

# CRESCIMENTO DA CULTURA PRINCIPAL E DA SOCA DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO<sup>1</sup>

ELISANE GALBE DE CARVALHO COSTA<sup>2</sup>, ALBERTO BAÊTA DOS SANTOS<sup>3</sup>  
e FRANCISCO JOSÉ PFEILSTICKER ZIMMERMANN<sup>4</sup>

RESUMO - Com o objetivo de identificar e avaliar as características fisiológicas que se correlacionam com o rendimento de grãos da cultura principal e da soca para estabelecer critérios de seleção de genótipos de arroz irrigado por inundação com maior capacidade produtiva de grãos, foi conduzido um experimento em solo Gley Pouco Húmico. O delineamento experimental usado foi o de blocos balanceados em grupos, com quatro repetições, onde os grupos consistiram nos ciclos e, as parcelas, dos genótipos em cada ciclo. Na soca, os genótipos de ciclo médio apresentaram maiores valores de matéria seca total da parte aérea e de folha que os de ciclo curto e, na cultura principal, além desses parâmetros, foram superiores na matéria seca de raiz, densidade radicular, índice e duração de área foliar. Os valores de razão de área foliar, área foliar específica e razão de peso de folha da cultura principal foram mais elevados aos 20 dias após a emergência das plântulas e declinaram ao longo do ciclo. Foram realizadas correlações entre as variáveis estudadas e entre estas e o rendimento de grãos da cultura principal e da soca. Os índices fisiológicos da cultura principal correlacionaram-se com o rendimento de grãos, não apresentando, contudo, correlação significativa com o rendimento de grãos da soca.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, grãos, rendimento, matéria seca, área foliar, densidade radicular.

## IRRIGATED RICE PLANT GROWTH IN THE MAIN CROP AND THE RATOON

ABSTRACT - A field experiment was conducted to evaluate the physiological characteristics correlated to grain yield in both main and ratoon crops with the objective to establish the criteria for genotype selection in flooding irrigated rice. The experiment was arranged in a group balanced block design with four replications where the groups represented the growth cycles and the plots corresponded to the genotypes within cycles. The intermediate cycle genotypes in the ratoon crop presented the highest values for total aerial dry weight and leaf dry weight as compared to the short cycle cultivars. In the main crop, in addition to those parameters, the same genotypes presented the highest values for root dry weight, root density, leaf area index and leaf area duration. Leaf area ratio, specific leaf area, and leaf weight ratio in the main crop showed the highest at 20 days after emergence and decreased thereafter. Correlation analysis were performed among the variables studied and among those and grain yield of the main and ratoon crops. Physiological indexes of the main crop were correlated to grain yield but these correlations were not found significant for the ratoon crop.

Index terms: *Oryza sativa*, grain, yields, dry matter, leaf area, root density.

## INTRODUÇÃO

Vários índices fisiológicos são deduzidos e utilizados na tentativa de explicar e compreender as diferenças de comportamento das comunidades vegetais. Entre os mais utilizados, encontram-se o índice de área foliar (IAF) e a duração da área foliar (DAF) (Pereira & Machado, 1987).

A produção de matéria seca aumenta proporcionalmente com o aumento do índice de área foliar até

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 31 de julho de 1999.

Extraído da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Goiás.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Universidade Federal de Goiás (UFG).

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. Bolsista do CNPq. E-mail: baeta@cnpaf.embrapa.br

<sup>4</sup> Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa-CNPAF. E-mail: fjpz@cnpaf.embrapa.br

atingir determinado valor (Tanaka, 1964), resultando em aumento do rendimento de grãos de arroz (Fageria, 1979), e acima do qual não há mais proporcionalidade, pois o auto-sombreamento provoca diminuição da taxa de fotossíntese média por unidade de área foliar (Yoshida, 1972; Murata & Matsushima, 1975). Segundo Sangoi & Silva (1988), há uma tendência de as cultivares tardias produzirem, sob condições similares, maior rendimento biológico que as precoces.

No Brasil, poucos trabalhos foram desenvolvidos para verificar o comportamento do IAF de cultivares de arroz. Sabe-se, no entanto, que esse é um parâmetro altamente correlacionado com o rendimento da cultura (Stone & Steinmetz, 1979). Frequentemente, o IAF é considerado como indicador de competição por luz entre plantas individuais, dentro de uma população (Watson, 1958).

A DAF expressa a magnitude e persistência da área foliar durante o período de crescimento da cultura. Watson (1952) considerou o IAF e a DAF como os principais responsáveis pelas diferenças na produção biológica das culturas. Segundo Delgado (1995), o potencial de rendimento de uma determinada cultivar pode estar relacionado com a DAF. Essa relação entre a produção de grãos e a DAF pode ser explicada em função da proporção de radiação interceptada (Stone et al., 1988).

