

DETERMINAÇÃO DE PADRÕES DE ESTRESSE HÍDRICO PARA A CULTURA DE ARROZ NO ESTADO DE GOIÁS

Alexandre Bryan Heinemann¹, Silvano C. da Silva¹, André de O. Amorim², Rosidalva Lopes da Paz³

¹ Eng. Agrônomo, Embrapa Arroz e Feijão, Sto Antônio de Goiás – GO, Fone: (0 xx 62) 3533-2153, alexbh@cnpaf.embrapa.br, ² Geógrafo, SECTEC/SIMEGO, Goiânia, GO;. ³ Física SECTEC/SIMEGO

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO: Para os programas de melhoramento de plantas que visam a tolerância a seca, é de suma importância caracterizar a região na qual a cultura se desenvolverá. Assim, definir os padrões de estresse hídrico e suas características, como intensidade, duração e período de ocorrência durante o ciclo da cultura é o primeiro passo para planejar efetivamente um programa de melhoramento voltado a seca. Esse trabalho teve como objetivo determinar as variações geográficas e inter-anuais dos padrões de estresse hídrico para a cultura de arroz terras altas ciclo curto e médio. O modelo de simulação de culturas RICE06, pertencente a plataforma de suporte a decisão ECOTROP, foi parametrizado para dois cultivares de arroz terras altas. A média semanal da saída diária do modelo, cstr (transpiração real/transpiração potencial), em função dos diferentes locais do estado de Goiás, épocas de semeadura e anos, foi utilizada, através de análise de cluster, para determinar os padrões de estresse hídrico dos cultivares de arroz. Para ambos os cultivares, três diferentes padrões de estresse foram determinados. O fator água não é limitante para cultura do arroz, se não houver impedimento para o desenvolvimento radicular.

PALAVRAS CHAVES: Modelos de simulação de culturas; arroz terras altas; déficit hídrico.

DETERMINATION OF DROUGHT STRESS PATTERNS FOR RICE IN GOIÁS STATE

ABSTRACT: It is important to drought breeding programs to characterize the crop target environment. Information on the stress types such as intensity and timing with respect to crop phenology is the first step to planning a drought breeding program. The objective of this study was to determine the inter and intra annual probability of drought occurrence to a short and medium cycle rice cultivar in Goiás State. The crop model RICE06, from the decision support system ECOTROP, was parameterized based on two rice cycle cultivar. To develop a typology of drought stress pattern for rice medium and short cultivar, a four dimensional matrix consisting of location, sowing date, year and growth phase (100 degree day - DD) was established for the mean cstr simulated for the 100 DD periods. For both cultivars it was found three different stress patterns type. For both cultivars, water is not the main constraint for crop growth and development, whether there is not root impediment.

KEYWORDS: modelling; upland rice; stress pattern

INTRODUÇÃO: No Cerrado, a precipitação pluvial média é de 1400 mm por ano, sendo aproximadamente 1000 mm de novembro a fevereiro. O arroz de terras altas tem um papel importante por propiciar o cultivo em áreas com solos com um determinado nível de acidez, devido a sua relativa tolerância ao Al (Pinheiro et al., 2006). Após dois a três anos de cultivo de arroz associada a correção do solo, como a aplicação de calcário e fósforo, sistemas de produção baseado em pastagem intensiva e/ou culturas como soja, milho, e também, arroz são estabelecidos. Entretanto, o desenvolvimento dessas culturas podem ser afetados por restrições como o crescimento do sistema radicular, devido ao caráter ácido dos subsolos, aumentando os efeitos maléficos de um veranico, em função da variabilidade da precipitação pluvial. Nesse cenário, a reserva de água no solo é limitada, podendo a cultura ser susceptível a seca. Assim, nos programas de melhoramento de culturas para a região do cerrado, o critério tolerância a seca passa a ser importante para culturas anuais, juntamente com o rendimento potencial, principalmente para a cultura de arroz de terras altas. Diante disto, para estudos considerando-se a tolerância a seca é necessário conhecer as probabilidades de ocorrência de seca, como também suas características, duração, intensidade e o tempo em relação a fase de desenvolvimento da cultura. Baseado nessas informações pode-se caracterizar o ambiente de populações alvos (APA), que representa um significativo componente das interações genótipo x ambiente (GxA) no rendimento de grãos, podendo-se otimizar os processos de seleção vegetal (Chapman et al., 2000). Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar as variações geográficas e inter-anuais dos padrões de estresse hídrico para a cultura de arroz terras altas.

