

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO ARROZ: TEORIA À PRÁTICA DE CAMPO

Jasmim Angélica Duarte Enciso
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul
jasmim.enciso@estudante.ifms.edu.br

Gabriel Henrique de Olanda Souza
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul
gabriel.souza4@estudante.ifms.edu.br

Thayza Fernandes Ladislau
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul
thayza.ladislau@estudante.ifms.edu.br

Cristiana Maia de Oliveira
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul
cristiana.oliveira@ifms.edu.br

Leandro Martins Ferreira
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul
leandro.ferreira@ifms.edu.br

RESUMO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial. Sua importância é destacada principalmente em países em desenvolvimento, tais como o Brasil, desempenhando papel estratégico em níveis econômico e social. Este trabalho teve como objetivo verificar a adaptabilidade de variedades de arroz de sequeiro em Naviraí, MS. Para isto, foi desenvolvido um experimento a campo na área experimental do IFMS contendo dez variedades de arroz em um delineamento em blocos ao acaso. As plantas foram coletadas por grupos de estudantes para a realização da atividade prática de análise de componentes de produção e parâmetros de produtividade. Após a realização das análises em laboratório, os alunos responderam ao desafio proposto para avaliar se a variedade de arroz selecionada poderia ser indicada para a região. A realização desta atividade prática permitiu como principal aprendizado a reaproximação dos estudantes com o professor em um momento de pandemia, o desenvolvimento de um ambiente rico em questionamentos e a melhor compreensão dos conteúdos ministrados, o que demonstra a importância da realização de atividades práticas no curso superior de Agronomia.

Palavras-chave: Cereais; *Oryza sativa* L.; Componentes de produção.

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A produção anual de arroz é de aproximadamente 606 milhões de toneladas. Nesse cenário, o Brasil participa com 13.140.900 t (2,17% da produção mundial) e destaca-se como único país não-asiático entre os 10 maiores produtores (FAO, 2006).

O arroz de terras altas (*Oryza sativa* L.) adapta-se a solos ácidos e de baixa fertilidade natural, motivo pelo qual essa cultura normalmente é utilizada como antecessora a cultivos de milho e soja (BARRETO *et al.*, 2002), ou em sistemas de integração lavoura-pecuária em áreas de pastagens em fase de recuperação (MACEDO, 2009; FERREIRA & SANTIAGO, 2012).

A produtividade do arroz é influenciada pelo cultivar utilizado, além de ser dependente do manejo adotado para o cultivo do arroz de terras altas (BUZETTI *et al.*, 2006). Os fatores climáticos como precipitação, temperatura, fotoperíodo e radiação solar também interferem no desenvolvimento de arroz de terras altas, nesse caso é necessário realizar a adequação na época de semeadura, para que haja melhores condições climáticas em cada fase da cultura do arroz de terras altas (MEIRELLES, 2018).

Em todo o mundo, aproximadamente 27 milhões de hectares de arroz são cultivados nas terras altas. O arroz de sequeiro, em decorrência do seu sistema de cultivo, é extremamente dependente do regime pluviométrico e pela ocorrência de estiagens prolongadas, estando sujeito ao estresse da seca (ZU *et al.*, 2017), sendo uma das principais restrições ambientais, reduzindo severamente a produtividade do arroz (HU & XIONG, 2014).

O estresse hídrico afeta diversos processos bioquímicos, fisiológicos e morfológicos nas plantas, e as respostas comumente dependem do genótipo, do estágio de desenvolvimento da planta, e da duração e da severidade do estresse (VIDAL *et al.*, 2005). Em plantas sob essa condição, há aumento da resistência difusiva ao vapor de água mediante o fechamento dos estômatos, o que reduz a transpiração e o suprimento de CO₂, além de diminuir o crescimento celular e aumentar a fotorrespiração (SHINOZAKI & YAMAGUCHI-SHINOZAKI, 2007). Esses efeitos resultam em perda de vigor, diminuição na altura da planta, aumento na esterilidade do grão de pólen e redução na produtividade (JONGDEE *et al.*, 2006; JAGADISH *et al.*, 2007; JIN *et al.*, 2013). A busca por cultivares de arroz de terras altas tolerantes à seca é reconhecida como a estratégia mais eficiente para aliviar a insegurança alimentar causada pela escassez de água (HUANG *et al.*, 2007).

De acordo com os resultados apresentados por Sato e Reis (2020) no artigo estudo da produção de arroz brasileira e o papel do estado Mato Grosso do Sul, os autores diagnosticaram que no estado de Mato Grosso do Sul a quantidade produzida é insuficiente para atender a demanda da região, necessitando a importação nacional e internacional do produto. Essa

constatação é de suma importância, pois, a rizicultura no estado se mostra com oportunidades a serem discutidas por diversos órgãos a fim de viabilizar seu cultivo.

