

PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DE DUAS CULTIVARES DE ARROZ SOB DIFERENTES REGIMES DE ÁGUA NO SOLO¹

ANA RITA RODRIGUES VIEIRA², SILVIO STEINMETZ³ e ORIVALDO BRUNINI⁴

RESUMO - Experimentos foram conduzidos com duas cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.), sendo uma de arroz de sequeiro (CNA 791041) e outra, de arroz irrigado (IR 50), com o objetivo de avaliar seus parâmetros fisiológicos quando submetidas a estresse hídrico. Os tratamentos de irrigação eram: (I) solo à capacidade de campo e solo submetido apenas à precipitação natural durante o estágio vegetativo; (II) irrigação com base em 100, 75, 50, 25 e 0% de evapotranspiração máxima (ET_n) (começo da iniciação floral até o florescimento completo). As parcelas eram irrigadas sempre que os tensiômetros instalados a 15 cm de profundidade do solo, no tratamento 100% de ET_m, indicassem potencial matricial da água de -0,010 a -0,015 MPa. A deficiência hídrica foi garantida pela utilização de abrigos de proteção de chuva. Os resultados mostraram que os parâmetros de análise de crescimento apresentaram uma estreita relação com os níveis de irrigação empregados, e períodos, em que estas medidas foram realizadas, bem como a arquitetura de cada cultivar e suas características de desenvolvimento.

Termos para indexação: déficit hídrico, evapotranspiração, *Oryza sativa*, análise de crescimento, área foliar.

GROWTH PARAMETERS OF TWO RICE CULTIVARS ON DIFFERENT WATER REGIMES IN THE SOIL

ABSTRACT - Experiments were carried out with two rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. An upland cultivar CNA 791041 and an irrigated cultivar IR 50 with the objective to evaluate the physiological parameters theirs when submitted to water stress. The irrigation treatments were the following: (I) soil at field capacity and soil subjected to rainfall only; (II) irrigation based on 100, 75, 50, 25 and 0% of maximum evapotranspiration at flowering stage (beginning in the flowering initiation up to fully completed). Irrigation started when soil water potential at treatment (100% ET_m) was -0,010 to -0,015 MPa. Water deficits in the soil were ensured by the use of rain shelters. The results indicated that the parameters of growth analysis, showed close correlation with the levels of irrigation utilized, and periods in which they were applied, as well as with the plant architecture of each cultivar and its development characteristics.

Index terms: water deficits, evapotranspiration, *Oryza sativa*, growth analysis, leaf area.

INTRODUÇÃO

Sendo o arroz um produto de grande importância na dieta básica do povo brasileiro, ocupa grande destaque econômico e social para o País.

Um dos principais problemas que enfrenta o arroz de sequeiro é a alta sensibilidade a es-

¹ Aceito para publicação em 23 de janeiro de 1990.

Extraído da dissertação apresentada à ESALQ para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Agrometeorologia.

² M.Sc., Agromet. - Profa. Assistente, Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Caixa Postal 476, CEP 88035 Florianópolis, SC.

³ M.Sc., Agromet. EMBRAPA/CNPAF, Goiânia.

⁴ Ph.D., Agromet. Seção de Climatologia Agrícola, IAC, CEP 13100 Campinas, SP e Bolsista do CNPq.

tiagens ou veranicos, principalmente no seu período de florescimento, provocando sensíveis reduções na produção. Uma das maneiras de averiguar a importância da água para a cultura do arroz é a análise dos parâmetros de crescimento da cultura.

Enyi (1962), estudando o comportamento de duas cultivares de arroz, sendo uma do sistema sequeiro (Kindinga), e outra, do sistema irrigado (Dima), verificou que ambas apresentaram uma acentuada variabilidade na distribuição de matéria seca para cada órgão, dentro de cada cultivar, e, conseqüentemente, na análise de crescimento. A cultivar Kindinga alcançou maiores valores de peso seco, taxa de crescimento relativo médio e de altura do que a cultivar Dima. Entretanto, o número total de folhas e perfilhos por planta, assim como a taxa de assimilação líquida, foi maior na Dima do que na Kindinga.

