

# RESPOSTA DE DUAS CULTIVARES DE ARROZ A NÍVEIS DE ÁGUA NO SOLO<sup>1</sup>

ANA RITA RODRIGUES VIEIRA<sup>2</sup>, SILVIO STEINMETZ<sup>3</sup> e ORIVALDO BRUNINI<sup>4</sup>

**RESUMO** - Experimentos foram conduzidos utilizando-se cultivares de arroz, objetivando avaliar seu comportamento perante níveis de deficiência hídrica. Os tratamentos foram: 1. solo à capacidade de campo e solo submetido apenas à precipitação natural, da emergência até início do florescimento e do final do florescimento à maturação; 2. irrigação com base em 100, 75, 50, 25 e 0% de ET<sub>m</sub>, no período de 15 dias antes a 15 dias após o início do florescimento, para a cultivar CNA-791041 (de sequeiro). Para a cultivar IR-50 (irrigada), esse período foi de 30 a 48 dias antes do início do florescimento. As parcelas do tratamento-testemunha foram irrigadas sempre que os tensiômetros a 15 cm de profundidade indicassem -0,010 a -0,015 MPa. A restrição de chuva foi obtida por três abrigos. Os resultados mostraram: 1. correlação da produção com os níveis e critérios de irrigação, bem como com o período em que se encontrava a cultura quando submetida ao estresse; 2. potenciais de água na folha mais negativos para a cultivar IR-50 e maiores valores de resistência difusiva ao fluxo de vapor d'água, mostrando maior sensibilidade à deficiência hídrica.

Termos para indexação: irrigação, produção, resistência à seca, período de florescimento, estresse hídrico.

## RESPONSE OF TWO RICE CULTIVARS TO LEVELS OF WATER IN THE SOIL

**ABSTRACT** - Experiments were carried out with rice cultivars, to evaluate their behavior when exposed to water stress. The treatments were: 1. soil at field capacity and soil subject to rainfall only during emergence until before flowering and also from final flowering until maturation; 2. irrigated based on of 100, 75, 50, 25 and 0% of maximum evapotranspiration at the flowering stage during the period of 15 days before to 15 days after flowering initiation for CNA-791041 upland. For IR-50 irrigated cultivar this period started 30 to 48 days before flowering. Irrigation started when soil water potential of the reference treatment at 15 cm of depth was -0,010 to -0,015 MPa. Water deficits in the soil was ensured by the use of rain shelters. The results showed: 1. correlation of the yield with the levels and criteria of irrigation as well as the different stage of development when submitted to water deficiency also influenced the results; 2. the cultivar IR-50 showed more negative values of leaf water potential and higher of diffusive resistance to water vapor flux during the period of water stress, presented higher sensibility to water stress.

Index terms: irrigation, yield, drought resistance, period of flowering, water stress.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 14 de novembro de 1990  
Extraído da dissertação apresentada à ESALQ para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração Agrometeorologia.

<sup>2</sup> Enga.-Agra., M.Sc., Agrometeorol., Profa.-Assistente III  
- UFSC - Caixa Postal 476, CEP 88049 Florianópolis, SC.

<sup>3</sup> Eng. - Agr., M.Sc., Agrometeorol., EMBRAPA/CNPAF,  
Goiânia, GO.

<sup>4</sup> Ph.D., Agrometeorol., Seção de Climatol. Agric., IAC -  
Campinas, SP. Bolsista do CNPq.

## INTRODUÇÃO

O arroz de sequeiro, cultura de grande importância econômica e social para o País, tem como principal problema a sua total dependência da água das chuvas e a sua alta sensibilidade à deficiência hídrica, principalmente no período de floração.

Salter & Goode (1967), de acordo com Begg & Turner (1976), estudaram a sensibilidade da cultura do arroz ao déficit hídrico e concluíram que este é mais prejudicial no início do florescimento, durante o florescimento, e, em menor intensidade, durante o desenvolvimento da panícula e dos grãos, o que foi corroborado por Murty & Ramakrishna (1982).