A escolha do cultivar adequado, de acordo com o local, é de suma importância para um bom desempenho da cultura, uma vez que a produtividade estará diretamente relacionada com o genótipo de cada cultivar, com as condições edafoclimáticas e com o manejo fitotécnico utilizado durante a condução da cultura. Atualmente, há um crescimento na quantidade de materiais de arroz de terras altas disponíveis, sendo necessário verificar qual cultivar deve ser escolhido de acordo com o sistema em que se deseja produzir e as condições do local, levando em consideração o manejo a ser adotado para a cultura (COLOMBARI FILHO; RANGEL, 2015).

De acordo com Colombari Filho *et al.* (2013), o desenvolvimento de qualquer cultura depende da interação genótipo-ambiente, sendo que cada cultivar tem um determinado desenvolvimento de acordo com o local em que é cultivado. Portanto, em cada região é importante a avaliação de cada material nos aspectos de produtividade, adaptabilidade e estabilidade. Segundo Mariotti *et al.* (1976), a adaptabilidade é a capacidade do material responder de forma positiva a uma mudança ambiental, e a estabilidade é a capacidade do material ser produtivo em diferentes ambientes.

Dessa forma, se faz importante a avaliação de cultivares viáveis economicamente à implantação do cultivo no estado de Mato Grosso do Sul, a fim de atender a demanda local, nacional e até mesmo internacional, levando em consideração principalmente as características edafoclimáticas da região.

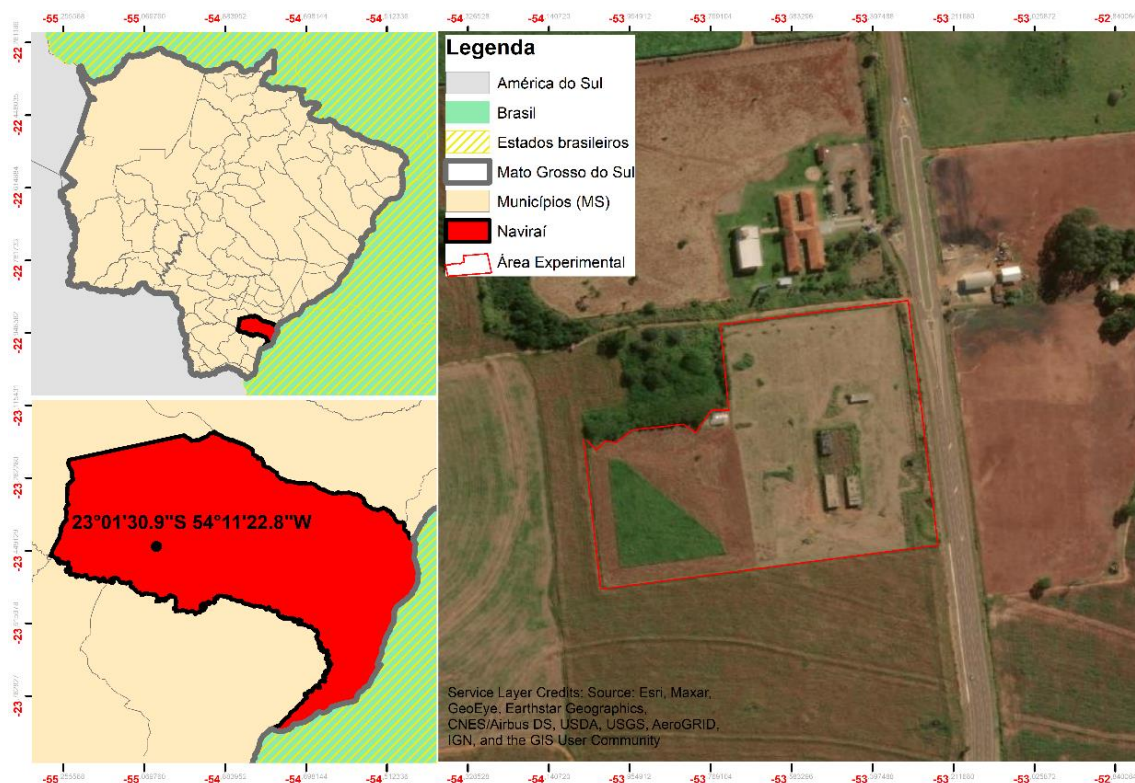
2 DESENVOLVIMENTO

O experimento foi realizado na fazenda escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS), *campus* Naviraí, localizado na rodovia Paulo Rodrigues Santos, BR-141, nas coordenadas 23°01'30.9"S 54°11'22.8"W (Figura 1). O clima predominante da região de Mato Grosso do Sul de acordo com a classificação de Köppen caracteriza-se por Aw (temperaturas elevadas, chuva no verão e seca no inverno) com 45,6% e Am (temperaturas elevadas com alto índice pluviométrico) com 36,6%, representando 82,2% da área total, os outros 17,8% refere-se aos climas Cfa (11,2%), e Af (6,6%) (ALVARES *et al.*, 2013).