Com relação ao período em que a seca atinge o vegetal, Murty & Ramakrisnayha (1982) afirmaram que, em arroz, a seca no estágio de emergência reduz a altura das plantas e o tamanho da folha, e no florescimento reduz a altura das plantas e a produção de matéria seca, atrasando o aparecimento das panículas, o que induz um florescimento desuniforme.

Reyniers et al. (1976) estudaram o comportamento de cultivares de arroz irrigado e de sequeiro quanto ao enraizamento, e concluíram que para as cultivares do sistema irrigado o enraizamento é superficial, apresentando um total de raízes por volume de solo maior do que para as cultivares de sequeiro, estando a sua zona de predominância entre 0 e 17 cm, considerando-se que os solos eram de textura areno-limosa na superfície e argilo-arenosa em profundidade.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a influência de níveis diferenciados de deficiência hídrica, principalmente durante a fase mais sensível da planta, nos parâmetros de crescimento como índice de área foliar (IAF), altura de plantas, taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) para uma cultivar de sequeiro e outra do sistema irrigado.

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 metros acima do nível do mar, em solo caracterizado como Latossolo Vermelho-escuro distrófico.

As cultivares utilizadas foram CNA 791041 e IR 50. A primeira é uma cultivar de sistema de sequeiro, 130 cm de altura, folhas decumbentes e ciclo curto (105-110 dias). A outra é de menor porte (80 cm), possui folhas eretas, colmo semi-compactado e duração do ciclo em torno de 105 a 110 dias, de acordo com informações da área de melhoramento de arroz do CNPAF.

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 foi baseada na recomendação de 300 kg/ha da fórmula 4-30-16, e como cobertura, sulfato de amônia aos 30, 43 e 56 dias após o plantio, na dosagem recomendada de 20 kg de N/ha nas duas primeiras e 30 kg de N/ha na última, com a qual foi também aplicado micronutriente (FTE-BR 12), com base na recomendação de 50 kg/ha.

O experimento, em sua primeira etapa, constou de dois tratamentos de irrigação: solo mantido sob condições naturais e, portanto, sujeito a estresse hídrico natural, e solo mantido à capacidade de campo, o que era controlado pelos tensiômetros instalados a 15 cm de profundidade do solo, irrigando sempre que esses indicassem -0,010 MPa a -0,015 MPa de potencial matricial. No período de estresse hídrico, de 15 dias antes do início do florescimento até 15 dias após o início do florescimento, foram estabelecidos cinco tratamentos para a cultivar CNA 791041. Para a cultivar IR 50, o período de estresse hídrico também foi de um mês, diferindo apenas no início dos tratamentos, o qual ocorreu de 30 a 48 dias antes do início do florescimento. Em ambos os casos, a altura da lâmina de irrigação foi fornecida em função da evapotranspiração máxima (ET_m), com base nos percentuais de 100, 75, 50, 25 e 0% de ET_m. A ET_m foi estimada através da evapotranspiração de referência (ET), calculada com os dados do tanque classe A, corrigidos pelos valores de coeficientes de tanque (K_p) e pelos dados do coeficiente de cultura (K_c) determinado por Kalms (1980). Entretanto, após o sétimo dia do início dos tratamentos diferenciados de água no solo, a evapotranspiração

não foi mais corrigida pelos valores de Kp, a fim de que se diminuísse a frequência de irrigação. A referência para irrigação, neste caso, também foi a leitura dos tensiômetros instalados a 15 cm de profundidade, os quais encontravam-se instalados nos tratamentos testemunhas (100% de ETm), sempre que esses indicassem potencial matricial de -0,010 MPa a -0,015 MPa (Fig. 1).

Para o perfeito controle dos tratamentos, contou-se com três abrigos contra chuva, os quais foram mantidos sobre as parcelas somente durante a noite e nos dias de chuva.