Yoshida & Hasegawa (1982) citaram que a profundidade das raízes é considerada como um importante componente na resistência à seca, pois o crescimento da raiz de arroz em termos de massa, número e morfologia atinge o máximo próximo ao florescimento, continuando a ramificação até a maturidade.

O'toole & Cruz (1980) submeteram as plantas de arroz a 29 dias de estresse hídrico e mostraram que para potenciais da água na folha entre -0,80 e -1,20 MPa ocorria um acréscimo da resistência difusiva ao fluxo de vapor d'água, e o enrolamento das folhas era iniciado, o que indica que esse estava diretamente correlacionado com o potencial da água na folha, ou seja, que o enrolamento é uma resposta rápida ao decréscimo de potencial da água na folha.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta de duas cultivares de arroz ao estresse hídrico, sendo uma cultivar de sequeiro e uma cultivar de sistema irrigado, ambas cultivadas sob o sistema de sequeiro, mas submetidas a diferentes níveis de água no solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no CNPAF-EMBRAPA, em Goiânia, GO, cujas coordenadas geográficas são: latitude 16°41'S, longitude 49°17'W e altitude de 729 m, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro distrófico.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso. Foram utilizadas duas cultivares de arroz, CNA-791041 (de sistema de sequeiro) e IR-50 (de sistema irrigado). A área de cada parcela perfazia um total de 12,15 m<sup>2</sup>.

A semeadura foi realizada no dia 26 de outubro de 1983, com a distância de 0,50 m entre linhas. A

densidade de plantio foi de 80 a 100 sementes viáveis por metro linear, permanecendo, após desbaste, 50 plantas por metro linear.

A adubação de plantio foi de 300 kg/ha da fórmula 4-30-16, e a de cobertura, com sulfato de amônia, foi aplicada aos 30, 43 e 56 dias após o plantio, na dosagem de 20 kg/ha de N nas duas primeiras e 30 kg/ha de N na última. Também foram aplicados 50 kg/ha de micronutrientes (FTE-BR 12) 56 dias após o plantio.

Com relação aos tratamentos de irrigação, ocorreram duas etapas: 1. em uma, o solo foi mantido à capacidade de campo, e na outra, o solo foi mantido sob condições naturais, portanto, sujeito ao estresse hídrico natural. Isto, da fase de emergência até o início do florescimento, e do final do florescimento até a maturação. O controle da irrigação era baseado nos tensiômetros instalados a 15 cm de profundidade do solo, sempre que esses indicassem entre -0,010 e -0,015 MPa; 2. durante o período de 15 dias antes do início do florescimento até o período de 15 dias após o início do florescimento para a cultivar de sequeiro, CNA 791041, foram estabelecidos cinco tratamentos de água no solo em função da evapotranspiração máxima (ETm): 100%, 75%, 50%, 25% e 0%. Esses níveis eram controlados com a utilização de abrigos de chuva, e a irrigação ocorria sempre que os tensiômetros instalados a 15 cm de profundidade nos tratamentos-testemunha (100% ETm) indicassem uma tensão entre -0,010 e -0,015 MPa.

Para a cultivar de sistema irrigado IR-50, o período de estresse hídrico provocado também foi de um mês, diferindo apenas o início dos tratamentos, o qual ocorreu de 30 a 48 dias antes do início do florescimento. Essa diferença ocorreu porque a cultivar não tinha suas características morfofisiológicas totalmente definidas, em virtude de ainda estarem passando por um processo de seleção; e com o tratamento estresse hídrico natural sofrido durante a primeira etapa, gerou-se um atraso no seu florescimento.

Para cada tratamento foram utilizadas três repetições.

A ETm foi estimada através dos dados de evapotranspiração de referência (ETo) e pelo coeficiente de cultura. Para a determinação de ETo, utilizaram-se os dados do tanque Classe A corrigido com o coeficiente de tanque (Kp).