O experimento foi realizado em delineamento em blocos ao acaso, contendo 10 variedades de arroz e 4 blocos, totalizando 40 parcelas experimentais. Cada parcela experimental possuía 2,0m² e 20 plantas. O nosso grupo ficou respons^ável pela coleta e determinaç^o das an^{ál}ises da variedade Mira. As plantas foram coletadas ao final do ciclo, no total de 15 plantas, sendo 4 plantas centrais de cada bloco. No bloco 1, s^o havia tr^ês plantas homogêneas que haviam encerrado o ciclo, dessa forma foi coletada uma planta a menos que o recomendado.

Figura 1: Mapa de localizaç^o da ^área experimental.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).



METODOLOGIA

A partir daí elas foram conduzidas ao laborat^ório para a determinaç^o dos componentes de produç^o e parâmetros de produtividade. As seguintes an^{ál}ises foram realizadas: massa de folhas e colmos, tamanho de plantas, número de perfilhos e panículas, número de gr^oos cheios e chochos, massa de cem gr^oos, massa de gr^oos cheios e chochos, cálculo da esterilidade das espiguetas e produtividade.

Para a determinaç^o do tamanho das plantas, utilizou-se uma fita métrica e mediu-se os

três perfilhos maiores de cada planta e fez-se a média aritmética dos três. Contou-se o número de perfilhos e panículas totais. Separou-se cada planta em folha (bainha e lâmina juntos), colmo e panícula. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar na estufa a 60°C por três dias, as folhas e colmos para realizar a massa seca. Secou-se as panículas sobre a bancada com o saco de papel aberto. Após a obtenção do material seco, pesou-se em uma balança de precisão a massa de folhas e colmos e anotou-se na tabela de coleta. Contou-se uma repetição com cem grãos de cada planta e pesou-se na balança de precisão.

ANÁLISE DE GRÃOS CHEIOS E CHOCHOS

Separou-se todos os grãos das panículas em cheios e chochos de cada planta. Pesou-se em uma balança de precisão todos os grãos das panículas cheias e depois chochos de cada planta. Em uma balança com capela de vidro, pesou-se uma repetição de 50 de grãos cheios e uma repetição de 50 grãos chochos de cada planta. Realizou-se uma regra de três simples com os valores obtidos, a partir da pesagem de todos os grãos cheios e chochos de cada planta, e da repetição de 50 grãos cheios e chochos de cada planta para saber o total de grãos cheios e chochos. A obtenção do número total de grãos cheios e chochos foi utilizada para o cálculo de esterilidade das espiguetas. Já a determinação da massa total de grãos cheios foi utilizada para o cálculo de produtividade.

3 RESULTADOS, DESAFIOS E APRENDIZADO

As plantas coletadas foram conduzidas para o laboratório de análises do IFMS, onde foi realizada a determinação dos componentes de produção e parâmetros de produtividade apresentados abaixo na Tabela 1.

Tabela 1: Componentes de produção e parâmetros de produtividade da variedade de arroz de sequeiro Mira.

Control e	Bl .	Variedad e	Tamanho	Perfilho s	Panícula s	Folha s	Colmos	Grãos cheio s	Grãos chochos	100 grão s	
			<i>cm</i>	---	<i>número</i>	-----	<i>g</i>	-----	---	<i>número</i>	<i>g</i>
81		Mira	76	20	18	45,5	23,5	21	1908	0,54	
82	1	Mira	72	11	11	29,5	18,5	29	2012	0,32	
83		Mira	85	19	16	53,5	37,5	211	2050	0,60	
84		Mira	-	-	-	-	-	-	-	-	
85	2	Mira	73	16	11	24	16,5	3	768	0,34	

