

# Produtividade e qualidade industrial de grãos de arroz de terras altas em função de lâminas de água no sistema irrigado por aspersão

Carlos Alexandre Costa Crusciol<sup>1\*</sup>, Orivaldo Arf<sup>2</sup>, Rogério Peres Soratto<sup>1</sup>, Marcelo Andreotti<sup>3</sup> e Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, Campus Botucatu, Fazenda Experimental Lageado, C.P. 237, 18603-970, Botucatu, São Paulo, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia-Unesp, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. <sup>3</sup>Departamento Agronomia, Centro de Ciências Agrárias/Unioeste, Rua Pernambuco, 1777, 85.960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. <sup>4</sup>Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia-Unesp, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: crusciol@fca.unesp.br

**RESUMO.** Com o objetivo de estudar o efeito de lâminas de água de irrigação sobre a fenologia, produtividade e qualidade industrial de grãos de arroz cv. Caiapó, *Oryza sativa* L. foi instalado um experimento em condições de campo, em um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, em Selvíria, MS. As lâminas de água utilizadas foram: a precipitação pluvial natural, ou seja, cultivo sob condições de sequeiro e quatro lâminas fornecidas por meio de irrigação por aspersão. A lâmina 2 (L<sub>2</sub>) foi baseada no coeficiente de cultura (Kc) do arroz no sistema de sequeiro. As demais lâminas L<sub>1</sub> e L<sub>3</sub> foram definidas com base em 0,5 e 1,5 vezes os valores dos Kcs utilizados na lâmina 2, respectivamente, e na lâmina 4 (L<sub>4</sub>) foi adotado Kc=1,95 durante todo o ciclo da cultura. A menor disponibilidade hídrica na fase vegetativa proporcionou aumento do ciclo e redução do porte da planta. A lâmina 2 (L<sub>2</sub>) foi a que apresentou os melhores resultados para produtividade de grãos. A utilização da irrigação por aspersão proporcionou maior rendimento de benefício e de grãos inteiros.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa* L., níveis de irrigação, componentes da produção, rendimento de benefício.

**ABSTRACT. Yield and grain quality of upland rice in function of sprinkler irrigation levels.** The objective of this paper was to evaluate the effects of water level applied by sprinkler irrigation on the phenology, grain yield and quality of the dry land rice, cv. *Caiapó*, *Oryza sativa* L. on a Typical Haplustox, grown in Selvíria, MS, Brazil. The water levels used were: natural rain and four water levels supplied by sprinkler irrigation. Irrigation levels were based on crop coefficient (Kc) for dry land rice that resulted in water level 2 (L<sub>2</sub>). Water levels L<sub>1</sub> and L<sub>3</sub> were defined as 0.5 and 1.5 Kcs used in L<sub>2</sub>, respectively, and Kc=1.95 was used on water level 4 (L<sub>4</sub>) during all plant cycle. Low water availability, during vegetative phase, increased plant cycle and reduced plant height. The greatest grain yield was obtained under water level 2 (L<sub>2</sub>). The sprinkle irrigation increased hulled yield and percentage of undamaged grains.

**Key words:** *Oryza sativa* L., irrigation rates, yields components, hulled yield.

## Introdução

O sistema de produção de arroz de terras altas ocupa aproximadamente 60% da área cultivada com este cereal no Brasil, sendo responsável por cerca de 40% da produção de grãos em casca. Grande parte das lavouras sob esse ecossistema está localizada em regiões onde é comum a ocorrência de períodos de estiagem durante a estação das chuvas (veranicos). Esse fato, aliado à alta evapotranspiração, tem provocado baixa estabilidade produtiva da cultura, quando cultivada no sistema de sequeiro.

O sistema irrigado por aspersão é alternativa para solucionar o problema de veranicos, e confere estabilidade na produção, podendo também aumentar a produtividade de grãos no ecossistema de terras altas. Assim, o cultivo de arroz irrigado por aspersão tem despertado interesse por parte de produtores, pois além de possibilitar a obtenção de resultados compensadores, pode maximizar o uso de equipamentos adquiridos para implantação de outras culturas de interesse econômico (Crusciol, 1998).