Como a frequência da irrigação estava sendo diária, e portanto muito alta, tornava-se inviável o processo. A partir do sétimo dia de estresse hídrico provocado, passou-se então a não utilizar mais os coefi-

cientes de tanque (Kp), como forma de controlar o problema da alta frequência de irrigação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 1), não houve diferença significativa entre as cultivares, mas houve diferença significativa entre tratamentos, entre tratamentos dentro de cada cultivar, e entre blocos.

Pelo teste de Tukey, utilizado para comparação das médias de produção obtidas em cada tratamento para cada uma das cultivares, houve diferença significativa entre produções para os tratamentos 100%, 75% de ETm e o tratamento 0% de ETm para a cultivar CNA-791041, e entre os tratamentos 100 e 75% ETm e os tratamentos 25% de ETm e déficit hídrico sob condições naturais para a cultivar IR-50.

Com relação ao fato de os dados de produção para os tratamentos 100% e 75% de ETm serem bastante próximos, podemos atribuí-lo à

sistemática de irrigação empregada, ou seja, à quantificação da necessidade de água a ser ministrada para a cultura. O mesmo é válido quando analisamos o comportamento da produção no tratamento 50% de ETm.

Para a cultivar IR-50, o comportamento apresentado pelos dados de produção dos tratamentos 50% e 0% de ETm não esteve dentro do esperado, visto que estes não apresentaram diferença entre médias, o que podemos atribuir ao estágio fenológico em que o estresse hídrico atingiu a cultura.

Como a cultivar IR-50 foi cultivada em condições adversas às suas, houve um atraso no seu ciclo.

O critério utilizado para submeter a cultura ao estresse hídrico foi o estágio fenológico, caracterizado por um número de dias fixos antes e após o florescimento conforme literatura, entendendo ser este o período mais sensível da cultura, em níveis diferentes de estresse hídrico.

Acreditamos que este talvez seja o melhor critério para os casos em que a fenologia da

TABELA 1. Análise de variância da produção estudada.

FV	GL	SQ	QM	F	PROB F
Bloco	2	4,9222	2,4611	14,9308	0,0002
Cult.	1	0,0420	0,0420	0,2550	0,3849
Trat.	5	11,8248	2,3650	14,3475	0,0000
Cult. x Trat.	5	3,3948	0,6790	4,1190	0,0087
Resíduo	22	3,6264	0,1648		
Total	35	23,8102			

Média = 1,4282

CV = 28,43%

### Quadro de médias

	Tratamentos						Média
	1	2	3	4	5	6	
Cul 1	2,1793	2,0847	1,7680	1,0090	0,0810	1,6523	1,4624
Cul 2	2,1493	2,1370	1,2587	0,6670	1,2453	0,9070	1,3941
Média	2,1643	2,1108	1,5133	0,8380	0,6632	1,2797	

cultura já esteja bem definida, não sendo o melhor para os casos como este em estudo, em que as cultivares passavam por um processo de seleção recente, e não possuíam uma delimitação precisa dos seus períodos fenológicos.

Isto explica, portanto, a alta produção obtida pelo tratamento 0% de ETm, o qual com o atraso do ciclo da cultivar IR-50 acabou recebendo o retorno subsequente dos tratamentos déficit hídrico e solo mantido à capacidade de campo na fase de florescimento, o que possibilitou uma excelente recuperação da cultura, corroborando os trabalhos de Begg & Turner (1976); Murty & Ramakrishna (1982).

Com relação aos valores mais altos de potencial da água na folha, observou-se que esses ocorreram no final do período de tratamentos diferenciados de água no solo (27º dia), sendo -2,80 MPa para a cultivar de arroz irrigado e -2,15 MPa para a cultivar de arroz de sequeiro, o que nos mostra que a sua variação foi uma função do armazenamento de água no solo, o qual, para ambas as cultivares, nesse período, era mínimo (Fig. 1 e 2).