86		Mira	78	37	20	51	37	14	1742	0,36
87		Mira	75	19	16	27,5	23	30	2158	0,99
88		Mira	76,5	26	22	80	37	194	2328	0,85
89		Mira	91	44	36	108	94,5	0	1459	0,36
90	3	Mira	74,5	23	21	31	35,5	231	3143	1,60
91		Mira	89	22	16	46	45	253	4154	1,82
92		Mira	79	27	15	38,5	30,5	182	1459	1,14
93		Mira	78,5	20	23	31	25,5	202	3480	1,18
94	4	Mira	67,5	30	26	52	48,5	108	3705	0,57
95		Mira	71,3	16	13	25	24	518	4603	0,40
96		Mira	66	23	24	44,5	23,5	0	1908	0,33

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A Esterilidade das espiguetas foi obtida a partir da seguinte regra de três:

38.873 (nº de grãos totais – cheios e chochos) ----- 100%

36.877 (nº de grãos chochos) ----- X

X= 94,86%

Diante desse resultado, podemos observar que houve um alto índice de esterilidade das espiguetas. Resultado este que será discutido nos questionamentos apresentados pela professora.

Na Tabela 2 apresentamos a massa de grãos cheios e chochos, resultado este fundamental para determinar a produção por planta e a produtividade. Pode-se notar que a massa de grãos chochos superou em todas as plantas a massa de grãos cheios.

Tabela 2: Determinação do número de grãos chochos e cheios da variedade Mira

Controle	Bloco	Variedade	Grãos chochos	Grãos cheios
			----- g -----	
81		Mira	8,5	0,32
82	1	Mira	8,96	0,45
83		Mira	9,13	3,27
84		Mira	-	-
85		Mira	3,42	0,05
86	2	Mira	7,76	0,22
87		Mira	9,61	0,46
88		Mira	10,37	3,01
89		Mira	6,5	0
90	3	Mira	14	3,59
91		Mira	18,5	3,93

92		Mira	6,5	2,82
93		Mira	15,5	3,14
94	4	Mira	16,5	1,68
95		Mira	20,5	8,05
96		Mira	8,5	0
Total			164,25	30,99

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A produtividade foi obtida utilizando para o cálculo apenas a massa de grãos cheios. A seguinte regra de três foi realizada:

30,99 g ----- 15 plantas

X ----- 150.000 plantas (número de plantas em um hectare)

$X = 309.900 \text{ g} / 1000$

$X = 309,9 \text{ kg por hectare}$

DESAFIO

A partir das análises realizadas em laboratório, a professora responsável pela disciplina de culturas apresentou uma série de questionamentos que deveríamos responder baseado na literatura disponível sobre a cultura. O objetivo era determinar se a variedade de arroz estudada poderia ser indicada para cultivo na região. As perguntas e respostas encontram-se disponíveis abaixo.

1) A produção da sua variedade está dentro da média nacional para arroz de sequeiro?

Não, pois segundo a CONAB (2020) a média dos últimos cinco anos (2014-2018), o arroz de sequeiro rendeu 2.134 kg/ha, já no experimento considerando 150.000 plantas por ha, houve uma produção de apenas 309,9 kg.

2) O índice de esterilidade da espiguetas está dentro do admitido para a cultura?

Não, houve um alto índice de esterilidade de aproximadamente 94,86%. Em uma pesquisa de Heinemann & Stone (2009) a deficiência hídrica reduziu a produtividade de grãos, pela redução no número de panículas e de grãos por panícula e pelo aumento da esterilidade de

espiguetas. A diferença em produtividade das cultivares de arroz, em condições de deficiência hídrica.

3) Quais fatores vocês consideram que podem ter comprometido a produtividade e a esterilidade da espiguetas?

De acordo com Yoshida (1981), alta esterilidade de espiguetas pode ocorrer com temperaturas acima de 35°C na floração, a fase mais sensível da planta, segundo CLIMA TEMPO (2020) Mato grosso do sul registrou temperaturas acima dos 40°C, onde pode-se influenciar de maneira direta na esterilidade das espiguetas do experimento.

4) Com base nesses parâmetros obtidos você indicaria essa variedade para a região?

Levando em consideração o alto índice de esterilidade da espiguetas associada ao baixo índice pluviométrico e temperatura elevada, não recomenda-se a variedade para a região, pois o arroz de sequeiro, em decorrência do seu sistema de cultivo, é extremamente dependente do regime pluviométrico e pela ocorrência de estiagens prolongadas, estando sujeito ao estresse da seca (ZU *et al.*, 2017), recomendando-se então variedades mais resistentes.

