



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

Miqueletti, Fernando; Ferreira Rodrigues, Ricardo Antônio; Arf, Orivaldo
Atendimento hídrico ao arroz de terras altas para diferentes épocas de semeadura no noroeste de
São Paulo

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 29, núm. 2, 2007, pp. 257-262

Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026573014>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Atendimento hídrico ao arroz de terras altas para diferentes épocas de semeadura no noroeste de São Paulo

Fernando Miqueletti, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues e Orivaldo Arf*

Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Av. Brasil, 56, Cx. Postal 31, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil *Autor para correspondência. E-mail: arf@agr.feis.unesp.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi estimar a probabilidade da precipitação suprir a demanda do arroz para semeaduras em 13 quinquídios. A probabilidade de atendimento hídrico foi determinada usando-se função com distribuição gama reduzida. As médias das probabilidades máxima, mínima e média de atendimento hídrico foram: fase inicial, máxima de $35 \pm 7\%$; mínima de $0 \pm 4\%$ e média de $16 \pm 5\%$; na fase vegetativa, $34 \pm 10\%$; $2 \pm 2\%$ e $11 \pm 5\%$; na fase reprodutiva, $21 \pm 4\%$; $0 \pm 1\%$ e $8 \pm 2\%$, e fase de maturação, $34 \pm 4\%$; $1 \pm 5\%$ e $16 \pm 3\%$. Com a simulação de semeaduras entre o primeiro quinquídio de setembro e de novembro, conclui-se que a probabilidade de atendimento hídrico é baixa.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., água, evaporação, transpiração.

ABSTRACT. *Hydric supply of upland rice crop at distinct sowing seasons in Northwestern São Paulo.* The objective of this research was to estimate the probability of the rainfall supplying the hydric demand of rice considering thirteen 5-day-interval. The probability of hydric supply was determined using a function with gama reduced distribution. The means of the maximum, minimum and average of hydric supply detected were: initial phase, maximum of $35 \pm 7\%$; minimum of $0 \pm 4\%$ and average of $16 \pm 5\%$; vegetative phase, $34 \pm 10\%$; $2 \pm 2\%$ and $11 \pm 5\%$; in the reproductive phase, $21 \pm 4\%$; $0 \pm 1\%$ and $8 \pm 2\%$, maturation phase, $34 \pm 4\%$; $1 \pm 5\%$ and $16 \pm 3\%$. With sowing simulations occurring in between the first 5-day-interval of September to November, the hydric supply observed was low.

Key words: *Oryza sativa* L., water, evaporation, transpiration.

Introdução

O arroz é cultivado em todo o território nacional, desde Roraima até o Rio Grande do Sul, com destaque para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Ocupa o 3º lugar em área colhida e o 4º em valor de produção de grãos, sendo que o produto é utilizado totalmente para o consumo interno, como alimento básico da população. O sistema de cultivo predominante no Brasil é o de sequeiro, que corresponde aproximadamente a 60% da produção de grãos e ocupa 76% da área cultivada com arroz no país (Arf, 1993).

Na maioria das regiões, o arroz de sequeiro é cultivado em glebas de cerrado, e em grande parte, para abertura de novas áreas, situadas em solos de baixa fertilidade. Nestas regiões a cultura é conduzida durante a estação chuvosa, com risco de diminuição da produção causada pela ocorrência de estiagem. A ocorrência de veranicos durante o estágio de florescimento pode acarretar perda total da produção (Arf, 1993).

A cultura do arroz de sequeiro é dependente da água proveniente da precipitação, ficando vulnerável

às variações de quantidade e distribuição das chuvas. Uma das maneiras de estabilizar a produção é utilizar a irrigação por aspersão nos estádios em que a precipitação é insuficiente para suprir a necessidade hídrica da cultura.

A estabilidade de produção proporcionada pela irrigação estimula o agricultor a usar práticas agrícolas de maior nível tecnológico que, conseqüentemente, induz ao aumento da produtividade. Em virtude da irrigação por aspersão estar sendo recentemente empregada em maior escala, o agricultor tem utilizado técnicas agrícolas adaptadas ao sistema de produção do arroz de sequeiro.

As estimativas da necessidade de água das culturas obtidas sem nenhum critério ou resultantes de modelos nem sempre capazes de proporcionar resultados confiáveis, tem se refletido na maioria das vezes, em um dimensionamento inadequado dos sistemas de irrigação e também influência no planejamento e operações de programas estratégicos de desenvolvimento local e regional, baseados na utilização de recursos hídricos.