A razão de área foliar (RAF) expressa a área foliar útil para a fotossíntese e é um componente morfofisiológico, pois é a razão entre a área foliar (responsável pela interceptação de energia luminosa e  $\text{CO}_2$ ) e a matéria seca total (Benincasa, 1988). Pode ser desmembrada em dois componentes: a área foliar específica (AFE), componente morfológico e anatômico que relaciona a superfície com a produção de matéria seca da própria folha, e a razão de peso de folha (RPF), componente fisiológico, que relaciona a matéria seca retida nas folhas e a matéria seca acumulada na parte aérea.

Os métodos de determinação da quantidade de raízes em um determinado volume de solo podem esclarecer dúvidas à respeito da ecologia de plantas (Newman, 1966). O vigor e a distribuição das raízes da cultura principal também afetam a soca e, portanto, raízes vigorosas podem ser pré-requisito para o sucesso da segunda colheita (Mahadevappa & Yogeesh, 1988).

Este estudo teve por objetivo identificar e avaliar as características fisiológicas que se correlacionam com o rendimento de grãos da cultura principal e da soca para estabelecer critérios de seleção de genótipos de arroz irrigado por inundação com maior capacidade produtiva de grãos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Fazenda Palmital, da Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), em solo classificado como Gley Pouco Húmico. Foram utilizadas quatro cultivares do grupo moderno ou semi-anãs, de porte baixo a médio, sendo duas de ciclo curto (BR-IRGA 409 e Javaé) e duas de ciclo médio (Metica 1 e Diamante) e cinco linhagens promissoras do programa de melhoramento genético de arroz irrigado da Embrapa-CNPAP, sendo três de ciclo curto (CNA 7546, CNA 7151 e PR 380) e duas de ciclo médio (CNA 7553 e CNA 3771). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos balanceados em grupos, com quatro repetições, conforme metodologia proposta por Gomez & Gomez (1984), em que os grupos consistiram dos ciclos (curto e médio) e as parcelas, dos genótipos em cada ciclo. As parcelas em número de 36 foram formadas por 12 linhas de 6 m de comprimento espaçadas de 0,20 m. Efetuou-se manualmente a semeadura de 80 sementes por metro, perfazendo um estande de 350 a 400 plantas  $\text{m}^{-2}$ . O experimento foi instalado em tabuleiro e o preparo de solo constou de três gradagens. Construíram-se diques entre as repetições e os grupos de genótipos para possibilitar o manejo de água independente. A irrigação foi iniciada cerca de 25 dias após a emergência das plântulas (DAE) e a altura da lâmina de água foi elevada à medida que as plantas foram se desenvolvendo até atingir 0,20 m, permanecendo até a completa maturação fisiológica. Por ocasião da semeadura, foram aplicados, a lanço, 400  $\text{kg ha}^{-1}$  do adubo formulado 5-30-15, antes da última gradagem. Em cobertura, sobre a lâmina de água, foram aplicados 90  $\text{kg ha}^{-1}$  de N parcelados em três épocas: perfilhamento, diferenciação do primórdio floral e florescimento. Visando ao controle de plantas daninhas, foi utilizado em pré-emergência o herbicida Oxadiazon, na dose de 625  $\text{g ha}^{-1}$  de i.a. Após a colheita da cultura principal, as plantas foram cortadas a cerca de 0,25 m de altura em relação ao nível do solo e, aproximadamente, dez dias após, reiniciou-se a irrigação. Na soca, a adubação nitrogenada foi feita aos dez e 25 dias após o corte da cultura principal, com 30  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, aplicados a lanço sobre a lâmina de água.

As amostragens para a análise de crescimento foram realizadas em duas linhas de plantio de cada lado da parcela, evitando-se as áreas de bordadura, coletando-se, ao acaso, 20 colmos representativos do tratamento. Simultaneamente, foi contado o número de colmos em dois metros da linha de plantio previamente demarcados nas parcelas (um de cada lado da parcela). Com isso, o IAF e a MSPA foram obtidos através da multiplicação dos valores médios da área foliar ou da massa seca de um colmo pelo número de colmos por m<sup>2</sup>. A primeira coleta se deu aos 20 dias após a emergência das plântulas e, as subseqüentes, em intervalos de, aproximadamente, sete dias até a colheita.