Trabalhos de pesquisa com arroz irrigado por aspersão realizados recentemente têm possibilitado a recomendação de cultivares, espaçamentos entre

fileiras e da densidade de semeadura mais adequados. Contudo, o manejo inadequado da água de irrigação tem levado estes cultivares ao acamamento e a produtividades insatisfatórias, já que a maioria deles se caracterizam por terem porte relativamente alto e baixa resistência ao acamamento (Crusciol, 1998; Rodrigues, 1998).

A deficiência hídrica, na fase vegetativa, aumenta o ciclo da cultura (Oliveira, 1994; Crusciol, 1995), reduz a altura da planta (Stone *et al.*, 1984; Carvalho Júnior, 1987; Oliveira, 1994;), e principalmente, o número de colmos por área (Fornasieri Filho e Fornasieri, 1993) refletindo posteriormente no número de panículas (Stone *et al.*, 1984; Oliveira, 1994;). Na fase reprodutiva pode reduzir o número de panículas (Pinheiro *et al.*, 1985), o número total de espiguetas (Dabney e Hoff, 1989; Prasertsak e Fukai, 1997), o número de espiguetas granadas (Stone *et al.*, 1984; Oliveira, 1994; Prasertsak e Fukai, 1997), podendo, conseqüentemente, causar aumento do número de espiguetas chochas por panícula (Stone *et al.*, 1984; Oliveira, 1994; Prasertsak e Fukai, 1997). Já na fase de maturação reduz a massa dos grãos (Stone *et al.*, 1984; Oliveira, 1994; Prasertsak e Fukai, 1997) e diminui o ciclo.

O arroz cultivado no sistema de sequeiro apresenta, em geral, além da baixa produtividade, qualidade de grão inferior quando comparado com o grão oriundo de cultura irrigada por inundação. A maior causa desse problema, além dos atribuídos à genética do material, está relacionada com os freqüentes períodos de deficiência hídrica que a planta sofre durante o ciclo. Com o uso da irrigação por aspersão, a planta de arroz não fica sujeita à deficiência hídrica e, como resultado, o processo de enchimento dos grãos é contínuo, levando a um maior rendimento de grãos no benefício e de inteiros, e, conseqüentemente, à redução no rendimento de grãos quebrados (Oliveira, 1994).

Quanto ao consumo de água pela cultura do arroz, Brunini *et al.* (1981) e Carvalho Junior (1987) verificaram que 30% é consumido durante a fase vegetativa, 55% durante a fase reprodutiva, e 15% na fase de maturação. Deficiências hídricas simuladas pela supressão da irrigação, em casa de vegetação, no início da emissão das panículas, com duração de quatro a oito dias, provocaram reduções da ordem de 60% e 87%, respectivamente, na produtividade de grãos (Stone *et al.*, 1986).

Em grande parte dos casos, o uso da irrigação por aspersão proporciona produtividades superiores em relação ao arroz que recebe apenas água das chuvas (Coelho, 1976). Manzan (1984) obteve aumentos de produtividade de até 70% no sistema irrigado por

aspersão comparado ao sistema de sequeiro. Acréscimos na produtividade do arroz em solos sob vegetação original de cerrado foram obtidos por Pinheiro *et al.* (1985), Crusciol (1998), Rodrigues (1998) e Arf *et al.* (2001), com a utilização de irrigação por aspersão.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes manejos da água de irrigação com base no coeficiente de cultura (Kc), sobre a fenologia da planta, componentes da produção, produtividade e qualidade industrial de grãos do arroz, cultivar Caiapó.

## Material e métodos

O trabalho de pesquisa foi realizado em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia - Unesp, campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, apresentando como coordenadas geográficas 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (Embrapa, 1999). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (variação anual).

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental e realizadas as análises químicas, segundo metodologia proposta por Rajj e Quaggio (1983), cujos resultados foram os seguintes: pH(CaCl<sub>2</sub>)=5,4; M.O.=26 g dm<sup>-3</sup>; P=24 mg dm<sup>-3</sup>; K; Ca; Mg, H+Al, SB e CTC = 1,3; 24,0; 15,2; 29,2; 40,5 e 69,7 mmol<sub>c</sub> . dm<sup>-3</sup>, respectivamente e V(%)=54.