Considerando ainda o comportamento das cultivares, através da variação dos valores médios diários do potencial da água na folha durante o período de estresse hídrico, valores médios esses resultantes da média aritmética dos valores obtidos em cada hora de medida do dia (Fig. 3), verifica-se que também a temperatura do ar e o déficit de saturação de vapor d'água do ar exerceram forte influência sobre o comportamento das cultivares.

Há que se ressaltar o fato de os valores extremos de potencial da água na folha não terem sido perfeitamente coincidentes com as oscilações máximas dos parâmetros mencionados anteriormente, o que demonstra capacidade de recuperação de cada cultivar perante os diferentes níveis de déficit de saturação de vapor d'água e armazenamento de água no solo.

Também foi analisado o fenômeno de enrolamento das folhas, visto que esse é um mecanismo de estresse hídrico (Tabela 2). A princípio, presumia-se que fosse uma função direta do potencial da água na folha, o qual, por sua vez, parece ter relação direta mas não linear com a demanda atmosférica (déficit de saturação de vapor d'água do ar) e umidade do solo.

Para verificar isto, tomou-se como referência o horário do início do enrolamento. Notou-se que o horário, para ambas as cultivares, nem sempre foi concordante com os valores extremos alcançados pelo potencial da água na folha, déficit de saturação máximo do dia e umidade do solo. Acredita-se, portanto, que esse comportamento possa ser também atribuído à demanda atmosférica do dia anterior ou a algum outro mecanismo fisiológico que a planta possua para evitar a perda de água que não foi possível investigar.

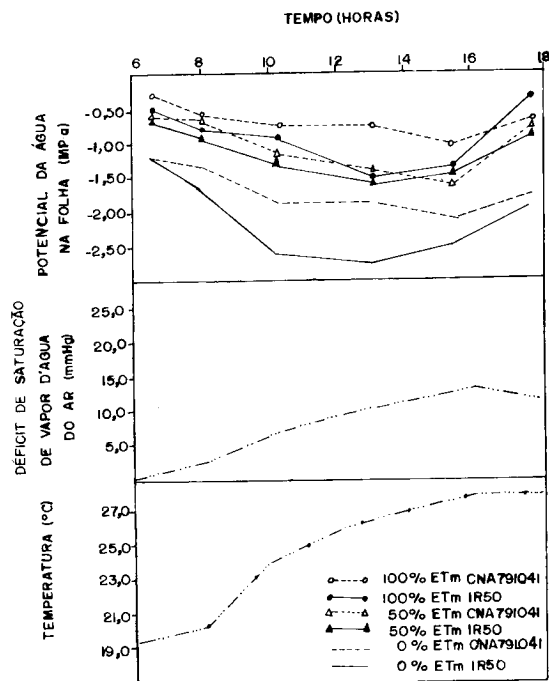


FIG. 1. Variação horária do potencial de água na folha, do déficit de saturação de vapor d'água no ar e temperatura do ar para as cultivares CNA 791041 e IR 50, no 27º dia de estresse hídrico. Goiânia/1983.

