveis é importante quando se deseja realizar a seleção simultânea entre características ou quando o caractere de interesse apresenta baixa herdabilidade ou difícil mensuração e identificação e existe outro de mais fácil avaliação correlacionado com este (CRUZ; REGAZZI, 2001). São escassos, porém, estudos que realizaram a análise de correlação a partir de dados transformados em termos de desempenho relativo estresse por seca/controle.

O trabalho teve como objetivo elucidar a associação entre caracteres de importância agronômica em arroz a partir de medidas de desempenho relativo de genótipos sob condição de déficit hídrico.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido à campo na Estação Experimental Terras Baixas, pertencente à Embrapa Clima Temperado, no município do Capão do Leão-RS. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições. A semeadura dos genótipos foi constituída de 60 sementes por linha de 0,5 metros, com uma distância entre linhas de 0,17 metros. Para simular a condição de déficit hídrico as plantas foram mantidas em um ambiente protegido (*shelter*), constituído de arcos cobertos com filme de polietileno. Foi utilizado no experimento quatro cultivares de arroz: BRS Pampeira e Irga 424 (sensíveis à seca), BRSGO Serra Dourada e BRS Esmeralda (tolerantes).

Para o monitoramento da tensão de água do solo foram utilizados tensiômetros instalados a 0,10 m e 0,15 m de profundidade em cada unidade experimental. As plantas foram submetidas ao estresse hídrico em dois estádios de desenvolvimento (estádio vegetativo e estágio reprodutivo).

No experimento realizado no estágio vegetativo o estresse por déficit hídrico foi iniciado no estágio V₃ (COUNCE et al., 2000), através da suspensão da irrigação, até a a tensão do solo atingir 50kPa e continuado por um período de 10 dias. Neste estágio foram avaliadas as seguintes variáveis: comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, número de folhas, matéria seca de parte aérea e matéria seca de raiz. Para o experimento no estágio reprodutivo o estresse por déficit hídrico foi iniciado no estágio R₀ (COUNCE et al., 2000), através da suspensão da irrigação, quando a tensão do solo atingiu 50kPa e continuado por um período de 10 dias, sendo que após esse período as plantas foram submetidas novamente ao sistema de irrigação por inundação. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta, comprimento de panícula, número de panículas, peso da panícula, peso total de grãos da linha, índices de clorofila e flavonóides, e balanço de nitrogênio.

Os índices de clorofila, flavonóides e balanço de nitrogênio, foram aferidos com auxílio de clorofilômetro (modelo Dualex FORCE-A, Orsay, France), a partir da leitura da área central da folha bandeira de cinco plantas ao acaso. O índice de Flv foi deduzido a partir de propriedades de absorção UV de flavonóides. A relação entre Chl/Flv permite a estimativa do índice de NBI (ABDALLAH, 2012).

Para todas as variáveis foram realizados cálculos percentuais de desempenho relativo (aumento ou redução), considerando-se 100% o valor absoluto do tratamento controle (sem déficit hídrico), isto é, a razão desempenho sob estresse / controle.

A partir dos dados obtidos foi montada uma matriz de correlação de Pearson, objetivando compreender as correlações para combinações duas a duas, entre os atributos estudados. A análise estatística foi realizada com o auxílio do software estatístico SAS (SAS LEARNING EDITION, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da correlação de Pearson. Pode-se observar no estágio reprodutivo a ocorrência de correlação negativa entre os parâmetros altura de planta e índice de balanço do nitrogênio (-0,65), e também para altura de planta e nível de clorofila (-0,62). Possivelmente plantas mais altas utilizem mais nitrogênio para o seu crescimento, e as mais baixas o acumulem nos pigmentos fotossintetizantes. Deve ser salientado que estudos demonstram que a deficiência hídrica de fato afeta a absorção e o movimento de nutrientes (AULAKH, 2005), o que pode ter efeito nas associações observadas.

Os efeitos do déficit hídrico são classificados como, efeito primário, onde ocorre a redução do potencial hídrico, desidratação celular, resistência hídrica, e efeitos secundários resultando em redução da expansão celular/foliar, redução das atividades celulares e metabólicas, fechamento estomático, inibição fotossintética, abscisão foliar, alteração na partição do carbono, desestabilização de membranas e de proteínas, produção de EROs, citotoxicidade iônica e morte celular (TAIZ; ZEIGER, 2017). Os efeitos da disponibilidade hídrica se prolongam após a emergência do eixo embrionário, com reflexos sobre o desenvolvimento das plântulas (TAIZ; ZEIGER, 2017). Com outras palavras, a associação entre os caracteres é muitas vezes consideravelmente complexa sob estresse.

Tabela 1. Coeficientes de correlação simples de Pearson entre os caracteres de desempenho relativo de altura da planta (AR), complemento de panícula (CPR), peso da panícula (PPR), peso total de grãos da linha (PTG), número de panículas (NPR), Índice de balanço do nitrogênio (NBI.R), nível de clorofila (Chl.R), flavonóides (FlavR), avaliados no estágio reprodutivo, e os caracteres de desempenho relativo de comprimento parte aérea (CPAV), comprimento de raiz (CRV), número de folhas (NFV), matéria seca de parte aérea (MSPAV), matéria seca de raiz (MSRV) avaliados no estágio vegetativo.