MATERIAL E MÉTODOS: Selecionaram-se as cidades de Aragarças, Ceres, Santo Antônio de Goiás, Goiânia, Ipora, Itaberaí, Itumbiara, Planaltina, Porangatu, Quirinópolis, Vianópolis e Vicentinópolis para compor a base de dados climáticos. Empregaram-se as variáveis precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima do ar, velocidade do vento, umidade relativa máxima e mínima do ar e radiação global. Como solo característico da região utilizou-se o Latossolo Vermelho, que representa 46% da área do cerrado (EMBRAPA, 1999). Esse solo apresenta propriedades físicas adequadas ao cultivo agrícola, porém baixa capacidade de troca catiônica. O reservatório de água disponível nesse solo é de 100 mm m⁻¹ (Balbino et al., 2001). A profundidade efetiva do sistema radicular das plantas cultivadas pode ser limitada pelas características ácidas e de elevada toxidez de alumínio dos sub-solos. Assim, dois cenários foram estabelecidos nesse estudo, cenário 1, profundidade radicular máxima de 0,8 m, com a intenção de representar situações de manejo ótimo da cultura, e cenário 2, profundidade radicular máxima de 0,4 m, com a intenção de representar situações de subsolos ácidos. Utilizaram-se dois cultivares de arroz terras altas de ciclos curto e médio, baseado nas características dos genótipos mais comuns cultivados na região do Cerrado, foram parametrizados usando o modelo RICE06, derivado do modelo genérico SARRAH e implantado na plataforma ECOTROP (Sultan *et al.*, 2005), desenvolvida pelo CIRAD. O nível do estresse hídrico é derivado da fração de água transpirável do solo (FTSW) de acordo com Sinclair e Ludlow (1986). FTSW é definido como a fração da umidade volumétrica do solo entre os limites superior e inferior de água disponível normalizados na escala de 0 a 1. Essa variável atua como um fator de redução da transpiração da planta e de assimilação de carbono, levando em consideração o fator de depleção *p* que é dependente do genótipo (Allen et al., 1998). Entre as várias saídas do modelo, foram utilizados o rendimento atual (limitações de água e radiação), potencial (limitação de radiação) e o *cstr* (razão entre transpiração real e potencial), sendo este último um indicador do nível fisiológico de estresse hídrico. O impacto relativo do estresse hídrico no rendimento (IRER) foi calculado expressando o rendimento atual como uma fração do rendimento potencial.

$$\text{IRER} = 100 - (\text{Rat} / \text{Rpot}) * 100 \quad (\text{eq. 1})$$

sendo:

IRER – impacto relativo do estresse hídrico, %;

Rat – rendimento atual simulado, kg/ha;

Rpot – rendimento potencial simulado, kg/ha.

Simulações foram implementadas para cada cultivar (ciclo curto e médio) levando em consideração os diferentes locais, datas de semeadura e anos. Os intervalos entre datas de semeadura foram de 15 dias. O início da data de semeadura foi em 01 de novembro e 15 de outubro para os cultivares de ciclo curto e médio, respectivamente. A última data de semeadura foi 31 de dezembro, com exceção das localidades Planaltina e Vicentinópolis, devido a um menor período chuvoso, considerou-se a última data de semeadura 01 de dezembro. Como as datas de semeadura foram fixadas, a germinação somente ocorreu quando a água disponível do solo na primeira camada foi igual ou superior a 80% da capacidade de campo. Para desenvolver a tipologia dos padrões de estresse hídrico para os cultivares de ciclo curto e médio, uma matriz de quatro dimensões constituída pelo local, data de semeadura, ano e fase de crescimento da cultura foram estabelecida em função da média dos valores diários do cstr para períodos de 100 Graus Dias (GD). Aplicou-se o método de cluster aglomerativo hierárquico (Williams, 1976) com a distância Euclidiana quadrada como medida de dissimilaridade, e o incremento das soma dos quadrados como critério de fusão. Para os dois cultivares e cenários, os padrões de estresse foram classificados baseados nas similaridades dos padrões de seqüência fenológicos do cstr. Similar procedimentos para classificação de estresse hídricos foram descritos por Chapman *et al.* (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Arroz Ciclo Curto - Baseado na análise de cluster, três padrões de estresse hídrico foram observados, denominados como não estresse (L), mediano (M) e terminal (T) (Figura 1a). O estresse mais severo, mas menos freqüente, T (Tabela 1), começa aos 600 GD após a emergência, ou 38 DAE, no começo da fase reprodutiva e possui a sua maior intensidade entre 800 (52 DAE) e 900 GD (59 DAE), correspondendo a um período sensível ao estresse hídrico para a cultura do arroz. Esse padrão de estresse, também, afeta a fase de enchimento de grãos, particularmente para o cenário 2 (0,4 m), reduzindo o rendimento potencial em mais de 50% para ambos os cenários. Apesar da freqüência de ocorrência do estresse T ter sido a mais baixa na data de semeadura 15 de novembro, esse padrão de estresse não está correlatado com as datas de semeadura (Figura 1b), e em geral, não há um padrão de distribuição de chuva, em função das datas de semeadura, que possibilite escapar da seca terminal. A perda da cultura (não germinação) devido a seca inicial (Figura 1b) ocorreu somente para as datas de semeadura iniciais (novembro) e foram infreqüentes para esse sistema de cultivo. Em geral, considerando todos os padrões de estresse para esse cultivar, a redução no rendimentos foram de 18 e 36% para os cenários 1 e 2, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. – Rendimento atual, potencial, impacto no rendimento e freqüência de ocorrência em função dos diferentes tipos de estresses.