Este trabalho teve por finalidade estimar a

probabilidade da precipitação atender a necessidade de água da cultura do arroz de terras altas, para diferentes épocas de semeadura e estádios de desenvolvimento. Esta simulação é importante para dar subsídios para o agricultor decidir, fundamentado em resultados obtidos com base na estatística climatológica, a melhor época de semeadura. Deste modo, é possível dimensionar a extensão da área da cultura, conhecendo com antecedência os riscos da precipitação não atender a necessidade de água da cultura, para a região de Ilha Solteira, Estado de São Paulo.

Material e métodos

Estimativa da probabilidade de distribuição de precipitação

Foram utilizados os valores diários da precipitação da estação meteorológica, pertencente a Companhia Energética do Estado de São Paulo-CESP, localizada no município de Ilha Solteira-SP (20° 21' S, 51° 22' W e altitude 326 m), no período de 1977 a 1997.

Para o estudo proposto os valores diários de precipitação foram agrupados em quinqüídios. Os meses considerados foram janeiro, fevereiro, setembro, outubro, novembro e dezembro.

De acordo com Assis *et al.* (1996), a distribuição gama de probabilidade é a distribuição mais utilizada para o ajuste de totais de altura de precipitação de períodos mensais ou menores. Sua função densidade de probabilidade tem a seguinte forma:

$$f(X) = \frac{1}{\Gamma(\gamma) \beta^\gamma} X^{\gamma-1} e^{-X/\beta} \quad (1)$$

com $\beta, \gamma > 0$ e $0 < X < \infty$, em que $\Gamma(\gamma)$ é a função gama do parâmetro γ .

O parâmetro γ e β foram estimados por meio do método da máxima verossimilhança, obtida pela equação:

$$\beta = X / \gamma \quad (2)$$

$$\gamma = \{1 + [1 + (4 \cdot A/3)]^{1/2}\} / 4 \cdot A \quad (3)$$

$$A = \ln(X) - 1/n \sum \ln(X_k) \quad (4)$$

sendo que X é o valor médio da precipitação no período; X_k é a precipitação acumulada no período.

As equações (2), (3), (4) e a função gama do parâmetro γ $\{\Gamma(\gamma)\}$ foram calculadas para os dados diários de precipitação agrupados em quinqüídios para os meses de janeiro, fevereiro, setembro, outubro, novembro e dezembro.

A função cumulativa de probabilidade da

distribuição é dada pela equação:

$$F(X) = \frac{1}{\Gamma(\gamma) \beta^\gamma} \int_0^X X^{\gamma-1} e^{-X/\beta} dX \quad (5)$$

A equação (5) não apresenta solução imediata, sendo necessário utilizar expansão em série (Assis *et al.*, 1996):

$$F(t) = (t^\gamma / \gamma \Gamma(\gamma) e^{-t}) \{1 + [t^1/(\gamma+1)] + [t^2/(\gamma+1) \cdot (\gamma+2)] + [t^3/(\gamma+1) \cdot (\gamma+2) \cdot (\gamma+3)] + \dots\} \quad (6)$$

sendo que $t = X / \beta$.

A equação (6) é a probabilidade de ocorrer um valor $X \leq t$ é $F(t)$. Para a resolução da equação (6) o número de termos adotado foi 13.

Estimativa da evapotranspiração da cultura

Foram utilizados os valores diários de evaporação do tanque "Classe A" da estação meteorológica, pertencente à Companhia Energética do Estado de São Paulo-Cesp, localizada no município de Ilha Solteira, Estado de São Paulo, no período de 1977 a 1997. Para o estudo proposto os valores diários de evaporação de água do Tanque "Classe A" foram agrupados em quinqüídios. Os meses considerados foram janeiro, fevereiro, setembro, outubro, novembro e dezembro.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculada pela seguinte expressão: ET_o = k_p * ECA. Sendo k_p o coeficiente do tanque e ECA a evaporação no Tanque Classe A, a evapotranspiração da cultura é calculada pela expressão: ET_c = k_c * ET_o, na qual ET_c é a evapotranspiração da cultura; k_c é o coeficiente de cultura e ET_o é a evapotranspiração de referência (Pereira *et al.*, 1997).

O ciclo total da cultura foi dividido em quatro estádios fenológicos: Fase Inicial, Fase Vegetativa, Fase Reprodutiva e Fase de Maturação (Alfonsi *et al.*, 1979). Para esses foram utilizados diferentes coeficientes de cultura (Tabela 1).

O uso apenas do total de chuvas de cada período tende a mascarar a variabilidade na distribuição, por esse motivo, foram utilizados os cálculos para probabilidades de atendimento.

Os valores adotados do coeficiente de cultura (k_c) e coeficiente do tanque (k_p) foram os apresentados por Doorenbos e Pruitt (1977). O k_c é função da cultura e estádio de desenvolvimento e o k_p é função do tamanho e natureza da área tampão, velocidade do vento e umidade relativa do ar.