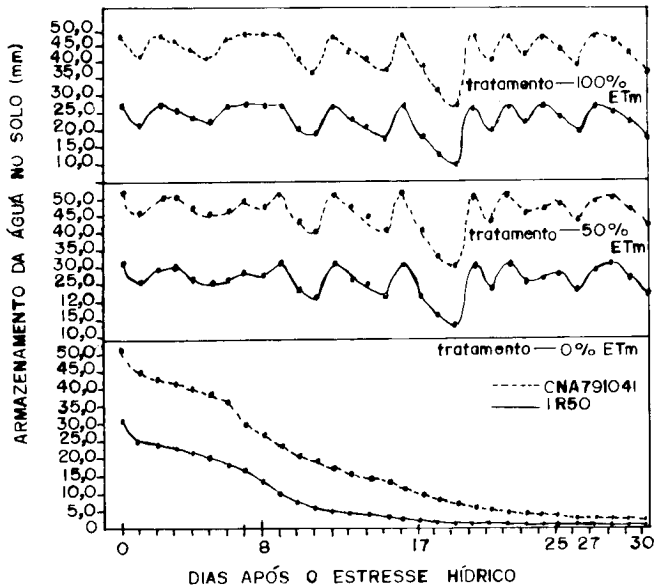


FIG. 2. Armazenamento da água no solo para as cultivares CNA 791041 e IR 50 durante o período de tratamentos de água no solo, estimado pelo balanço hídrico de Thornthwaite - Mather (1955/1957) modificado por Braga & Villa Nova. Goiânia (1983).

É conveniente ressaltar que a grande variabilidade das medidas de potencial da água na folha no final do período de estresse hídrico (27º dia) pode ser ainda um reflexo da intensidade do estresse atingido, visto que nesse momento há um rompimento dos tecidos das folhas em medição, com muita facilidade, exigindo um número maior de repetições de leitura.

Pela Fig. 4, nota-se que a resistência difusiva ao fluxo de vapor d'água da cultivar CNA-791041 sofre um decréscimo até às 11:30 horas. A partir desse momento, a resistência sofre um aumento significativo, sendo bastante rápido quando a deficiência hídrica é mais acentuada (tratamento 0% de ETm), o que mostra a resposta da planta ao aumento de demanda atmosférica.

No caso da cultivar IR-50, tratamento 0% de ETm, verificou-se que o comportamento foi

oposto ao da cultivar CNA-791041, sendo os maiores valores de resistência difusiva obtidos às 11:30 horas, o que mostra uma reação da planta tentando diminuir a falta de água.

Para os tratamentos 100% e 50% de ETm, esse comportamento da cultivar IR-50 não foi o mesmo, ou seja, a resistência difusiva foi baixa durante o período mais quente do dia atingindo os maiores valores no final da tarde e início da manhã.

O comportamento exatamente oposto das cultivares para o tratamento 0% de ETm pode ser explicado pelo comportamento do sistema radicular das cultivares; no caso da cultivar CNA-791041, nota-se que apresentou maior profundidade das raízes, o que gerou maiores facilidades na exploração da água armazenada no solo e conseqüentes perdas com o estresse total, o que corrobora os trabalhos de Yoshida & Hasehawa (1982).

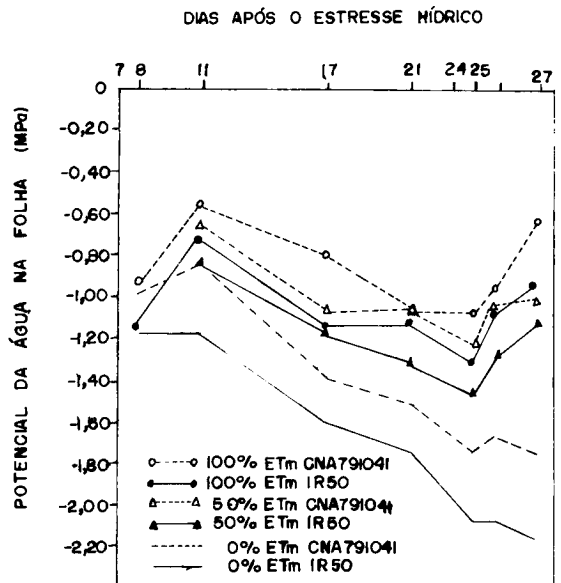


FIG. 3. Variação dos valores médios diários do potencial da água na folha durante o período de estresse hídrico para a cultivar CNA 791041 e IR 50. Goiânia/1983.