A capacidade de retenção de água no solo foi determinada utilizando-se uma unidade de sucção segundo Grohmann (1960) na faixa de 0,002 a 0,01 MPa, aparelhos de pressão de placa porosa recomendados por Richards e Fireman (1943), na faixa de 0,033 a 0,101 MPa, e a membrana de Richards (1947), na faixa de 0,101 a 1,52 MPa. A Tabela 1 contém as tensões utilizadas para determinar a retenção de água no solo nas profundidades de 0 - 15 cm e 15 - 30 cm, com seus respectivos conteúdos de água apresentados em porcentagem do peso.

**Tabela 1.** Valores de retenção de água do solo da área experimental expressos em porcentagem de massa (%)

Profundidade do solo (cm)	Potencial mátrico (MPa)							
	1,520	0,507	0,101	0,033	0,010	0,006	0,004	0,002
0 a 15	14,58	15,15	16,95	18,51	20,50	26,24	27,78	44,22
15 a 30	16,94	17,88	19,49	20,35	22,55	27,61	31,45	47,80

Tabela 2. Lâminas de água e respectivos Kc (Coeficiente de cultura) utilizados

Lâminas	E		DF				F	
	Fase vegetativa		Fase reprodutiva				Fase de maturação	
	P1 <sup>(2)</sup>		P2	P3	P4	P5	P6	
		-30 <sup>(3)</sup>	-19	-11	-3	+5	+12	
Sequeiro <sup>(1)</sup>								
L1	0,20		0,35	0,50	0,65	0,50	0,35	
L2	0,40		0,70	1,00	1,30	1,00	0,70	
L3	0,60		1,05	1,50	1,95	1,50	1,05	
L4	1,95		1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	

E- Emergência; DF- Diferenciação floral; F- Florescimento. <sup>(1)</sup>Precipitação pluvial natural. <sup>(2)</sup>Período (em dias) de utilização dos coeficientes de cultura de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura e o ciclo da cultivar utilizada. <sup>(3)</sup>Dias em relação ao florescimento (florescimento = 0)

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. O experimento foi constituído de cinco lâminas de água, uma das quais, foi a precipitação pluvial natural, ou seja, cultivo sob condições de sequeiro, e as demais, fornecidas através de irrigação por aspersão e definidas com base no coeficiente de cultura (Kc). Os Kcs apresentados por Reichardt (1987) para a cultura do arroz de sequeiro, com algumas adaptações, resultaram na lâmina 2 (L<sub>2</sub>) (Tabela 2). A lâmina 1 (L<sub>1</sub>) foi definida com base em 50% dos Kcs utilizados na lâmina 2, enquanto a lâmina 3 (L<sub>3</sub>) foi 1,5 vezes. Já na lâmina 4 (L<sub>4</sub>) foi utilizado o maior Kc da lâmina 3 (1,95), durante todo o período de irrigação.

Cada unidade experimental continha seis fileiras de plantas com 6 m de comprimento, espaçadas em 40 cm. Foi considerada como área útil as quatro fileiras centrais, sendo 0,50 m da extremidade de cada fileira de plantas e as duas fileiras externas consideradas como bordadura.

A cultivar utilizado no experimento foi a Caiapó proveniente do cruzamento múltiplo (IRAT-18 X Beira Campo) X (CNAx104-B-Py-2B X Pérola). Apresenta porte médio (110-130 cm), ciclo médio (128 dias), 95-100 dias da emergência ao florescimento, grãos tipo longo, suscetível à brusone (*Pyricularia oryzae* Cav.) e ao acamamento. É recomendado para solos de baixa fertilidade em situações de abertura de áreas e reforma de pastagens degradadas.

Durante a condução do experimento foram determinadas, diariamente, a temperatura mínima e máxima do ar no Posto Meteorológico da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Unesp, distante, aproximadamente, 500 m do local. A precipitação pluvial foi determinada em um pluviômetro Ville de Paris instalado na área experimental. Todos os dados dos elementos climáticos estão contidos na Figura 1.