Tabela 1. Estádios fenológicos e valores do coeficiente de cultura (Kc) para períodos quinquiduais

Quinquídio	Estádio Fenológico	Coeficiente de Cultura (Kc)
1º	Fase Inicial	0,4
2º	Fase Inicial	0,4
3º	Fase Inicial	0,4
4º	Fase Inicial	0,4
5º	Fase Inicial	0,4
6º	Fase Inicial	0,4
7º	Fase Inicial	0,4
8º	Fase Vegetativa	0,7
9º	Fase Vegetativa	0,7
10º	Fase Vegetativa	0,7
11º	Fase Vegetativa	0,7
12º	Fase Vegetativa	0,7
13º	Fase Vegetativa	0,7
14º	Fase Vegetativa	0,7
15º	Fase Vegetativa	0,7
16º	Fase Reprodutiva	1,0
17º	Fase Reprodutiva	1,0
18º	Fase Reprodutiva	1,0
19º	Fase Reprodutiva	1,0
20º	Fase Reprodutiva	1,0
21º	Fase Reprodutiva	1,0
22º	Fase de Maturação	0,7
23º	Fase de Maturação	0,7
24º	Fase de Maturação	0,7

Probabilidade da precipitação suprir a necessidade hídrica da cultura de arroz de terras altas

A probabilidade da precipitação suprir a necessidade hídrica da cultura de arroz foi adotada por Camargo *et al.* (1988) com distribuição gama-reduzida, sendo baseada na possibilidade da precipitação atender a evapotranspiração da cultura.

A função de densidade é:

$$f(x) = \frac{e^{-x/y}}{y} \quad (7)$$

na qual X é a demanda hídrica ideal; y é a precipitação do período (mm).

A função de distribuição acumulada é:

$$F(x) = -(e^{-x/y} - 1) \quad (8)$$

A probabilidade de atendimento hídrico $p(x)$ para a demanda por período é:

$$p(x) = 1 - F(x) \quad (9)$$

Utilizando as equações (8) e (9), foram obtidas as probabilidades da precipitação suprir a necessidade de água da cultura do arroz, para todas as simulações de épocas de semeadura.

Resultados e discussão

Precipitações prováveis com probabilidade de 75% de ocorrência agrupadas em quinquídios

Verifica-se que para os agrupamentos em quinquídios, com probabilidade de ocorrência de

75%, a precipitação provável mínima é de 2,5 mm e a máxima de 16,7 mm (Tabela 2). O valor do cálculo da média das probabilidades de ocorrência da precipitação do período é de 7,81 mm. Uma alternativa de compreender a precipitação provável para 75% de probabilidade de ocorrência, é considerar que para cada quatro anos, em três, a precipitação será no mínimo o valor apresentado.

Tabela 2. Precipitação provável, com 75% de probabilidade de ocorrência, agrupada em quinquídios.

Datas	Precipitação (mm)	Datas	Precipitação (mm)	Datas	Precipitação (mm)
1-5/set	4,10	1-5/nov	4,97	1-5/jan	10,70
6-10/set	4,00	6-10/nov	4,43	6-10/jan	10,54
11-15/set	2,50	11-15/nov	6,25	11-15/jan	9,70
16-20/set	5,36	16-20/nov	9,30	16-20/jan	3,60
21-25/set	2,50	21-25/nov	9,10	21-25/jan	8,10
26-30/set	3,85	26-30/nov	9,60	26-31/jan	16,20
1-05/out	5,13	1-5/dez	8,50	1-5/fev	6,97
6-10/out	5,45	6-10/dez	6,10	06-10/fev	9,70
11-15/out	4,60	11-15/dez	7,80	11-15/fev	6,37
16-20/out	4,80	16-20/dez	16,70	16-20/fev	7,42
21-25/out	5,30	21-25/dez	12,00	21-25/fev	10,80
26-31/out	7,20	26-31/dez	7,47	26-28/fev	7,00

Demanda hídrica da cultura do arroz de terras altas

A evapotranspiração da cultura (ETc) dos 13 quinquídios de semeadura apresentaram, para as diversas fases de desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas, respectivamente (Tabela 3), médias dos valores máximos; mínimos e médios – entre parênteses, o desvio-padrão (dp), de: fase inicial, 16,63 mm (dp=2,33 mm); 10,20 mm (0,79 mm) e 11,34 mm (0,71 mm); fase vegetativa, 20,38 mm (dp=0,40 mm); 17,31 mm (1,11 mm) e 18,63 mm (0,58 mm); fase reprodutiva, 29,12 mm (dp=0,56 mm); 23,07 mm (0,62 mm) e 23,99 mm (0,56 mm), fase de maturação, 20,38 mm (dp=1,56 mm); 17,33 mm (1,74 mm) e 18,58 mm (1,02 mm). Com a possibilidade de semeadura entre o primeiro quinquídio de setembro e de novembro, verifica-se que os valores da demanda hídrica estão consistentes, apresentando desvio-padrões que indicam baixa dispersão, além disso, pode ser verificado que a fase de maior exigência hídrica da cultura compreende a fase reprodutiva.