Na cultura principal, efetuaram-se de 9 a 14 amostragens e, na soca, de 7 a 11, dependendo do ciclo de cada genótipo. Ao mesmo tempo, foi contado o número de colmos em dois metros da linha de plantio previamente demarcados nas parcelas. A área foliar foi determinada nesses colmos utilizando-se medidor automático modelo LI 3000. As amostras foram separadas em folhas e bainhas + colmos, acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados, levadas para secagem até atingir massa constante e pesadas para obtenção da produção de matéria seca total da parte aérea (MSPA) e matéria seca da folha (MSF).

Para as análises da variância da MSPA, foram utilizados dados correspondentes à última coleta, quando se observaram as maiores diferenças entre os genótipos. Para MSF, usaram-se os dados das coletas correspondentes ao valor máximo encontrado durante o ciclo, o que compreendeu ao estágio de florescimento.

O IAF foi obtido através da multiplicação dos valores médios da área foliar de um colmo, em m<sup>2</sup>, pelo número de colmos m<sup>-2</sup>. As curvas de crescimento do IAF e da MSPA foram ajustadas por equações de regressão, testando-se modelos lineares, quadráticos e cúbicos. Os melhores ajustes do IAF e da MSPA da cultura principal em função do tempo foram obtidos pelas equações exponenciais quadráticas e, da MSPA da soca, pelas quadráticas. Os coeficientes foram estimados através de análise de regressão, após transformação das equações para a forma logarítmica.

A RAF foi obtida através da relação entre o IAF e a MSPA; a AFE através do IAF e a MSF, e a RPF pela relação da MSF e da MSPA. A DAF, expressa em dia, foi obtida pela integração da curva do IAF em função do tempo, ou seja:

$$DAF = \int_{t_1}^{t_2} IAF \cdot dt$$

O índice de colheita (IC) foi obtido pela relação entre o rendimento de grãos e o da matéria seca total da parte aérea, em um metro quadrado, em cada parcela.

O IAF, a RAF, a AFE, a RPF e a DAF foram determinados apenas na cultura principal.

A produção de matéria seca de raízes (MSR) foi obtida após a colheita da cultura principal, coletando-se com um trado de oito centímetros de diâmetro duas subamostras próximas ao colo das plantas em cada parcela, nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm que, juntas, formaram uma única amostra a cada profundidade, representativa da parcela. Imediatamente, foram lavadas, separadas em peneira, secas em estufa e pesadas. Para a densidade radicular (DENS), foi utilizado o método descrito por Newman (1966).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os genótipos apresentaram na cultura principal três estádios de crescimento: inicialmente o crescimento foi lento e a acumulação de matéria seca até o início do perfilhamento, cerca de 20 dias após a emergência das plântulas, foi pequena; a partir daí, o crescimento foi acelerado até o florescimento, quando então a acumulação começou a diminuir e o crescimento foi decrescendo, em decorrência da senescência (Fig. 1). Observa-se que as curvas da evolução da biomassa da parte aérea tanto dos genótipos de ciclo curto (A) quanto dos de ciclo médio (B) apresentaram comportamento semelhante. Em (A), a produção máxima da matéria seca total da parte aérea foi obtida pelo genótipo CNA 7546 e estimada, através da equação de regressão, em 1.116 g m<sup>-2</sup>, aos 105 dias após a emergência (DAE). Em (B), a máxima produção foi obtida pelo genótipo CNA 3771, com 1.528 g m<sup>-2</sup>, aos 130 DAE.

Na cultura principal, houve efeito significativo apenas de ciclos sobre a produção de matéria seca total determinada por ocasião da colheita, enquanto na soca observou-se também efeito de genótipos entre os de ciclo médio (Tabela 1). A maior produção biológica dos genótipos de ciclo médio sobre os precoces, tanto na cultura principal quanto na soca, pode estar associada à maior duração do período vegetativo. Sangoi & Silva (1988) observaram maior MSPA de cultivares tardias sobre as precoces, em girassol. Entre os genótipos de ciclo médio, a linhagem CNA 3771 apresentou, na soca, MSPA significativamente superior aos demais genótipos, e a cultivar Metica 1, os menores valores. As análises de regressão mostraram que houve correlação signifi-

cativa positiva entre a MSPA da cultura principal e a MSF ( $r = 0,83^{**}$ ), IAF ( $r = 0,83^{**}$ ), DAF ( $r = 0,82^{**}$ ), IC ( $r = 0,54^{**}$ ), número de perfilhos ( $r = 0,51^{**}$ ), rendimento de grãos ( $r = 0,44^{**}$ ), DENS e MSR 0 - 10 cm ( $r = 0,36^*$  e  $0,57^{**}$ ), MSR 10 - 20 cm ( $r = 0,35^*$ ), e negativa com RPF ( $r = -0,36^*$ ) e RAF ( $r = -0,35^*$ ).