A capacidade de água disponível (CAD) do solo utilizada ficou estabelecida em 14,80 mm. As irrigações foram realizadas toda a vez que a evapotranspiração máxima (ETm) da cultura atingiu 8,25 mm, ou seja, 45% da CAD.

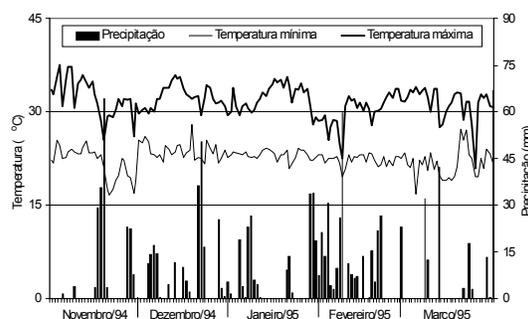


Figura 1. Dados diários da precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima, durante a condução do experimento. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul

A evaporação de água (mm) foi obtida diariamente de um Tanque Classe A. O coeficiente do Tanque Classe A (Kp) utilizado foi o proposto por Doorenbos e Pruitt (1976), o qual é função da área circundante, velocidade do vento e umidade relativa do ar. As irrigações foram realizadas por um sistema de aspersão convencional fixo, sendo a vazão dos aspersores de 3,3 mm h<sup>-1</sup>.

O solo foi preparado por meio de uma aração e duas gradagens, sendo a primeira gradagem levada a efeito logo após a aração e a segunda, às vésperas da semeadura. A adubação constou da aplicação nos sulcos de semeadura de 12 kg de N, 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 kg de K<sub>2</sub>O . ha<sup>-1</sup>. Também foram aplicados 40 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR-12 como fonte de micronutrientes (B = 1,3%; Cu = 0,30%; Fe = 3,0%; Mn = 2,0%; Mo = 0,1%; Zn = 9,0%).

A semeadura foi realizada em 24/11/94, utilizando-se a densidade de 100 sementes viáveis por metro quadrado. Junto com as sementes aplicou-se 1,5 kg ha<sup>-1</sup>(i.a.) de carbofuran 5G visando principalmente o controle de cupins (*Syntermes molestus*, *Procornitermes striatus* e *Cornitermes lespeii*) e lagarta elasm (*Elasmopalpus lignosellus*). A emergência das plântulas ocorreu em 02/12/94.

O controle de plantas daninhas foi realizado mediante a utilização do herbicida oxadiazon (1 kg ha<sup>-1</sup> de i.a.) em pré-emergência, um dia após a

semeadura e, 2,4D (0,67 kg ha<sup>-1</sup> de i.a.) em pós-emergência.

As avaliações realizadas foram: florescimento (número de dias transcorridos entre a emergência e 50% das panículas emitidas); ciclo total (número de dias transcorridos entre emergência e a colheita); altura média das plantas (m); acamamento (obtida por meio de observações visuais na fase de maturação); número de colmos e de panícula por m<sup>2</sup>; fertilidade dos colmos (%), número total de espiguetas por panícula, fertilidade das espiguetas, massa de 1000 grãos, massa hectolítrica, produtividade de grãos e rendimento de benefício, de grãos inteiros e de quebrados (retirou-se uma amostra de 100 g de arroz em casca passando-a em um engenho de prova Suzuki, modelo MT, por 1 minuto; em seguida foram pesados os grãos brunidos assim obtidos, e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício, em porcentagem, posteriormente, os grãos brunidos foram colocados no “trieur” n° 2 e a separação dos grãos foi processada, por 30 segundos; pesou-se os grãos que permaneceram no “trieur” e o valor obtido foi considerado grãos inteiros, e os demais, grãos quebrados, ambos expressos em porcentagem).