APRENDIZADO

A realização desta prática permitiu uma reaproximação de nós, estudantes, com o campo e o desenvolvimento de um ambiente rico em questionamentos. À medida que avançamos nas análises realizadas, dúvidas e questionamentos iam surgindo e a professora e técnico de laboratório iam nos orientando no caminho que deveríamos seguir para a conclusão do trabalho. Dessa forma, a atividade prática propiciou uma melhor assimilação do conteúdo que estava sendo ministrado apenas de maneira remota por meio de aulas síncronas. A conclusão deste trabalho demonstra a importância de se aliar o conhecimento teórico ao prático em disciplinas do curso de Agronomia no IFMS.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's Climate Classification Map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BARRETO, J.F.; RAMALHO, A.R.; MARTINS, G.C.; UTUMI, M.M.; DIAS, M.C.; XAVIER, J.J.B.N. **Recomendações técnicas para o cultivo do arroz no Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. 11p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular

técnica, 12).

BUZETTI, S.; BAZANINI, G.C.; FREITAS, J.G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; MEIRA, F. A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de cloromequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1731-1737, 2006.

CONAB. **Mapeamento da Conab e da ANA identifica 1,3 milhão de hectares de arroz irrigado**. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3569-mapeamento-da-conab-e-da-ana-identifica-1-3-milhao-de-hectares-de-arroz-irrigado-no-brasil>. Acessado em: 09 jun. 2021.

COLOMBARI FILHO, J. M.; RESENDE, M. D. V.; MORAIS, O. P.; CASTRO, A. P.; GUIMARÃES, E. P.; PEREIRA, J. A.; UTUMI, M. M.; BRESEGHELLO, F. Upland rice breeding in Brazil: a simultaneous genotypic evaluation of stability, adaptability and grain yield. **Euphytica**, Wageningen, v. 192, n. 1, p. 117–129, 2013.

COLOMBARI FILHO, J. M.; RANGEL, P. H. N. Cultivares. IN: BORÉM, A.; RANGEL, P. H. N. **Arroz do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UFV, 2015. p. 84-121.

CLIMA TEMPO. **Campo Grande (MS) quebra recorde histórico de calor mais uma vez**. 2020. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/noticia/2020/10/05/campo-grande-ms-quebra-recorde-historico-de-calor-mais-uma-vez-6035>. Acessado em: 09 jun. 2021

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical databases**. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acessado em: 27 abr. 2021.

FERREIRA, C.M.; SANTIAGO, C.M. (Ed.). **Informações técnicas sobre o arroz de terras altas: estados de Mato Grosso e Rondônia - safras 2010/2011 e 2011/2012**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 112p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 268).

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**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 134–139, 2009.

HU, H., & XIONG, L. (2014). Genetic engineering and breeding of drought-resistant crops. **Annual review of plant biology**, 65, 715-741.

HUANG, Y.M.; XIAO, B.Z.; XIONG, L.Z. Characterization of a stress responsive proteinase inhibitor gene with positive effect in improving drought resistance in rice. **Planta**, v. 226, p. 73-85, 2007.

JAGADISH, S.V.K.; CRAUFURD, P.Q.; WHEELER, T.R. High temperature stress and spikelet fertility in rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Experimental Botany**, v. 58, p. 1627-1635, 2007.

JIN, Y.; YANG, H.X.; WEI, Z.; MA, H.; GE, X.C. Rice male development under drought stress: phenotypic changes and stage-dependent transcriptomic reprogramming. **Molecular Plant**, v. 6, p.1630-1645, 2013.

JONGDEE, B.; PANTUWAN, G.; FUKAI, S.; FISCHER, K. Improving drought tolerance in rainfed lowland rice: an example from Thailand. **Agricultural Water Management**, v. 80, p.

225-240, 2006.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009.

MARIOTTI, I. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronómica del Nordeste Argentino**, Tucumán, v. 13, n. 14, p. 105-127, 1976.

MEIRELLES, F. C. **Desempenho de cultivares de arroz de terras altas em diferentes épocas de semeadura**. 2018. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2018.

SATO, L., & DOS REIS, J. G. M. Estudo da produção de arroz brasileira e o papel do estado Mato Grosso do Sul. **Agrarian**, v. 13, n. 50, p. 548-555, 2020.

SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Gene networks involved in drought stress response and tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 58, p. 221-227, 2007.

VIDAL, M. S.; CARVALHO, J. M. F. C.; MENESES, C. H. S. G. **Déficit hídrico: aspectos morfofisiológicos**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 19p. (Embrapa Algodão. Documentos, 142).

ZU, X., LU, Y., WANG, Q., CHU, P., MIAO, W., WANG, H., & LA, H. A new method for evaluating the drought tolerance of upland rice cultivars. **The Crop Journal**, v. 5, n. 6, p. 488-498, 2017.