Probabilidade de atendimento hídrico da cultura (PAH) de arroz de terras altas com semeaduras em quinquídios, para precipitações com probabilidade de 75% de ocorrência

O atendimento hídrico dos 13 quinquídios de semeadura para precipitação provável de 75%, apresentaram para as diversas fases de desenvolvimento da cultura (Tabela 4), médias das probabilidades máxima, mínima e média: na fase inicial, máxima de $35 \pm 7\%$; mínima de $0 \pm 4\%$ e média de $16 \pm 5\%$; na fase vegetativa, $34 \pm 10\%$; $2 \pm 2\%$ e $11 \pm 5\%$; na fase

reprodutiva, $21 \pm 4\%$; $0 \pm 1\%$ e $8 \pm 2\%$, e na fase de maturação, $34 \pm 4\%$; $1 \pm 5\%$ e $16 \pm 3\%$. Com a possibilidade de semeadura entre o primeiro quinqüídio de setembro e de novembro, verifica-se

que as probabilidades médias de atendimento hídrico são baixas, atingindo valores médios de 8% na fase reprodutiva, a qual é a fase mais exigente em água, apresentando desvio padrão que indica baixa dispersão.

Tabela 3. Valores da Evapotranspiração da Cultura (ETc) do Arroz de Terras Altas para 13 semeaduras em quinqüídios.