Cenários (profundidade radicular)	Variáveis	Arroz Ciclo Curto				Arroz Ciclo Médio			
		Padrões de estresse				Padrões de estresse			
		L	M	T	Média	L	V	MT	Média
0,4 m	Rpot (kg.ha ⁻¹)	3937	4120	4217	4051	2950	2885	2860	2911
	Rat (kg/ha)	3718	3378	1982	3311	2853	2597	1402	2566
	IRER (%)	6	18	53	18	3	10	51	12
	Freqüência Estresse (%)	46	38	16		44	44	12	

0,8 m	Rpot (kg.ha ⁻¹)	3927	4027	4270	4074	2976	2873	2956	2935
	Rat (kg/ha)	3516	2742	1634	2599	2683	2086	1018	1929
	IRER (%)	10	32	62	36	10	27	66	33
	Frequência Estresse (%)	23	48	29		17	59	24	

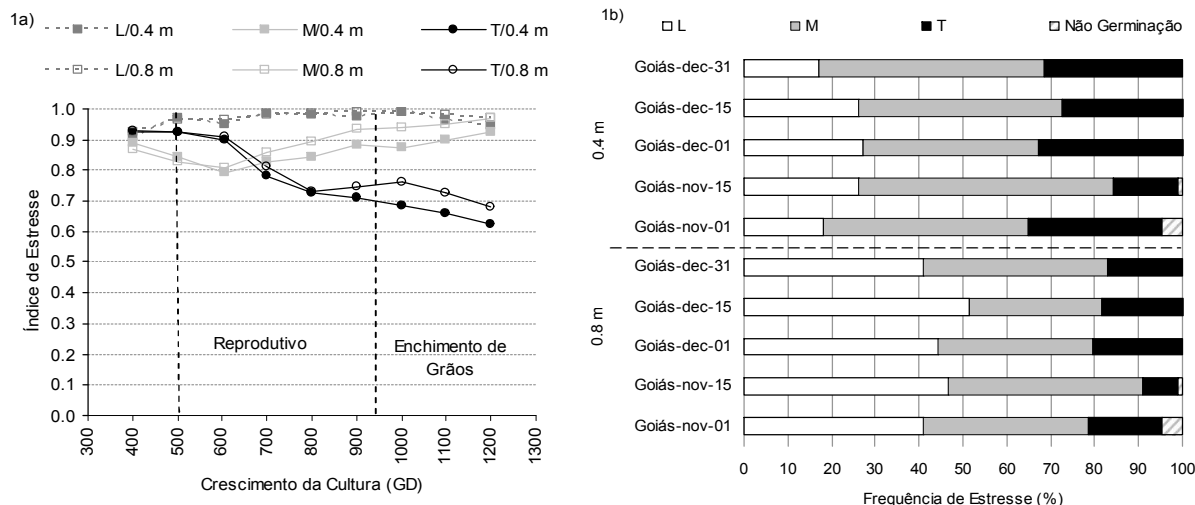


Figura 1. Padrões de estresses da cultura do arroz ciclo curto em função a) das fases do desenvolvimento da cultura e b) das datas de semeadura, para os cenários 1 e 2.