Na soca, observaram-se nítidas diferenças nas curvas da MSPA, tanto entre ciclos quanto entre genótipos (Fig. 1). Em (A), o genótipo PR 380 apresentou a maior MSPA, cerca de  $600 \text{ g m}^{-2}$ , aos 62 dias após o corte das plantas da cultura principal e o BR-IRGA 409, a menor,  $310 \text{ g m}^{-2}$ , aos 50 dias após o corte. Em (B), CNA 3771 obteve a maior produção,  $1.040 \text{ g m}^{-2}$ , enquanto que o Metica 1 produziu bem menos,  $350 \text{ g m}^{-2}$ , ambos aos 69 dias após o

corde. Houve correlação significativa entre a MSPA da soca e a massa de 100 grãos ( $r = 0,60^{**}$ ), rendimento de grãos ( $r = 0,46^{**}$ ), número de panículas ( $r = 0,54^{**}$ ) e de perfilhos ( $r = 0,37^*$ ).

A MSF foi influenciada significativamente apenas pelos ciclos, na cultura principal, observando-se maiores valores nos genótipos de ciclo médio, e pelos genótipos dentro de ciclos, na soca. Entre os genótipos precoces, a linhagem CNA 7151 não diferiu significativamente da CNA 7546 e foi superior aos demais. Entre os genótipos de ciclo médio, a cultivar Metica 1 teve a menor produção de MSF na soca.

Correlação significativa foi observada entre a MSF da cultura principal e o IAF ( $r = 0,75^{**}$ ), DAF ( $r = 0,63^{**}$ ), DENS e MSR 10 - 20 cm ( $r = 0,53^{**}$

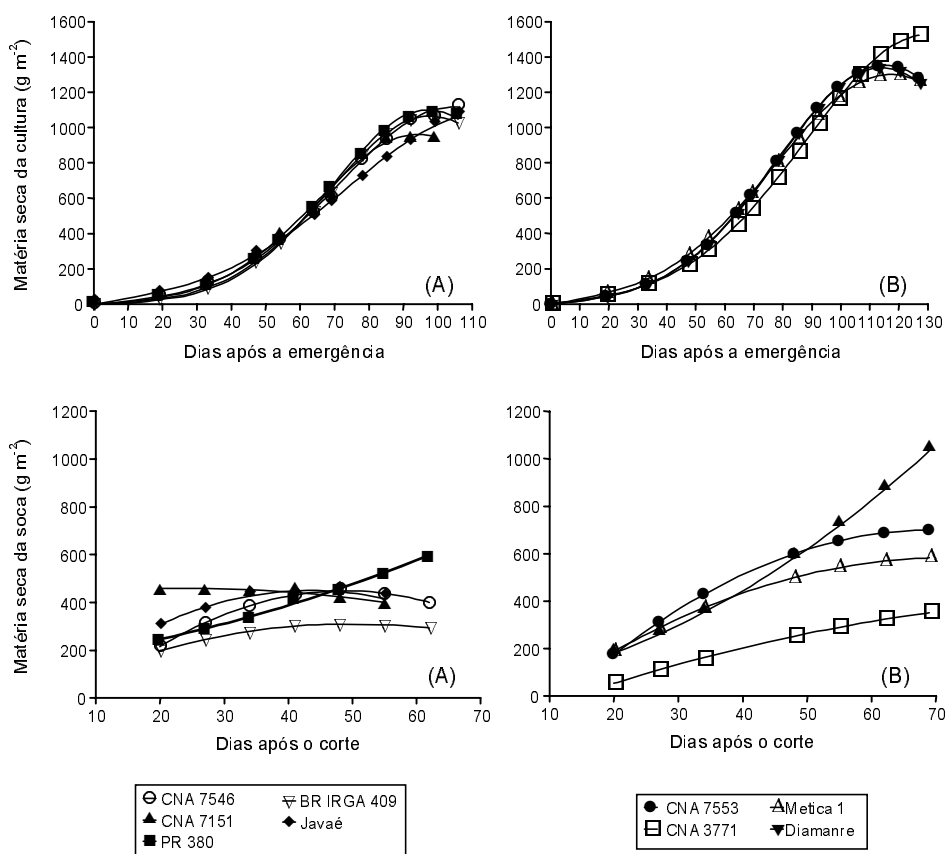


FIG. 1. Evolução da biomassa da parte aérea de arroz irrigado por inundação, na cultura principal e na soca, em genótipos de ciclo curto (A) e de ciclo médio (B).

e 0,52\*\*), número de perfilhos ( $r = 0,49^{**}$ ), rendimento de grãos ( $r = 0,48^{**}$ ), MSR 0 - 10 cm ( $r = 0,46^{**}$ ) e IC ( $r = 0,42^{**}$ ). Houve correlação significativa entre a MSF da soca e o número de perfilhos ( $r = 0,70^{**}$ ), rendimento de grãos ( $r = 0,45^{**}$ ) e o número de panículas ( $r = 0,38^*$ ).