### Resultados e discussão

Na Tabela 3 estão apresentados o número de dias transcorridos da emergência das plantas até o florescimento, ciclo e a distribuição das lâminas de água de acordo com o tratamento, durante o desenvolvimento da cultura. Verifica-se que o cultivo sem irrigação aumentou 9 e 8 dias o período para as plantas atingirem o florescimento e a maturação respectivamente, quando comparado com o tratamento com o maior nível de água aplicado (L<sub>4</sub>). Isso indica que a deficiência hídrica proporciona aumento do ciclo da cultura. Stone *et al.* (1984) e Arf *et al.* (2001) também verificaram alteração do período de florescimento e ciclo em função da quantidade de água fornecida à cultura do arroz. O prolongamento no ciclo da cultura no tratamento sem irrigação foi conseqüência, provavelmente, de períodos de baixa precipitação ocorridos durante o desenvolvimento da cultura na fase vegetativa (Figura 1).

A diminuição na disponibilidade de água reduziu a altura da planta, proporcionando entre o cultivo de sequeiro e a maior lâmina de água (L<sub>4</sub>), fornecida via irrigação por aspersão, uma diferença de 15cm (Tabela 4). Este comportamento no

desenvolvimento, mais precisamente na altura da planta, refletiu no acamamento (Tabela 4) que apresentou maior valor (75 a 100% de plantas acamadas) na maior lâmina (L<sub>4</sub>). Crusciol (1998) e Arf *et al.* (2001) verificaram aumento na altura e no acamamento de plantas com a utilização da irrigação por aspersão. O número de colmos e de panículas por metro quadrado não foram afetados significativamente pelos tratamentos, apesar de ter ocorrido menor transformação das gemas vegetativas em reprodutivas no tratamento de sequeiro em relação a lâmina 1, como pode ser constatado pelos dados de fertilidade dos colmos (Tabela 4). Os maiores valores de fertilidade dos colmos nos tratamentos irrigados, comparados ao sequeiro permite inferir que a água limitou a diferenciação da gema vegetativa em reprodutiva e/ou pode ter ocorrido uma degeneração do primórdio da panícula, apesar de não ter refletido significativamente no número de panículas.

**Tabela 3.** Número de dias da emergência ao florescimento, ciclo da cultura e lâminas de água

	Tratamentos				
	Sequeiro	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>
Florescimento (DAE) <sup>(1)</sup>	87	84	80	80	78
Ciclo (dias)	107	106	104	101	99
Irrigação (mm)	-	40,9	83,5	149,5	362,2
Totais de água (mm)	884,6	855,3	897,8	963,8	1176,5

<sup>(1)</sup> DAE = Dias Após Emergência

Embora o número de espiguetas total não tenha sido influenciado significativamente pelos tratamentos, houve tendência dos valores obtidos com as lâminas de irrigação estudadas serem superiores ao obtido sob cultivo de sequeiro. A redução do número total de espiguetas por panícula pela ação de deficiência hídrica foi relatada por Fageria (1980) e Campelo Júnior (1985). De acordo com Yoshida (1981a e b), o número total de espiguetas é influenciado por fatores genéticos e por condições externas vigentes durante a fase reprodutiva, mais precisamente do início da fase reprodutiva até 5 dias que antecedem o florescimento.

Com relação a fertilidade das espiguetas, a irrigação por aspersão obedecendo os valores de Kc recomendados por Reichardt (1987) (tratamento L<sub>2</sub>), proporcionou o maior valor, porém sem diferir dos demais tratamentos.

A massa de 1000 grãos não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 5), provavelmente, por ser uma característica varietal bastante estável (Matsushima, 1970; Yoshida, 1981b).

**Tabela 4.** Variáveis analisadas na cultura do arroz de terras altas, cv. Caiapó, sob diferentes lâminas de água. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul

Tratamentos	Altura da planta (cm)	Acamamento (Nota) (¹)	Colmos por m²	Panículas por m²	Fertilidade dos colmos (%)	Número de espiguetas por panícula	Fertilidade das espiguetas(%)
Sequeiro	134c	0	251	209	83b	161	81,7
L1	142b	0	184	178	97a	175	83,1
L2	144ab	0	210	188	90ab	182	85,3
L3	145ab	0	210	193	92ab	188	79,1
L4	149a	5	211	191	91ab	183	78,7
Teste F	21,28**	-	1,39ns	0,23ns	3,44*	0,19ns	2,12ns
CV (%)	1,6	-	10,9	12,26	5,8	13,3	4,7

(¹) Escala de valores para acamamento: 0 = sem acamamento, 1 = 1 a 5% de plantas acamadas, 2 = 5 a 25%, 3 = 25 a 50%, 4 = 50 a 75% e 5 = 75 a 100% de plantas acamadas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \* e ns são respectivamente, significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F.