Como parâmetros de crescimento foram determinados índice de área foliar, altura de planta, número de perfilhos, peso da matéria seca, taxa de assimilação líquida e taxa de crescimento relativo.

	TRAT. PARCELAS	CICLO			% ETm	
		E	IF	IM		
CNA 791041	1	12,21,33	[E bar]	[IF bar]	[IM bar]	100%
	2	4,17,34	[E bar]	[IF bar with vertical lines]	[IM bar]	75%
	3	1,20,31	[E bar]	[IF bar with horizontal lines]	[IM bar]	50%
	4	5,14,30	[E bar]	[IF bar with diagonal lines]	[IM bar]	25%
	5	9,19,26	[E bar]	[IF bar with diagonal lines]	[IM bar]	0%
	6	8,22,25	[E bar with cross-hatch]	[IF bar]	[IM bar with cross-hatch]	DHN
IR 50	7	11,24,28	[E bar]	[IF bar]	[IM bar]	100%
	8	7,13,29	[E bar]	[IF bar with vertical lines]	[IM bar]	75%
	9	3,18,35	[E bar]	[IF bar with horizontal lines]	[IM bar]	50%
	10	6,16,32	[E bar]	[IF bar with diagonal lines]	[IM bar]	25%
	11	10,15,36	[E bar]	[IF bar with diagonal lines]	[IM bar]	0%
	12	2,23,27	[E bar with cross-hatch]	[IF bar]	[IM bar with cross-hatch]	DHN

LEGENDA:

- Fases da cultura: E - emergência
IF - início do florescimento
IM - início da maturação
- Tratamentos: ETm - evapotranspiração máxima
DHN - solo mantido em condições naturais

FIG. 1. Croqui dos tratamentos de água no solo e períodos de déficit hídrico para duas cultivares de arroz. Goiânia. 1983.

A área foliar foi determinada através de medidor de área foliar da Lambda Instruments Corporation, modelo LI-300, utilizando-se cinco plantas por tratamento e o índice de área foliar (IAF) através da seguinte equação:

$$IAF = \frac{AF \times n^{\circ} \text{ de perfislos}}{m^2 \text{ de solo}}$$

sendo:

AF = área foliar por perfilho.

A altura de plantas e número de perfislos foram determinados a cada dez dias em um metro quadrado de solo, sendo utilizadas dez plantas para a determinação da altura.

O peso da matéria seca foi determinada a cada dez dias, utilizando-se, para isso, cinco plantas.

A taxa de assimilação líquida foi estimada de acordo com a equação de Radford (1967):

$$TAL = \frac{(P_2 - P_1) \cdot (\ln A_2 - \ln A_1)}{(A_2 - A_1) \cdot (t_2 - t_1)}$$

onde:

ln é o logaritmo neperiano;

$P_2 - P_1$ é a diferença dos pesos secos entre duas amostragens subsequentes (em gramas);

$A_2 - A_1$ é a diferença das áreas foliares entre duas amostragens (em dm^2) e

$t_2 - t_1$ é o tempo entre duas amostragens (em dias).

A taxa de crescimento relativo (TCR) foi obtida pela equação de Briggs et al. (1920):

$$TCR = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$$

onde:

ln é o logaritmo neperiano.

$P_2 - P_1$ é a diferença dos pesos secos entre duas amostragens subsequentes (em gramas).