Fases	Intervalos de Semeadura									
	1 a 5 de set.		6-10 de set.		11-15 de set.		16-20 de set.		21-25 de set.	
	Datas	Etc (mm)	Datas	Etc (mm)	Datas	Etc (mm)	Datas	Etc (mm)	Datas	Etc (mm)
Fase Inicial	1-5/set	9,24	6-10/set	10,07	11-15/set	16,63	16-20/set	11,39	21-25/set	9,88
	6-10/set	10,07	11-15/set	16,63	16-20/set	11,39	21-25/set	9,88	26-30/set	9,35
	11-15/set	16,63	16-20/set	11,39	21-25/set	9,88	26-30/set	9,35	1-5/out	10,97
	16-20/set	11,39	21-25/set	9,88	26-30/set	9,35	1-5/out	10,97	6-10/out	11,11
	21-25/set	9,88	26-30/set	9,35	1-5/out	10,97	6-10/out	11,11	11-15/out	7,91
	26-30/set	9,35	1-5/out	10,97	6-10/out	11,11	11-15/out	7,91	16-20/out	8,05
Fase Vegetativa	1-5/out	10,97	6-10/out	11,11	11-15/out	7,91	16-20/out	8,05	21-25/out	8,11
	6-10/out	19,43	11-15/out	13,84	16-20/out	14,09	21-25/out	14,20	26-31/out	16,77
	11-15/out	13,84	16-20/out	14,09	21-25/out	14,20	26-31/out	16,77	1-5/nov	19,58
	16-20/out	14,09	21-25/out	14,20	26-31/out	16,77	1-5/nov	19,58	6-10/nov	18,15
	21-25/out	14,20	26-31/out	16,77	1-5/nov	19,58	6-10/nov	18,15	11-15/nov	19,25
	26-31/out	16,77	1-5/nov	19,58	6-10/nov	18,15	11-15/nov	19,25	16-20/nov	18,30
Fase Reprodutiva	1-5/nov	19,58	6-10/nov	18,15	11-15/nov	19,25	16-20/nov	18,30	21-25/nov	19,17
	6-10/nov	18,15	11-15/nov	19,25	16-20/nov	18,30	21-25/nov	19,17	26-30/nov	17,86
	11-15/nov	19,25	16-20/nov	18,30	21-25/nov	19,17	26-30/nov	17,86	1-5/dez	19,44
	16-20/nov	18,30	21-25/nov	19,17	26-31/dez	24,76	26-31/dez	29,12	1-5/jan	22,85
	21-25/nov	19,17	26-30/nov	17,86	1-5/dez	19,44	6-10/dez	17,31	11-15/dez	16,15
	26-30/nov	17,86	1-5/dez	19,44	6-10/dez	17,31	11-15/dez	16,15	16-20/dez	18,01
Fase de Maturação	1-5/dez	19,44	6-10/dez	17,31	11-15/dez	16,15	16-20/dez	18,01	21-25/dez	17,33
	6-10/dez	17,31	11-15/dez	16,15	16-20/dez	18,01	21-25/dez	17,33	26-31/dez	20,38
	11-15/dez	23,07	16-20/dez	25,73	21-25/dez	24,76	26-31/dez	29,12	1-5/jan	22,85
	16-20/dez	25,73	21-25/dez	24,76	26-31/dez	29,12	1-5/jan	22,85	6-10/jan	21,85
	21-25/dez	24,76	26-31/dez	29,12	1-5/jan	22,85	6-10/jan	21,85	11-15/jan	23,16
	26-31/dez	29,12	1-5/jan	22,85	6-10/jan	21,85	11-15/jan	23,16	16-20/jan	24,19
Fase de Maturação	1-5/jan	22,85	6-10/jan	21,85	11-15/jan	23,16	16-20/jan	24,19	21-25/jan	20,34
	6-10/jan	21,85	11-15/jan	23,16	16-20/jan	24,19	21-25/jan	20,34	26-31/jan	20,34
	11-15/jan	16,21	16-20/jan	16,93	21-25/jan	16,42	26-31/jan	20,34	1-5/fev	16,91
	16-20/jan	16,93	21-25/jan	16,42	26-31/jan	20,34	1-5/fev	16,91	6-10/fev	15,52
	21-25/jan	16,42	26-31/jan	20,34	1-5/fev	16,91	6-10/fev	15,52		
Fases	Intervalos de Semeadura									
	26-30 de set.		1-5 de out.		6-10 de out.		11-15 de out.			
	Datas	Etc (mm)	Datas	Etc (mm)	Datas	Etc (mm)	Datas	Etc (mm)		
Fase Inicial	26-30/set	9,35	1-5/out	10,97	6-10/out	11,11	11-15/out	7,91		
	1-5/out	10,97	6-10/out	11,11	11-15/out	7,91	16-20/out	8,05		
	6-10/out	11,11	11-15/out	7,91	16-20/out	8,05	21-25/out	8,11		
	11-15/out	7,91	16-20/out	8,05	21-25/out	8,11	26-31/out	9,59		
	16-20/out	8,05	21-25/out	8,11	26-31/out	9,59	1-5/nov	10,93		