	AR	CPR	PPR	PTG	NPR	NBI.R	Chl.R	FlavR	CPAV	CRV	NFV	MSPAV	MSRV
AR	1	0,50 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,56 ^{ns}	-0,65*	-0,62*	0,03 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,12 ^{ns}
CPR		1	-0,06 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,37 ^{ns}	-0,45 ^{ns}	-0,54 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	-0,52 ^{ns}	-0,51 ^{ns}
PPR			1	0,25 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,36 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-0,47 ^{ns}
PTG				1	0,39 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,35 ^{ns}
NPR					1	-0,61*	-0,56 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,31 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,14 ^{ns}
NBI.R						1	0,82*	-0,13 ^{ns}	-0,00 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,36 ^{ns}
Chl.R							1	0,34 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	-0,39 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,23 ^{ns}
FlavR								1	-0,37 ^{ns}	-0,52 ^{ns}	-0,51 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,16 ^{ns}
CPAV									1	0,65*	0,68*	-0,35 ^{ns}	-0,24 ^{ns}
CRV										1	0,57 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,11 ^{ns}
NFV											1	0,30 ^{ns}	0,12 ^{ns}
MSPAV												1	0,62*
MSRV													1

*Valores significativos ao nível de 5% de probabilidade de erro. NS: não significativo

Pode-se também observar que o número de panículas teve correlação negativa com o nível de nitrogênio (-0,61). Tendo em conta que a deficiência hídrica reduz o número de panículas (HEINEMANN; STONE, 2009) e aumenta o número e tamanho de folhas (CAKIR, 2004), isto parece estar bem justificado. Esses resultados sugerem que devido à absorção, movimento de nutrientes e a relação fonte-dreno, as plantas com elevado número de panículas podem motivar uma maior translocação de Nitrogênio das folhas para os órgãos-dreno (grãos).

Observa-se também que o nível de clorofila também se correlaciona positivamente com o índice de balanço de N, sendo esta a correlação de maior magnitude (0,82). Esta relação é atribuída, principalmente, ao fato de que a maioria do N total das folhas é integrante de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (CHAPMAN; BARRETO, 1997). No estágio vegetativo obteve-se correlação positiva entre o comprimento da parte aérea e o comprimento da raiz (0,65), assim como entre número de folhas e comprimento da parte aérea (0,68), e massa seca de raiz e massa seca de parte aérea (0,62), como previamente esperado. Dessa maneira os resultados sugerem que as plantas maiores com maior número de folhas apresentam maior massa seca. Também pode ser verificado que para nenhuma das variáveis analisadas ocorreram correlações significativas entre os diferentes estádios de desenvolvimento da planta (vegetativo e reprodutivo).

4. CONCLUSÕES

Em condições de estresse por déficit hídrico as plantas de arroz apresentam aumento do nível de nitrogênio e clorofila quando há redução da altura. Poucos pares de caracteres são correlacionados em arroz a partir de desempenho relativo em condições de seca e controle. Existe maior interdependência entre caracteres avaliados no estágio reprodutivo do que entre caracteres avaliados no desenvolvimento inicial. Não foi possível inferir nenhuma associação entre as variáveis analisadas em diferentes estádios de desenvolvimento do arroz sob condição de estresse hídrico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, F. B.; GOFFART, J. P. Potential indicators based on leaf flavonoids content for the evaluation of potato crop nitrogen status. In: **11th ICPA Indianapolis Mi USA**: p.1-18, 2012.
- AULAKH, M. S.; MALHI, S. S. Interactions of nitrogen with other nutrients and water: Effect on crop yield and quality, nutrient use efficiency, carbon sequestration, and environmental pollution. **Advances in agronomy**, v. 86, p. 341-409, 2005.
- CAKIR, R. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. **Field Crops Research**, v. 89, n. 1, p. 1-16, 2004.
- CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.
- COUNCE P. A., TERRY, C. K., AND MITCHELLA, A.J. Uniform, Objective, and Adaptive System for Expressing Rice Development. **Crop Science**, v. 40, p. 438–441, 2000.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 390 p
- DA SILVA, J. T. Resposta do arroz irrigado à deficiência hídrica em diferentes fases de desenvolvimento da planta. **Embrapa Clima Temperado-Tese/dissertação (ALICE)**, 2018.
- GAO, Y. et al. Effect of Drought–Flood Abrupt Alternation on Rice Yield and Yield Components. **Crop Science**, v. 59, n. 1, p. 280-292, 2019.
- HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F. Efeito da deficiência hídrica no desenvolvimento e rendimento de quatro cultivares de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 134-139, 2009.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS: Statistical Analysis System-Getting Started with the SAS Learning Edition. **Cary, NC: SAS Institute Inc.**, 2002. 86p.
- SOSBAI – SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. XXXII Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Cachoeirinha-RS, Brasil, 2018. 100p.
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.
- VALENTE, P. T. Eventos extremos de precipitação no Rio Grande do Sul no Século XX a partir de dados de reanálise e registros históricos. 2018.