$t_2 - t_1$ é o tempo entre duas amostragens subsequentes (em dias).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Fig. 2, os valores máximos de índice de área foliar (IAF) e número de perfislos por unidade de área de solo foram

maiores para a cultivar IR 50 em relação à cultivar CNA 791041, nos tratamentos com 100, 50 e 0% de ETm. Isto era esperado em função de a cultivar IR 50 ter estendido o ciclo além do período observado pelos melhoristas do CNPAF e, conseqüentemente, ter recebido o estresse hídrico num período não tão sensível como ocorreu com a cultivar CNA 791041. Essa conseqüente divergência de sen-

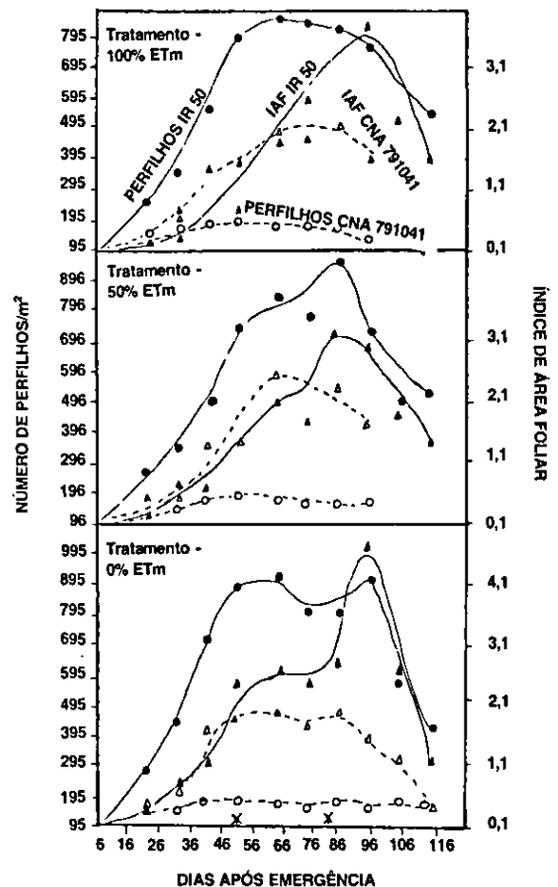


FIG. 2. Índice de área foliar e número de perfislos por m^2 para as cultivares de arroz CNA 791041 e IR 50 durante todo o ciclo e no período em que foram submetidas aos tratamentos de água no solo (X). Goiânia, 1983.

sibilidade ao estresse hídrico para ambas as cultivares pode ter contribuído para que se acentuassem as diferenças de ciclo entre cultivares.

Em todos os tratamentos, observou-se que a cultivar IR 50 mostrou maior recuperação com o retorno da irrigação, sobressaindo-se o tratamento em estresse hídrico (0% de ETm). Nesse tratamento, as duas cultivares apresentaram maior semelhança no ciclo, significando que os estádios fenológicos ocorreram em espaços de tempo próximos, apesar de não simultâneos, porque a cultivar CNA 791041 teve a sua floração antecipada em relação à da cultivar IR 50.

Os valores altos alcançados pelo tratamento com 50% de ETm podem ser atribuídos ao sistema de irrigação adotado, no qual não se fazia correção para os valores de evaporação do tanque classe A para calcular a evapotranspiração máxima (ETm). Esse sistema de irrigação foi empregado com o objetivo de torná-la mais operacional, uma vez que, corrigindo-se os valores de evaporação do tanque classe A, a irrigação era praticamente diária. Além disso, os valores de coeficientes de cultura (Kc) utilizados eram maiores do que os estabelecidos por Kalms (1980), porque os Kc reais não expressaram a necessidade hídrica da cultura, o que também contribuiu para maior frequência da irrigação.

Com relação à altura das plantas, as cultivares em estudo não atingiram, em média, os valores esperados, de acordo com informações de melhoristas do CNPAF.

Considerando que a cultivar CNA 791041 foi cultivada em condições normais de plantio (sequeiro), o seu crescimento foi prejudicado em relação à cultivar IR 50, a qual foi cultivada em condições totalmente adversas ao seu cultivo (sequeiro ao invés de irrigado), pois, a cultivar CNA 791041, que tem porte em torno de 130 cm, alcançou 96 cm de altura, enquanto a cultivar IR 50 atingiu 58 cm ao invés de 80 cm, como era esperado. (Fig. 3).