Quanto à DAF, houve efeito significativo de ciclos e de genótipos dentro de ciclo curto, onde os genótipos de ciclo médio atingiram 326 dias e os de ciclo curto, Javaé e CNA 7546 apresentaram os maiores valores, 202 e 205 dias respectivamente, diferindo estatisticamente de CNA 7151 (Tabela 1). Foi observada correlação linear e positiva entre a MSPA da cultura principal e a DAF ( $r = 0,82^{**}$ ), o que concorda com o observado por Stone & Pereira (1994) para quatro cultivares de arroz de terras altas. A DAF correlacionou-se significativamente com o rendimento de grãos da cultura principal ( $r = 0,55^{**}$ ). Essa relação pode ser explicada em função da proporção de radiação interceptada, isto é, folhas maiores e que permanecem verdes por mais tempo interceptam mais radiação e, frequentemente, a quantidade de radiação

interceptada apresenta uma relação linear com a taxa de produção de matéria seca (Stone et al., 1988). Em arroz de terras altas (Stone & Pereira, 1994; Santos & Costa, 1997) e em outras culturas anuais (Laing et al., 1983; Stone et al., 1988) também se tem observado relação positiva entre a produtividade econômica e a DAF. Brandes (1971) verificou maior rendimento de grãos do feijoeiro com o aumento do número de folhas. Isto ocorreu devido à maior área foliar que, por sua vez, pôde interceptar melhor a luz, que por conseguinte, melhorou a eficiência de conversão de energia solar até o ponto em que o auto-sombreamento, presumivelmente, limitou o processo. Machado (1985) relata que a produção biológica total pode ser estimada pelo produto da DAF e pela taxa de fotossíntese média da cultura por unidade de área foliar.

A DAF também correlacionou significativamente com o IC ( $r = 0,67^{**}$ ) a MSR 0 - 10 e 10 - 20 cm ( $r = 0,75^{**}$  e  $0,46^{**}$ ), a DENS 0 - 10 e 10 - 20 cm ( $r = 0,59^{**}$  e  $0,49^{**}$ ), a massa de 100 grãos da soca ( $r = 0,44^{**}$ ) e o número de perfilhos ( $r = 0,43^{**}$ ).

**TABELA 1. Matéria seca total da parte aérea (MSPA) e matéria seca de folhas (MSF) na cultura principal e na soca e de duração da área foliar (DAF) na cultura principal, em nove genótipos de arroz irrigado por inundação<sup>1</sup>.**

Tratamento	Cultura principal		Soca		Cultura principal
	MSPA <sup>2</sup>	MSF <sup>3</sup>	MSPA	MSF	DAF
	----- (g m <sup>-2</sup> ) -----				----- (dia) -----
Ciclos					
Curto	1.033b	187b	410b	85	178b
Médio	1.457a	277a	594a	84	326a
Genótipos de ciclo curto					
CNA 7546	1.151	205	451	111ab	205a
CNA 7151	936	135	335	129a	139b
PR 380	1.097	236	521	79bc	184ab
IRGA 409	1.080	187	313	65c	162ab
Javaé	900	171	430	44c	202a
Genótipos de ciclo médio					
CNA 7553	1.459	328	666bc	109a	331
CNA 3771	1.591	233	868a	97a	323
Metica 1	1.358	248	302c	40b	312
Diamante	1.421	300	504bc	93a	337

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Produção de matéria seca total no final do ciclo na última coleta.

<sup>3</sup> Produção de matéria seca de folha por ocasião da máxima produção.

Os maiores valores de IAF foram obtidos pelos genótipos de ciclo médio, próximo à floração, decrescendo a partir de então, o que é esperado, pois a área foliar verde vai reduzindo em relação à área produzida, sobretudo em virtude da senescência das folhas mais velhas (Fig. 2). Isto mostra que as plantas dos genótipos de ciclo médio cobriram o espaço a elas disponível, aproveitando, desta maneira, mais eficientemente o terreno por maior período de tempo que as de ciclo curto. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos & Costa (1997) em cultivares de arroz de terras altas. Entre os genótipos precoces, a CNA 7546, Javaé e PR 380 apresentaram maiores valores de IAF, 3,46; 3,41 e 3,27, aos 78, 75 e 77 dias após a emergência (DAE), respectivamente (Fig. 2A). Entre os genótipos de ciclo médio, a cultivar Metica 1 apresentou o menor IAF, 4,23 aos 89 DAE (Fig. 2B). O IAF associou-se positiva e significativamente ao rendimento de grãos da cultura principal ( $r = 0,40^*$ ). Yoshida (1972) afirma que quando o enchimento de grãos ocorre normalmente, o rendimento de grãos é altamente correlacionado com o IAF na floração. Pinheiro et al. (1990) não encontraram esta correlação. Obtiveram, no entanto, através da análise de covariância, efeito indireto do IAF sobre a produtividade via número e fertilidade de espiguetas. Houve também correlação significativa entre o IAF e DAF ( $r = 0,75^{**}$ ), número de perfilhos ( $r = 0,61^{**}$ ), massa de 100 grãos da soca ( $r = 0,45^{**}$ ) e AFE ( $r = 0,40^*$ ).