	21-25/out	8,11	26-31/out	9,59	1-5/nov	10,93	6-10/nov	10,37		
Fase Vegetativa	26-31/out	9,59	1-5/nov	10,93	6-10/nov	10,37	11-15/nov	11,00		
	1-5/nov	19,58	6-10/nov	18,15	11-15/nov	19,25	16-20/nov	18,30		
	6-10/nov	18,15	11-15/nov	19,25	16-20/nov	18,30	21-25/nov	19,17		
	11-15/nov	19,25	16-20/nov	18,30	21-25/nov	19,17	26-30/nov	17,86		
	16-20/nov	18,30	21-25/nov	19,17	26-30/nov	17,86	1-5/dez	19,44		
	21-25/nov	19,17	26-30/nov	17,86	1-5/dez	19,44	6-10/dez	17,31		
Fase Reprodutiva	26-30/nov	17,86	1-5/dez	19,44	6-10/dez	17,31	11-15/dez	16,15		
	1-5/dez	19,44	6-10/dez	17,31	11-15/dez	16,15	16-20/dez	18,01		
	6-10/dez	17,31	11-15/dez	16,15	16-20/dez	18,01	21-25/dez	17,33		
	11-15/dez	23,07	16-20/dez	25,73	21-25/dez	24,76	26-31/dez	29,12		
	16-20/dez	25,73	21-25/dez	24,76	26-31/dez	29,12	1-5/jan	22,85		
	21-25/dez	24,76	26-31/dez	29,12	1-5/jan	22,85	6-10/jan	21,85		
Fase de Maturação	26-31/dez	29,12	1-5/jan	22,85	6-10/jan	21,85	11-15/jan	23,16		
	1-5/jan	22,85	6-10/jan	21,85	11-15/jan	23,16	16-20/jan	24,19		
	6-10/jan	21,85	11-15/jan	23,16	16-20/jan	24,19	21-25/jan	20,34		
	11-15/jan	16,21	16-20/jan	16,93	21-25/jan	16,42	26-31/jan	20,34		
	16-20/jan	16,93	21-25/jan	16,42	26-31/jan	20,34	1-5/fev	16,91		
	21-25/jan	16,42	26-31/jan	20,34	1-5/fev	16,91	6-10/fev	15,52		
Fases	Intervalos de Semeadura									
	16-20 de out.		21-25 de out.		26-31 de out.		1-5 de nov.			
	Datas	Etc (mm)	Datas	Etc (mm)	Datas	Etc (mm)	Datas	Etc (mm)		
Fase Inicial	16-20/out	8,05	21-25/out	8,11	26-31/out	9,59	1-5/nov	10,93		
	21-25/out	8,11	26-31/out	9,59	1-5/nov	10,93	6-10/nov	10,37		
	26-31/out	9,59	1-5/nov	10,93	6-10/nov	10,37	11-15/nov	11,00		
	1-5/nov	10,93	6-10/nov	10,37	11-15/nov	11,00	16-20/nov	10,51		
	6-10/nov	10,37	11-15/nov	11,00	16-20/nov	10,51	21-25/nov	10,95		
	11-15/nov	11,00	16-20/nov	10,51	21-25/nov	10,95	26-30/nov	10,20		
Fase Vegetativa	16-20/nov	10,51	21-25/nov	10,95	26-30/nov	10,20	1-5/dez	11,11		
	21-25/nov	19,17	26-30/nov	17,86	1-5/dez	19,44	6-10/dez	17,31		
	26-30/nov	17,86	1-5/dez	19,44	6-10/dez	17,31	11-15/dez	16,15		
	1-5/dez	19,44	6-10/dez	17,31	11-15/dez	16,15	16-20/dez	18,01		
	6-10/dez	17,31	11-15/dez	16,15	16-20/dez	18,01	21-25/dez	17,33		
	11-15/dez	16,15	16-20/dez	18,01	21-25/dez	17,33	26-31/dez	20,38		
Fase Reprodutiva	16-20/dez	18,01	21-25/dez	17,33	26-31/dez	20,38	1-5/jan	16,00		
	21-25/dez	17,33	26-31/dez	20,38	1-5/jan	16,00	6-10/jan	15,29		
	26-31/dez	20,38	1-5/jan	16,00	6-10/jan	15,29	11-15/jan	16,21		
	1-5/jan	22,85	6-10/jan	21,85	11-15/jan	23,16	16-20/jan	24,19		
	6-10/jan	21,85	11-15/jan	23,16	16-20/jan	24,19	21-25/jan	23,46		
	11-15/jan	23,16	16-20/jan	24,19	21-25/jan	23,46	26-31/jan	29,06		
Fase de Maturação	16-20/jan	24,19	21-25/jan	23,46	26-31/jan	29,06	1-5/fev	24,16		
	21-25/jan	23,46	26-31/jan	29,06	1-5/fev	24,16	6-10/fev	22,18		
	26-31/jan	29,06	1-5/fev	24,16	6-10/fev	22,18	11-15/fev	18,92		
	1-5/fev	16,91	6-10/fev	15,52	11-15/fev	14,90	16-20/fev	17,14		
	6-10/fev	15,52	11-15/fev	14,90	16-20/fev	17,14	21-25/fev	17,14		
	11-15/fev	14,90	16-20/fev	17,14	21-25/fev	17,14	26-28/fev	9,76		