Na Fig. 4, tem-se a variação do peso da matéria seca total de cinco plantas. O comportamento diferenciado das cultivares pode

estar correlacionado às características morfofisiológicas das plantas, visto que a cultivar CNA 791041 tem maior altura e folhas mais largas, apesar do reduzido número de perfilhos, quando comparada à cultivar IR 50, que tem folhas mais estreitas e menor porte, o que está de acordo com observações feitas para outras cultivares semelhantes a estas, por Yoshida (1972).

O comportamento das cultivares foi bem distinto com relação à taxa de assimilação líquida (Fig. 5). A cultivar CNA 791041 apresentou uma resposta sem oscilações bruscas, ocorrendo aumentos gradativos coincidentes com os períodos de irrigação, e, portanto acréscimo de água disponível no solo. A cultivar IR 50 mostrou esses aumentos nos períodos de recuperação hídrica, o que é nítido no tratamento com 0% ETm, atingindo valores bem mais altos em relação à cultivar CNA 791041, o que concorda com dados apresentados por Eny (1962), o qual trabalhou

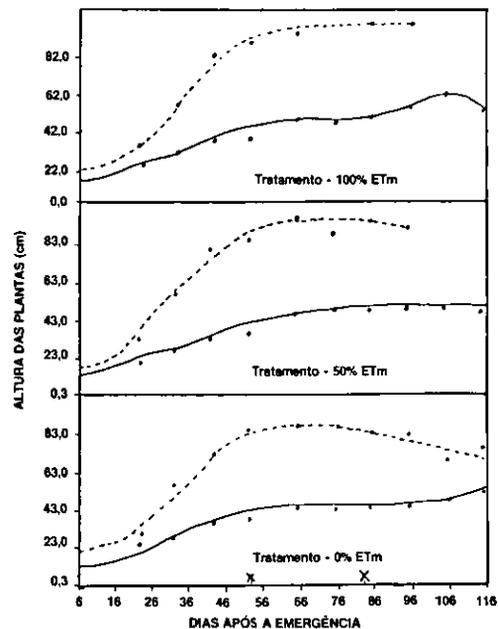


FIG. 3. Altura das plantas das cultivares de arroz CNA 791041 (---) e IR 50 (—) durante o ciclo e no período em que foram submetidas aos tratamentos de água no solo (X). Goiânia, 1983.

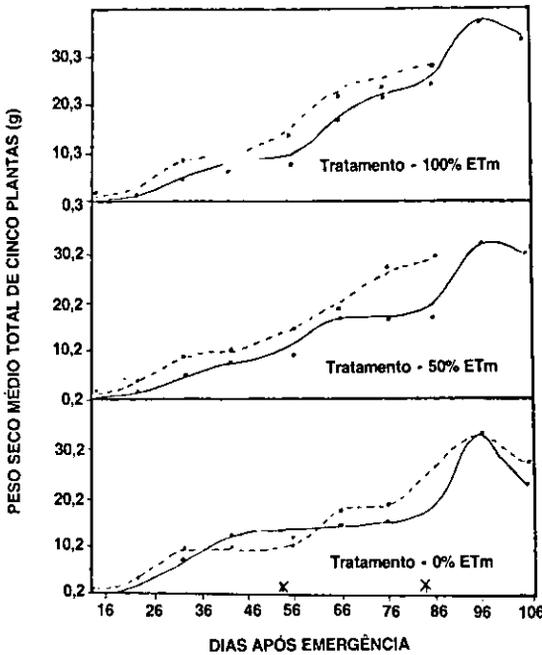


FIG. 4. Acúmulo de matéria seca para as cultivares de arroz CNA 791041 (---) e IR 50 (—) durante o ciclo e no período em que foram submetidas aos tratamentos de água no solo. Goiânia. 1983.

com variedades de caracteres morfofisiológicos semelhantes.