A RAF declinou à medida que as plantas envelheciam, para ambos os ciclos (Fig. 2), provavelmente, devido ao crescimento da planta ter aumentado a interferência das folhas superiores sobre as inferiores, e daí a tendência de a área foliar útil diminuir a partir de determinada fase. Esses resultados concordam com os obtidos em arroz irrigado por Marchezan et al. (1987) e, em arroz de terras altas por Santos & Costa (1997), além de outras culturas como sorgo sacarino (Benincasa, 1988) e feijoeiro (Brandes et al., 1973; Lopes et al., 1982). Em ambos os ciclos, observou-se grande variação da RAF, aos 20 DAE. Essa RAF máxima no início do ciclo das plantas indica que inicialmente a maior parte do material fotossintetizado foi convertido em folhas, visando à maior captação da radiação solar disponível. Posteriormente, houve aumento da biomassa não fotossintetizante, ocasionando

decréscimo da RAF. Entre os genótipos precoces, PR 380 apresentou o maior valor de RAF, cerca de  $1,7 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$ , e CNA 7151, o menor,  $0,68 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$ , aos 20 DAE (Fig. 2A). Entre os genótipos de ciclo médio, a cultivar Diamante obteve a maior RAF, cerca de  $2,0 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$ , enquanto a Metica 1 e a linhagem CNA 3771, apenas  $0,81 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$  (Fig. 2B). Um maior valor de RAF no início explica, em parte, um maior vigor inicial (Marchezan et al., 1987).

Também foram observados para AFE e RPF decréscimo nos valores ao longo do ciclo e diferenças entre os genótipos aos 20 DAE (Fig. 2). O decréscimo nos valores de RPF é devido, provavelmente, à menor fração de material retido na folha, ou seja, a maior exportação para as demais partes da planta à medida que ela cresce. A eficiência em exportação pode ser muito importante para a produção de grãos, principalmente quando se comparam produtividades entre genótipos. Esses resultados concordam com os obtidos por Lopes et al. (1982) e Benincasa (1988). Entre os genótipos de ciclo curto, PR 380 apresentou a maior AFE, cerca de  $4,4 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$ , e CNA 7151 a menor,  $1,4 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$ , aos 20 DAE (Fig. 2A). Entre os de ciclo médio, o maior valor foi obtido pela cultivar Diamante,  $5,4 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$  e os menores por Metica 1,  $1,9 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$ , e CNA 7553,  $1,8 \text{ dm}^2 \text{ g}^{-1}$  (Fig. 2B). Quanto ao RPF, a linhagem CNA 7546 mostrou o maior valor,  $0,50 \text{ g g}^{-1}$ , e a cultivar Javaé o menor,  $0,39 \text{ g g}^{-1}$ , aos 20 DAE, entre os genótipos precoces (Fig. 2A), enquanto os de ciclo médio tiveram comportamento semelhante, com a linhagem CNA 7553 apresentando o maior valor,  $0,44 \text{ g g}^{-1}$  (Fig. 2B). A RAF apresentou maior correlação com a AFE ( $r = 0,63^{**}$ ) do que com a RPF ( $r = 0,38^*$ ). Benincasa (1988) e Rocha (1996) também constataram maior influência da AFE sobre a RAF.

Observou-se a superioridade dos genótipos de ciclo médio em relação aos de ciclo curto, quanto a MSR e a DENS, nas duas profundidades estudadas (Tabela 2), o que pode ser explicado por possuírem maior tempo para acumular e translocar fotossintatos para o sistema radicular. Para os genótipos estudados, a MSR e a DENS, na profundidade de 0 - 10 cm, foram maiores que na profundidade de 10 - 20 cm, mostrando a superficialidade do sistema radicular do arroz irrigado. Nas duas profundidades, a MSR foi