Arroz Ciclo Médio – A análise de cluster, para o arroz ciclo médio, também, identificou três padrões de estresse (Figura 2a). Esses padrões de estresse foram denominados como não estresse (L), estresse no período vegetativo (V) e mediano a terminal (MT). A frequência de ocorrência dos estresses L, V e MT são similares as classes correspondentes observadas no arroz de ciclo curto (Tabela 1), entretanto, esses padrões de estresses afetaram os estádios de desenvolvimento iniciais, devido ao maior ciclo da cultura. Esses estresses tiveram similar efeito relativo no rendimento (>50% para o estresse MT). Para o arroz ciclo médio houve maior probabilidade de não germinação, especialmente para as datas de semeadura iniciais (Fig. 2b). Em geral, considerando todos os padrões de estresse para esse cultivar, a redução no rendimentos foram de 12 e 33% para os cenários 1 e 2, respectivamente (Tabela 1).

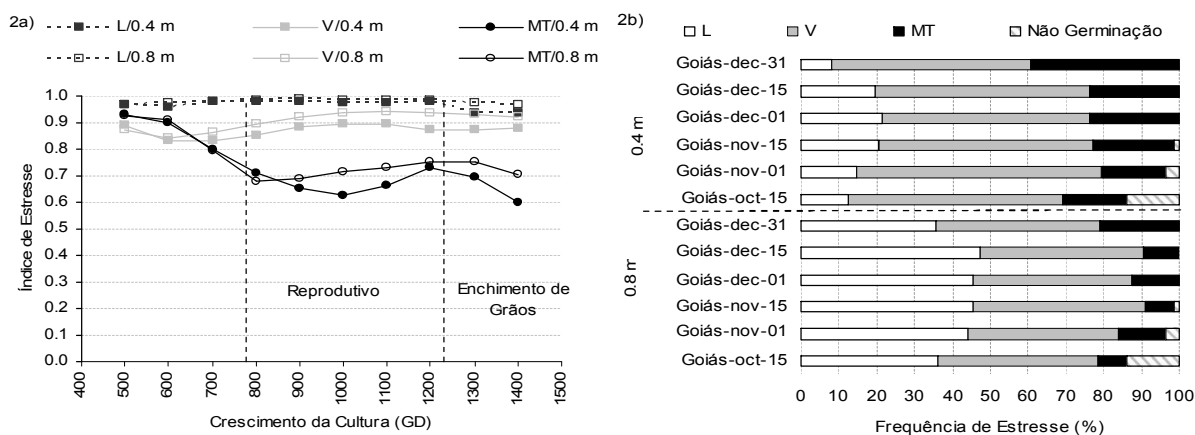


Figura 2. Padrões de estresses da cultura do arroz ciclo médio em função a) das fases do desenvolvimento da cultura e b) das datas de semeadura, para os cenários 1 e 2.

CONCLUSÕES: Modelos de simulação de culturas são uma ferramenta poderosa para a classificação ambiental em função dos padrões de estresse. Três padrões de estresse hídrico foram observados para as culturas de arroz ciclo curto e médio. Na época das águas, o estresse hídrico não é limitante para o desenvolvimento da cultura de arroz ciclo curto e médio, em regiões que não haja impedimento para o desenvolvimento do sistema radicular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALLEN, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. Crop evapotranspiration—guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome, Italy. 1998.

BALBINO, L.C., Bruand, A., Brossard, M., Guimarães, M. F.. Comportement de la phase argileuse lors de la dessiccation dans des Ferralsols microagrégés du Brésil : rôle de la microstructure et de la matière organique. C. R. Acad. Sci. Paris II A 332 11, pp. 673–680. 2001.

CHAPMAN, S., Cooper, M., Hammer, G. L., Butler, D. G.. Genotype by environment interactions affecting grain sorghum. II. Frequencies of different seasonal patterns of drought stress are related to location effects on hybrid yields. Aust. J. Agric. Sci., 51, 209-221. 2000.

COOPER, M., Stucker, R.E., DeLacy, I.H., Harch, B.D.. Wheat breeding nurseries, target environments, and indirect selection for grain yield. Crop Sci., 37, 1168–1176. 1997.

EMBRAPA.. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa Produção de Informação, Embrapa Solos, Brasília. 1999.

PINHEIRO, B. da S.; Castro, E. da M. de, Guimarães, C.M. Sustainability and profitability of aerobic rice production in Brazil. Field Crops Research, 97, 34–42. 2006.

SINCLAIR, T. R., Ludlow, M. M. Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. Aust. J. Plant Physiol., 13, 329-341. 1986.

SULTAN, B., Baron, C., Dingkuhn, M., Janicot, S. (2005): Agricultural impacts of large-scale variability of the West African monsoon. Agric. For. Meteorol., 128, 93-110.

WILLIAMS, W.T. Pattern Analysis in Agricultural Science. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 1976.