Analisando-se a resistência difusiva ao longo do período de estresse hídrico, verificou-se que o valor médio máximo para a cultivar CNA-791041 foi de 4,40 s.cm<sup>-1</sup> a um poten-

cial da água na folha de -1,82 MPa, enquanto a cultivar IR-50 atingiu 5,80 s.cm<sup>-1</sup> a um potencial de -2,65 MPa. (Fig. 5).

Para a cultivar IR-50, quando esse valor

**TABELA 2. Data e horário do início do enrolamento no tratamento a 0% de evapotranspiração máxima (ETm) para as cultivares de arroz irrigado CNA 791041 e IR 50 durante o período de estresse hídrico, potencial da água na folha, e déficit máximo de saturação de vapor d'água do ar. Goiânia/1983.**

Dias após o estresse hídrico	Parcela	Cultivar	Horário do início do enrolamento (horas)	Potencial da água na folha (MPa)	Déficit máximo de saturação do dia anterior (mmHg)	Déficit máximo de saturação do dia (mmHg)
17	9	CNA 791041	9:45	-1,13	18,02	19,65
	19	CNA 791041	9:45	-1,47		
	26	CNA 791041	9:45	-1,65		
21	9	CNA 791041	7:36	-1,65	24,61	25,32
	19	CNA 791041	7:36	-1,36		
	26	CNA 791041	7:36	-1,77		
24	9	CNA 791041	7:50	-1,62	14,87	18,02
	19	CNA 791041	7:50	-1,66		
	26	CNA 791041	7:50	-2,15		
25	9	CNA 791041	9:55	-1,85	18,02	17,72
	19	CNA 791041	9:55	-2,56		
	26	CNA 791041	9:55	-2,27		
27	9	CNA 791041	7:45	-1,49	13,37	13,61
	19	CNA 791041	10:10	-1,49		
	26	CNA 791041	10:10	-2,15		
17	10	IR 50	9:45	-1,49	18,02	19,65
	15	IR 50	9:45	-1,86		
	36	IR 50	9:45	-2,09		
21	10	IR 50	7:36	-1,81	24,61	25,32
	15	IR 50	7:36	-2,08		
	36	IR 50	7:36	-2,04		
24	10	IR 50	7:50	-2,16	14,87	18,02
	15	IR 50	7:50	-2,12		
	36	IR 50	6:25	-2,17		
25	36	IR 50	8:00	-2,45	18,02	17,72
	10	IR 50	9:55	-2,86		
	15	IR 50	9:55	-2,86		
27	10	IR 50	9:45	-2,00	13,32	13,61
	15	IR 50	9:45	-2,00		
	36	IR 50	9:45	-1,11		

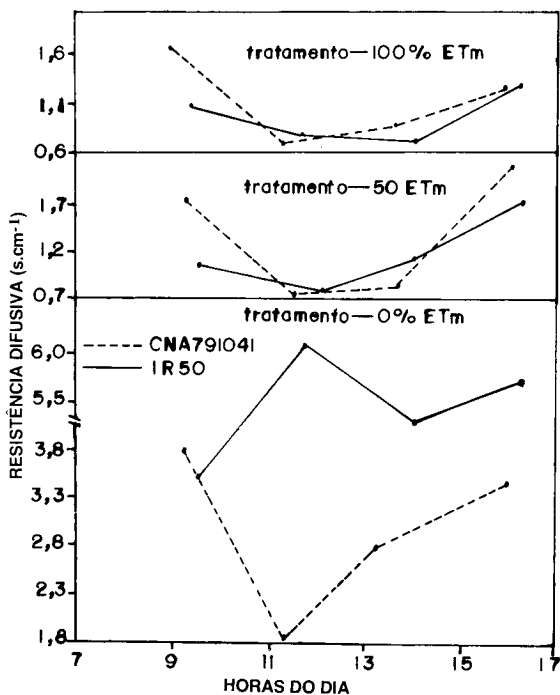


FIG. 4. Variação horária da resistência difusiva ao fluxo de vapor d'água para as cultivares CNA 791041 (---) e IR 50 (—) no 25º dia de estresse hídrico. Goiânia/1983.

ocorreu, o armazenamento de água no solo era 0,0 mm, e o déficit de saturação de vapor d'água máximo do dia era 17,5 mmHg. Para a cultivar CNA-791041, o armazenamento de água no solo era de 10,0 mm e o déficit de saturação de vapor d'água máximo do dia era 25,0 mmHg.