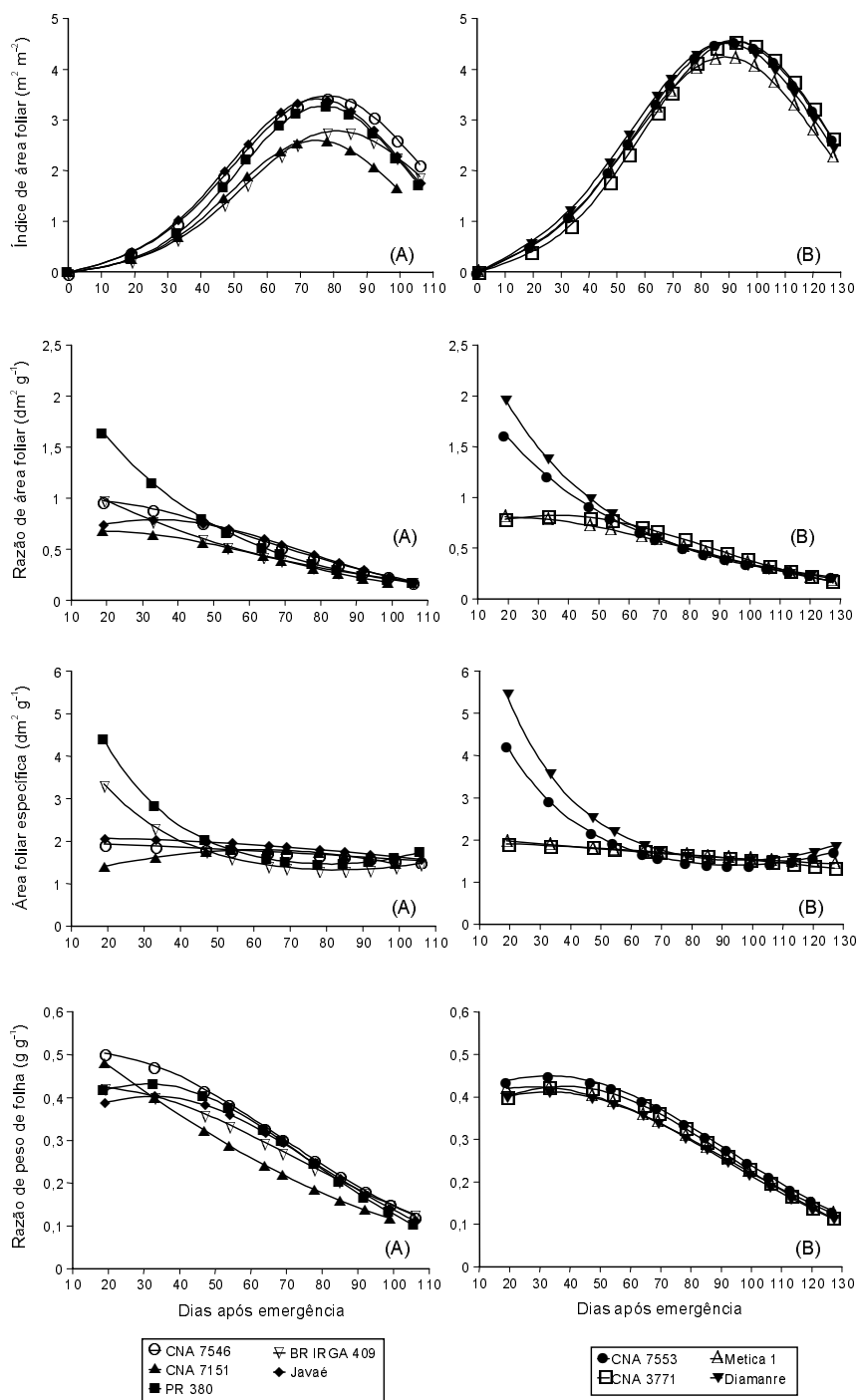


FIG. 2. Evolução do índice de área foliar, da razão de área foliar, da área foliar específica e da razão de peso da folha de arroz irrigado por inundação, na cultura principal, em genótipos de ciclo curto (A) e de ciclo médio (B).

influenciada pelos genótipos dentro de ciclo curto. De 0 - 10 cm, a matéria seca de raízes variou de 0,26 g cm<sup>-3</sup> na CNA 7151, a 1,24 g cm<sup>-3</sup> na cultivar Javaé, e de 10 a 20 cm, o menor valor, 0,03 g cm<sup>-3</sup>, foi obtido pela linhagem CNA 7151 e, o maior, 0,41 g cm<sup>-3</sup>, pela CNA 7546. A DENS foi influenciada pelos genótipos dentro dos ciclos na profundidade de 0 - 10 cm, e apenas pelos genótipos dentro de ciclo curto, de 10 - 20 cm. Entre os genótipos precoces, as densidades radiculares na profundidade de 0 - 10 cm variaram de 3,11 cm cm<sup>-3</sup> em CNA 7151 a 8,29 cm cm<sup>-3</sup> na cultivar BR-IRGA 409; entre os de ciclo médio, o menor valor, 7,67 cm cm<sup>-3</sup>, foi observado na cultivar Diamante e o maior, 15,09 cm cm<sup>-3</sup> na Metica 1. Na profundidade de 10 - 20 cm, a DENS foi menor (0,42 cm cm<sup>-3</sup>) na linhagem CNA 7151 e maior (3,08 cm cm<sup>-3</sup>) na CNA 7546.