Tabela 4. Probabilidade de Atendimento Hídrico (PAH), para semeadura em quinquêdrios, com precipitação provável de 75%.

Fases	Intervalos de Semeadura									
	1 a 5 de set.		6-10 de set.		11-15 de set.		16-20 de set.		21-25 de set.	
	Datas	PAH (%)	Datas	PAH (%)	Datas	PAH (%)	Datas	PAH (%)	Datas	PAH (%)
Fase Inicial	1-5/set	11	6-10/set	8	11-15/set	0	16-20/set	12	21-25/set	2
	6-10/set	8	11-15/set	0	16-20/set	12	21-25/set	2	26-30/set	9
	11-15/set	0	16-20/set	12	21-25/set	2	26-30/set	9	1-5/out	12
	16-20/set	12	21-25/set	2	26-30/set	9	1-5/out	12	6-10/out	13
	21-25/set	2	26-30/set	9	1-5/out	12	6-10/out	13	11-15/out	18
	26-30/set	9	1-5/out	12	6-10/out	13	11-15/out	18	16-20/out	19
	1-5/out	12	6-10/out	13	11-15/out	18	16-20/out	19	21-25/out	22
Fase Vegetativa	6-10/out	3	11-15/out	5	16-20/out	5	21-25/out	7	26-31/out	10
	11-15/out	5	16-20/out	5	21-25/out	7	26-31/out	10	1-5/nov	2
	16-20/out	5	21-25/out	7	26-31/out	10	1-5/nov	2	6-10/nov	2
	21-25/out	7	26-31/out	10	1-5/nov	2	6-10/nov	2	11-15/nov	5
	26-31/out	10	1-5/nov	2	6-10/nov	2	11-15/nov	5	16-20/nov	14
	1-5/nov	2	6-10/nov	2	11-15/nov	5	16-20/nov	14	21-25/nov	12
	6-10/nov	2	11-15/nov	5	16-20/nov	14	21-25/nov	12	26-30/nov	16
Fase Reprodutiva	11-15/nov	5	16-20/nov	14	21-25/nov	12	26-30/nov	16	1-5/dez	10
	16-20/nov	6	21-25/nov	5	26-30/nov	7	1-5/dez	4	6-10/dez	2
	21-25/nov	5	26-30/nov	7	1-5/dez	4	6-10/dez	2	11-15/dez	5
	26-30/nov	7	1-5/dez	4	6-10/dez	2	11-15/dez	5	16-20/dez	21
	1-5/dez	4	6-10/dez	2	11-15/dez	5	16-20/dez	21	21-25/dez	13
	6-10/dez	2	11-15/dez	5	16-20/dez	21	21-25/dez	13	26-31/dez	2
	11-15/dez	5	16-20/dez	21	21-25/dez	13	26-31/dez	2	1-5/jan	12
Fase de Maturação	16-20/dez	34	21-25/dez	24	26-31/dez	7	1-5/jan	24	6-10/jan	25
	21-25/dez	24	26-31/dez	7	1-5/jan	24	6-10/jan	25	11-15/jan	19
	26-31/dez	7	1-5/jan	24	6-10/jan	25	11-15/jan	19	16-20/jan	1
Fases	Intervalos de Semeadura									
	26-30 de set.		1-5 de out.		6-10 de out.		11-15 de out.			
	Datas	PAH (%)	Datas	PAH (%)	Datas	PAH (%)	Datas	PAH (%)	Datas	PAH (%)
Fase Inicial	26-30/set	9	1-5/out	12	6-10/out	13	11-15/out	18		
	1-5/out	12	6-10/out	13	11-15/out	18	16-20/out	19		
	6-10/out	13	11-15/out	18	16-20/out	19	21-25/out	22		
	11-15/out	18	16-20/out	19	21-25/out	22	26-31/out	26		
	16-20/out	19	21-25/out	22	26-31/out	26	1-5/nov	11		
	21-25/out	22	26-31/out	26	1-5/nov	11	6-10/nov	10		
	26-31/out	26	1-5/nov	11	6-10/nov	10	11-15/nov	17		
Fase Vegetativa	1-5/nov	2	6-10/nov	2	11-15/nov	5	16-20/nov	14		
	6-10/nov	2	11-15/nov	5	16-20/nov	14	21-25/nov	12		
	11-15/nov	5	16-20/nov	14	21-25/nov	12	26-30/nov	16		
	16-20/nov	14	21-25/nov	12	26-30/nov	16	1-5/dez	10		
	21-25/nov	12	26-30/nov	16	1-5/dez	10	6-10/dez	6		
	26-30/nov	16	1-5/dez	10	6-10/dez	6	11-15/dez	13		
	1-5/dez	10	6-10/dez	6	11-15/dez	13	16-20/dez	34		
Fase Reprodutiva	6-10/dez	6	11-15/dez	13	16-20/dez	34	21-25/dez	24		
	11-15/dez	5	16-20/dez	21	21-25/dez	13	26-31/dez	2		
	16-20/dez	21	21-25/dez	13	26-31/dez	2	1-5/jan	12		
	21-25/dez	13	26-31/dez	2	1-5/jan	12	6-10/jan	13		
	26-31/dez	2	1-5/jan	12	6-10/jan	13	11-15/jan	9		
	1-5/jan	12	6-10/jan	13	11-15/jan	9	16-20/jan	0		
	6-10/jan	13	11-15/jan	9	16-20/jan	0	21-25/jan	6		
Fase de Maturação	11-15/jan	19	16-20/jan	1	21-25/jan	13	26-31/jan	28		
	16-20/jan	1	21-25/jan	13	26-31/jan	28	1-5/fev	9		
	21-25/jan	13	26-31/jan	28	1-5/fev	9	6-10/fev	20		
Fases	Intervalos de Semeadura									
	16-20 de out.		21-25 de out.		26-31 de out.		1-5 de nov.			
	Datas	PAH (%)	Datas	PAH (%)	Datas	PAH (%)	Datas	PAH (%)	Datas	PAH (%)
Fase Inicial	16-20/out	19	21-25/out	22	26-31/out	26	1-5/nov	11		
	21-25/out	22	26-31/out	26	1-5/nov	11	6-10/nov	10		
	26-31/out	26	1-5/nov	11	6-10/nov	10	11-15/nov	17		
	1-5/nov	11	6-10/nov	10	11-15/nov	17	16-20/nov	32		
	6-10/nov	10	11-15/nov	17	16-20/nov	32	21-25/nov	30		
	11-15/nov	17	16-20/nov	32	21-25/nov	30	26-30/nov	35		
	16-20/nov	32	21-25/nov	30	26-30/nov	35	1-5/dez	27		
Fase Vegetativa	21-25/nov	12	26-30/nov	16	1-5/dez	10	6-10/dez	6		
	26-30/nov	16	1-5/dez	10	6-10/dez	6	11-15/dez	13		
	1-5/dez	10	6-10/dez	6	11-15/dez	13	16-20/dez	34		
	6-10/dez	6	11-15/dez	13	16-20/dez	34	21-25/dez	24		
	11-15/dez	13	16-20/dez	34	21-25/dez	24	26-31/dez	7		
	16-20/dez	34	21-25/dez	24	26-31/dez	7	1-5/jan	22		
	21-25/dez	24	26-31/dez	7	1-5/jan	22	6-10/jan	23		
Fase Reprodutiva	26-31/dez	7	1-5/jan	22	6-10/jan	23	11-15/jan	19		
	1-5/jan	12	6-10/jan	13	11-15/jan	9	16-20/jan	0		
	6-10/jan	13	11-15/jan	9	16-20/jan	0	21-25/jan	6		
	11-15/jan	9	16-20/jan	0	21-25/jan	6	26-31/jan	17		
	16-20/jan	0	21-25/jan	6	26-31/jan	17	1-5/fev	3		
	21-25/jan	6	26-31/jan	17	1-5/fev	3	6-10/fev	10		
	26-31/jan	17	1-5/fev	3	6-10/fev	10	11-15/fev	4		
Fase de Maturação	1-5/fev	9	6-10/fev	20	11-15/fev	10	16-20/fev	8		
	6-10/fev	20	11-15/fev	10	16-20/fev	8	21-25/fev	20		
	11-15/fev	10	16-20/fev	8	21-25/fev	20	26-28/fev	25		