O fato de o tratamento com 0% de ETm ter alcançado valores tão altos em relação aos demais tratamentos fora do período de estresse hídrico, atribui-se ao prolongamento do ciclo da cultura após o retorno da irrigação, principalmente no que se refere à cultivar IR 50, a qual não foi atingida pelo estresse hídrico numa fase tão sensível, como ocorreu com a cultivar CNA 791041.

No que se refere ao tratamento com 50% de ETm, comparativamente ao tratamento com 100% de ETm, fora do período de estresse hídrico, os valores, tão altos, de taxa de assimilação líquida podem ser explicados pelas variações sofridas nos valores de IAF, no peso da matéria seca e em função do sistema de ir-

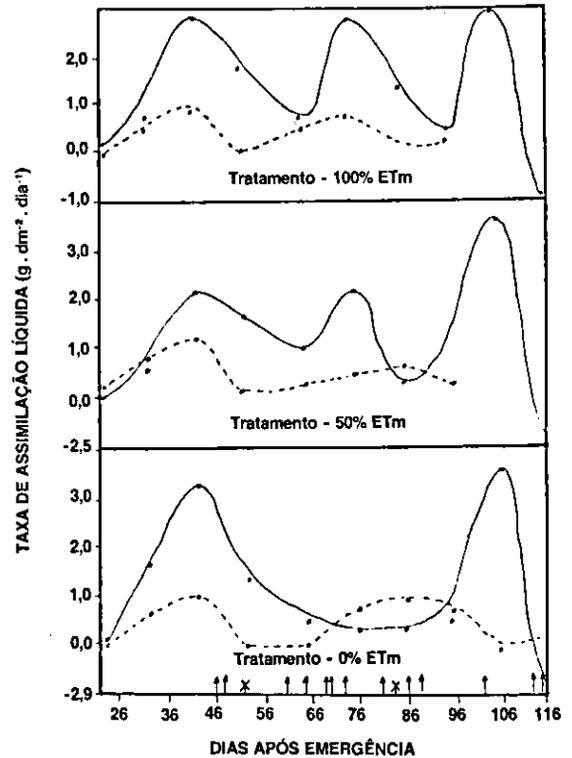


FIG. 5. Taxa de assimilação líquida para as cultivares de arroz CNA 791041 (---) e IR 50 (—) durante o ciclo e no período em que foram submetidas aos tratamentos de água no solo (X), de acordo com a irrigação (↓). Goiânia. 1983.

rigação adotado, o qual não corrigia os valores de evaporação do tanque classe A de acordo com a metodologia apresentada anteriormente, o que influenciou na rapidez com que o estresse hídrico foi desenvolvido.

Com relação à taxa de crescimento relativo (TCR) (Fig. 6), os valores mostram que houve semelhança no comportamento das cultivares ao longo do ciclo, apesar de apresentarem valores máximos bem diferentes entre os tratamentos, mostrando a sensibilidade ao grau de estresse hídrico e, a rapidez com que este foi desenvolvido.