**Tabela 5.** Variáveis analisadas na cultura do arroz de terras altas, cv. Caiapó, sob diferentes lâminas de água. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul

Tratamento	Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimento de grãos (%)		
			Benefício	Inteiros	Quebrados
Sequeiro	29,38	2839b	63,6b	42,9b	20,7
L1	28,30	3652ab	68,7a	53,2a	15,4
L2	29,33	3986a	70,9a	54,5a	16,4
L3	27,43	3336ab	69,0a	53,4a	15,6
L4	29,25	3645ab	69,6a	55,0a	14,7
Teste F	2,01ns	3,99*	28,83**	7,78**	2,60ns
CV (%)	4,2	12,4	1,5	7,0	17,9

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. \*\*, \* e ns são respectivamente, significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F

A produtividade de grãos (Tabela 5) foi afetada de forma significativa pelos tratamentos. A lâmina 2 proporcionou a maior produtividade de grãos (3986 kg ha<sup>-1</sup>) diferindo estatisticamente do tratamento de sequeiro. O aumento proporcionado pela lâmina 2 em relação ao cultivo de sequeiro foi de 1147 kg ha<sup>-1</sup>, que equivale a um ganho de 40,4%. Todos os tratamentos irrigados por aspersão (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>) proporcionaram produtividades superiores ao tratamento de sequeiro e, apesar das diferenças não terem sido significativas, o aumento médio foi de 28,73%. De modo geral, a precipitação pluvial durante o experimento foi considerada suficiente para o desenvolvimento da cultura, contudo, a distribuição desuniforme resultou em resposta à irrigação por aspersão, principalmente, quando da utilização da lâmina 2, que provavelmente dentre as lâminas estudadas, proporcionou aplicação mais equilibrada de água. Assim, a maior produtividade de grãos constatada com a utilização da L<sub>2</sub> foi decorrente de um sinergismo dos efeitos benéficos proporcionados na formação da panícula e granação das espiguetas. Manzan (1984), Pinheiro *et al.* (1985), Oliveira (1994), Nakao (1995), Crusciol (1998), Rodrigues (1998) e Arf *et al.* (2001) também obtiveram incremento na produtividade do arroz de terras altas pela da utilização da irrigação por aspersão.

O rendimento de grãos no benefício (Tabela 5) foi significativamente afetado pelos tratamentos, sendo que o cultivo de sequeiro apresentou o menor valor, em média 6,0% inferior aos tratamentos irrigados. Oliveira (1994) e Crusciol (1998) também obtiveram maior rendimento no benefício com a utilização da irrigação por aspersão.

Quanto ao rendimento de inteiros (Tabela 5), o cultivo de sequeiro proporcionou os menores valores, diferindo estatisticamente de todos os tratamentos irrigados. O rendimento de grãos quebrados não sofreu efeito significativo estatisticamente, porém, nota-se pela Tabela 5 que o cultivo de sequeiro proporcionou maiores valores. Tal fato se deve provavelmente à baixa precipitação pluvial ocorrida durante a maturação (Figura 1). Oliveira (1994) também verificou que os grãos oriundos do cultivo de sequeiro apresentaram rendimento de inteiros inferior aos provenientes do cultivo sob irrigação por aspersão.

### Referências

ARF, O. *et al.* Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.36, p.871-879, 2001.

BRUNINI, O. *et al.* Balanço hídrico em condições de campo para dois cultivares de arroz sob duas densidades de plantio. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 5, p. 1-6, 1981.