Essa baixa probabilidade, a princípio, indica a necessidade de irrigação suplementar para todas as fases de desenvolvimento nessas épocas de

semeadura, sendo necessário verificar a viabilidade econômica.

Para semeadura sem uso de irrigação, a melhor

época identificada foi o primeiro quinqüídio de outubro, momento em que o atendimento hídrico médio na fase reprodutiva da cultura foi de 11,67%, sendo o maior valor para esta fase entre todas as simulações realizadas. Com relação ao ciclo total da cultura, a melhor época de semeadura identificada foi o primeiro quinqüídio de novembro com valor de atendimento hídrico médio na ordem de 16,79%, maior entre todas as simulações realizadas (Tabela 5).

Tabela 5. Probabilidade de Atendimento Hídrico Médio (PAHM) durante a fase reprodutiva e o ciclo total da cultura para semeadura em quinqüídios, para precipitação provável de 75%.

		Datas de simulação de semeadura					
Meses		01-05	06-10	11-15	16-20	21-25	26-30
		PAHM (%)					
Setembro	F. reprodutiva	4,83	7,33	8,67	7,83	9,17	11,00
	ciclo	7,79	8,54	9,63	11,17	11,08	11,88
Outubro	F. reprodutiva	11,67	8,17	7,00	9,50	8,00	7,50
	ciclo	12,96	13,67	14,63	14,79	15,25	15,96
Novembro	F. reprodutiva	6,67					
	ciclo	16,79					

Conclusão

As simulações com precipitação provável de 75% apresentaram baixas probabilidades de atendimento hídrico para as diferentes épocas de semeadura, no período considerado. Considerando as épocas em que foram realizadas as simulações, os melhores períodos identificados para semeadura foram o primeiro quinqüídio de outubro, momento em que foi constatado maior atendimento hídrico médio na fase reprodutiva do arroz e o primeiro quinqüídio de novembro que proporcionou maior atendimento hídrico médio quando foi considerado o ciclo total da cultura.

Agradecimentos

Os autores manifestam agradecimento ao Prof. Dr. Gilson Volpato, ao Sr. João Josué Barbosa, ao Prof. Dr. Paulo C. Ceresini e à Prof^ª. Dr^ª. Marlene C. Alves. A Companhia Energética do Estado de São Paulo pelo fornecimento dos dados meteorológicos. Projeto financiado pelo Pibic/CNPq/Unesp.

Referências

- ALFONSI, R.R. *et al.* Frequência de veranicos em regiões rizícolas do Estado de São Paulo. In: REUNIÃO DE TÉCNICOS EM RIZICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., 1979, Campinas. *Anais...* Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1979. p. 146-151.
- ARF, O. *Efeito de densidade populacional e adubação nitrogenada sobre o comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão*. 1993. Tese (Livre Docência em Cultura de Cereais)-Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 1993.
- ASSIS, F.N. de *et al.* *Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática*. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 1996.
- CAMARGO, M.B.P. *et al.* *Probabilidades de atendimento da demanda hídrica da cultura do trigo pela precipitação pluvial no Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1988. (Boletim Técnico, 120).
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. *Guidelines for predicting crop water*. 2. ed. Rome: FAO Irrigation and Drainage Paper 24, 1977.
- PEREIRA, A.R. *et al.* *Evapo(transpi)ração*. Piracicaba: Fealq, 1997.

Received on September 30, 2004.

Accepted on August 29, 2006.