As densidades de fluxo transpiratório também foram estudadas. Os resultados mostraram que os seus valores foram sempre maiores para a cultivar CNA-791041, o que pode ser atribuído à resistência estomática menor dessa cultivar ou à maior capacidade de extração de água no solo em função de um sistema radicular mais pronunciado.

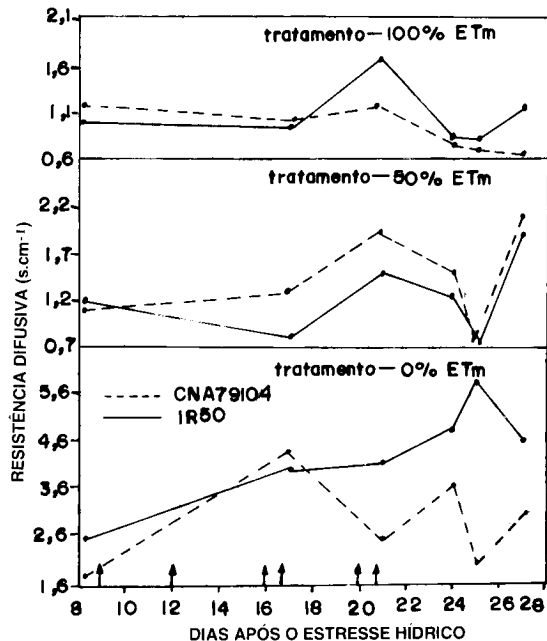


FIG. 5. Variação da resistência difusiva ao fluxo de vapor d'água estimada às 12 h para as cultivares CNA 791041 (---) e IR 50 (—) durante o período de estresse hídrico, de acordo com os dias de irrigação.

## CONCLUSÕES

1. A definição do período de estresse hídrico com base em um número de dias fixos antes e depois da floração não parece ser o melhor critério para irrigar quando a cultura não tem uma fenologia precisamente definida ou quando o cultivo é feito em condições adversas.

2. A alta frequência de irrigação adotada, o estágio fenológico em que ocorreu o estresse hídrico, e o tratamento de irrigação praticado posteriormente, foram os principais fatores condicionantes de altas produções em tratamentos como 0% de ETm.

3. Pelos valores apresentados de potencial de água na folha e de resistência difusiva ao fluxo de vapor d'água, a cultivar IR-50 de sistema irrigado foi mais sensível ao estresse hídrico.

### REFERÊNCIAS

- BEGG, J.E.; TURNER, N.C. Crop water deficits. **Advances in Agronomy**, New York, v.28, p.161-207, 1976.
- BRAGA, H.J.; VILLA NOVA, N.A. Caracterização da seca agrônômica através de novo modelo de balanço hídrico, na região de Laguna, litoral Sul do Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3. **Anais**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/Fundação Cargil, 1983. p.283-310.
- MURTY, K.S.; RAMAKRISNAHA, G. Shoot characteristics of rice for drought resistance. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Drought resistance in crops with emphasis on rice**. Manila, 1982. p.145-152.
- O'TOOLE, J.C.; CRUZ, R.T. Leaf rolling and transpiration. **Plant Science Letters**, v.16, p.111-114, 1980.
- SALTER, P.J.; GOODE, J.E. **Crop responses to water at different stages of growth**. Fareham Royal: Commonw. Agric. Bur., 1967.
- YOSHIDA, S.; HASEGAWA, S. The rice root system: its development and function. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Drought resistance in crops with emphasis on rice**. Manila, 1982. p.97-114.