CAMPELO JÚNIOR, J.O. *Avaliação da capacidade de extração de água do solo pelo arroz de sequeiro (Oryza sativa L.) sob diferentes doses de nitrogênio.* 1985. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

CARVALHO JÚNIOR, A.G. *Efeito da adubação potássica em cultivares de arroz (Oryza sativa L.) de sequeiro sob déficit hídrico, em solos sob cerrado.* 1987. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1987.

COELHO, M.B. *Efeito da água disponível no solo e de níveis de irrigação, sobre duas variedades de arroz.* 1976. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1976.

CRUSCIOL, C.A.C. *Efeito de lâminas de água e da adubação mineral em dois cultivares de arroz-de-sequeiro sob irrigação por*

- aspersão. 1998. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.
- CRUSCIOL, C.A.C. *Espaçamento e densidade de semeadura do arroz, cv IAC 201, sob condições de sequeiro e irrigado por aspersão*. 1995. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1995.
- DABNEY, S.M.; HOFF, B.J. Influence of water management on growth and yield of no-till planted rice. *Crop Sci.*, v.29, p.746-752, 1989.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. *Las necesidades de agua de los cultivos*. Roma, FAO, 194 p., 1976 (Estudios FAO : Riego e Drenaje, 24).
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa/Cnpso, 1999.
- FAGERIA, N.K. Deficiência hídrica em arroz de cerrado e resposta ao fósforo. *Pesq. Agropecu. Bras.*, v.15, n.3, p.259-265, 1980.
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. *Manual da Cultura do arroz*. Jaboticabal: Funep, 1993.
- GROHMANN, F. Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 21, n. 18, p. 285-295, 1960.
- MANZAN, R.J. Irrigação por aspersão na cultura do arroz. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, p.35-40, 1984.
- MATSUSHIMA, S. Crop science in rice: Theory of yield determination and its application. Tokyo: Fuji, 1970.
- NAKAO, W.S. *Manejo de água na cultura do arroz (Oryza sativa L.) irrigado por aspersão*. 1995. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1995.
- OLIVEIRA, G.S. *Efeito de densidades de semeadura no desenvolvimento de cultivares de arroz (Oryza sativa L.) em condições de sequeiro e irrigado por aspersão*. 1994. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1994.
- PINHEIRO, B.S. *et al*. Tipo de planta, regime hídrico e produtividade do arroz de sequeiro. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.20, p.85-87, 1985.
- PRASERTSAK, A.; FUKAI, S. Nitrogen availability and water stress interaction on rice growth and yield. *Field Crop Res.*, Amsterdam, v.52, p.249-260, 1997.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. *Métodos de análise de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. (Boletim Técnico, 81).
- REICHARDT, K. Relações solo-água-planta para algumas culturas. In: REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo: Manole, 1987, p.157-71.
- RICHARDS, L.A. Pressure membrane apparatus construction and use. *Agri. Eng.*, Saint Joseph, v. 28, p. 451-454, 1947.
- RICHARDS, L.A.; FIREMANN, M. Pressure-plate apparatus for measuring moisture sorptin and transmission by soils. *Soil Sci.*, Baltimore, v.56, p.395-404, 1943.
- RODRIGUES, R.A.F. *Efeitos do manejo de água nas características fenológicas e produtivas do arroz (Oryza sativa L.) cultivado em condições de sequeiro sob irrigação por aspersão*. 1998. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.
- STONE, L.F.; *et al.*, Deficiência hídrica, vermiculita e cultivares. *Pesq. Agropecu. Bra.*, Brasília, v.19, p.695-707, 1984.
- STONE, L.F.; *et al.*, Produtividade do arroz e absorção de nitrogênio afetadas pelo veranico e pela adição de vermiculita ao solo. *Pesq. Agropecu. Bra.*, Brasília, v.21, n.2, p.117-125, 1986.
- YOSHIDA, S. Climatic environment and its influence. In: YOSHIDA, S. *Fundamentals of rice crop science*. Los Baños, 1981a. cap. 2, p.65-110.
- YOSHIDA, S. Growth and development of the rice plant. In: YOSHIDA, S. *Fundamentals of rice crop science*. Los Baños, 1981b. cap. 1, p.1-65.

Received on July 01, 2002.

Accepted on January 29, 2003.