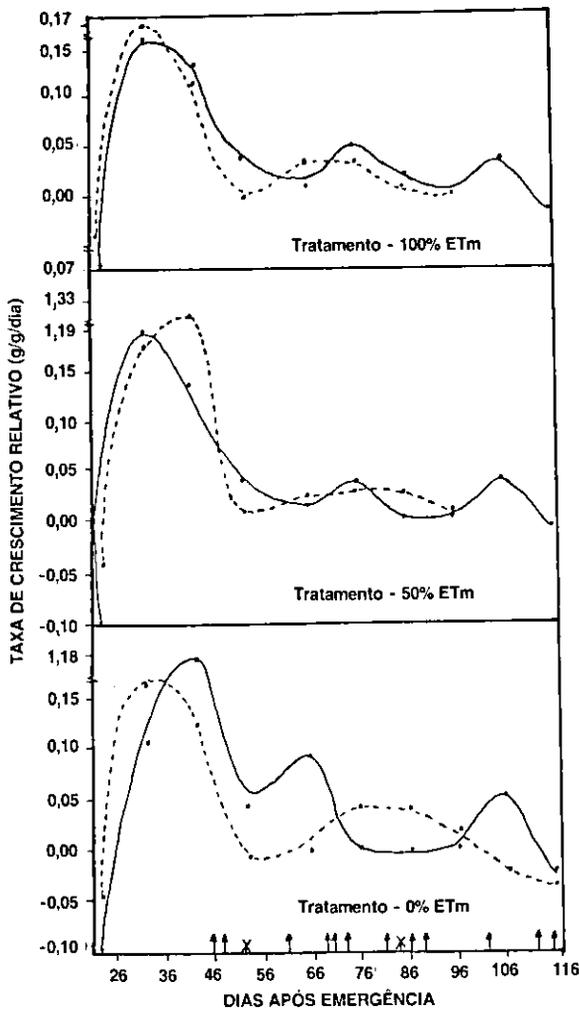


FIG. 6. Taxa de crescimento relativo para as cultivares de arroz CNA 791041 (---) e IR 50 (—) durante o ciclo e no período em que foram submetidas aos tratamentos de água no solo (X), de acordo com a irrigação (↓). Goiânia. 1983.

CONCLUSÕES

1. A cultivar de sequeiro (CNA 791041) apresentou menor índice de área foliar, número de perfilhos/m² e taxa de assimilação líquida, e maior altura em relação à cultivar irrigada (IR 50). Esta última, por sua vez, apresentou valores de peso seco médio total mais

altos, e melhor distribuição da matéria seca com relação à área foliar e tempo, ou seja, valores maiores para a taxa de assimilação líquida (TAL) em relação à cultivar CNA 791041.

2. A taxa de crescimento relativo, por sua vez, apresentou valores semelhantes entre as cultivares, apesar de os valores máximos terem sido bem distintos entre tratamentos.

3. A cultivar IR 50, em todos os tratamentos de água no solo, mostrou maior recuperação com o retorno dos tratamentos anteriores ao período de estresse hídrico (período no qual foram utilizados níveis de água com base em 100, 75, 50, 25 e 0% de ETm), ou seja, quando se retornou à utilização dos tratamentos "solo mantido à capacidade de campo" e "solo sob condições naturais", principalmente no que se refere ao tratamento que tinha passado por 0% de ETm. Nesse tratamento, as duas cultivares apresentaram ciclos mais semelhantes, o que significa estádios fenológicos de duração aproximada, apesar de, realmente, ter ocorrido uma antecipação da floração da cultivar CNA 791041 em relação à cultivar IR 50.

Acredita-se que o fato de a cultivar IR 50 ter sido observada apenas em condições de cultivo irrigado por inundação, até a realização do presente trabalho, também possa explicar essa diferenciação de comportamento das cultivares.

REFERÊNCIAS

- BRIGGS, G.E.; KIDD, F.; WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. *Ann. Appl. Biol.*, Cambridge, 7:103, 1920.
- ENYI, B.A.C. Comparative growth rates of upland and swamp rice varieties. *Ann. Bot.*, 26(103):467-80, 1962.
- KALMS, J.M. *L'évapotranspiration réelle maximale (ETm) du riz pluvial em régions centre côte D'Ivoire*. République de Côte D'Ivoire, Institut des Savanes. Département des cultures Vivrières. Division D'Agronomie, 1980.

- MURTY, K.S. & RAMAKRISNAYHA, G. Shoot characteristics of rice of drought resistance. In: DROUGHT resistance in crops with emphasis on rice. Manila, IRRI, 1982. p.145-52.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop. Sci.*, Madison, **7**:171-5, 1967.
- REYNIERS, F.N.; KALMS, J.M.; RIDDERS, J. Differences de Comportement d'un riz pluvial et d'un riz irrigué en condition d'alimentation hydrique déficitaire. *Agron. Trop.*, Paris, **31**(2):108-87, 1976.
- YOSHIDA, S. Physiological aspects of grain yield. *An. Rev. Plant. Physiol.*, California, **23**:437-64, 1972.