Houve correlação significativa e positiva entre a MSR e a DENS, nas profundidades de 0-10 cm ( $r = 0,82^{**}$ ) e de 10-20 cm ( $r = 0,80^{**}$ ), o que indica um alto grau de associação entre as duas variáveis. Os parâmetros radiculares apresentaram correlação significativa e positiva com o rendimento de grãos da cultura principal. Na profundidade de

0 - 10 cm, o índice de correlação entre a DENS e rendimento de grãos foi igual a 0,61<sup>\*\*</sup> e entre a MSR e rendimento foi 0,65<sup>\*\*</sup>. Na profundidade de 10 - 20 cm, os índices foram iguais a 0,46<sup>\*\*</sup> e 0,41<sup>\*</sup>, respectivamente. Tais resultados confirmam os obtidos por Rocha (1996), que destacam a importância das características radiculares para garantir maior rendimento de grãos na cultura principal. Na profundidade de 0 - 10 cm, os dois parâmetros apresentaram correlação significativa e negativa com o rendimento de grãos na soca ( $r = -0,32^*$  e  $-0,50^{**}$ , respectivamente). Na profundidade de 10 - 20 cm, as correlações não foram significativas ( $r = 0,02$  e  $0,08$ ). Isso pode ser explicado pelo fato de as amostragens terem sido realizadas após a colheita da cultura principal, quando provavelmente muitas raízes deveriam estar mortas e assim a soca não pôde usufruir dos assimilados acumulados pela cultura principal. Estes resultados não corroboram as observações de Chauhan et al. (1985) e Vergara et al. (1988) em que um sistema radicular vigoroso da cultura principal pode ser um pré-requisito para uma soca bem sucedida.

**TABELA 2. Matéria seca de raízes (MSR) e densidade radicular (DENS) nas profundidades de 0 - 10 cm e de 10 - 20 cm, na cultura principal, em nove genótipos de arroz irrigado por inundação<sup>1</sup>.**

Tratamento	0 - 10 cm		10 - 20 cm	
	MSR (g cm <sup>-3</sup> )	DENS (cm cm <sup>-3</sup> )	MSR (g cm <sup>-3</sup> )	DENS (cm cm <sup>-3</sup> )
Ciclos				
Curto	0,90b	5,85b	0,24b	1,63
Médio	1,80a	10,55a	0,39a	2,73
Genótipos de ciclo curto				
CNA 7546	1,03a	5,83ab	0,41a	3,08a
CNA 7151	0,26b	3,11b	0,03b	0,42b
PR 380	0,93ab	4,42ab	0,34ab	2,12ab
BR-IRGA 409	1,08a	8,29a	0,15ab	1,14ab
Javaé	1,24a	7,61ab	0,26ab	1,41ab
Genótipos de ciclo médio				
CNA 7553	1,97	10,38ab	0,48	2,99
CNA 3771	1,55	9,08b	0,36	2,83
Metica 1	2,12	15,09a	0,43	2,46
Diamante	1,56	7,67b	0,28	2,64

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



## CONCLUSÕES

1. Na cultura principal o rendimento de grãos de arroz irrigado é correlacionado positivamente com os índices fisiológicos, tendo os mais altos coeficientes com o crescimento radicular e a duração da área foliar.

2. O rendimento de grãos da soca de arroz irrigado somente se correlaciona com as produções de matéria seca de folhas e total da parte aérea da soca.

3. Os genótipos de arroz irrigado de ciclo médio apresentam maior produção biológica e índices fisiológicos que os de ciclo curto, tanto na cultura principal quanto na soca.

4. Os índices fisiológicos da cultura principal não são indicadores da capacidade produtiva da soca de arroz irrigado.

## REFERÊNCIAS

- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal : FUNEP, 1988. 41p.
- BRANDES, D. **Análise de crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**: efeito da densidade e da época de plantio. Viçosa : UFV, 1971. 109p. Dissertação de Mestrado.
- BRANDES, D.; MAESTRI, M.; VIEIRA, C.; GOMES, F.R. Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Análise de crescimento. **Experientiae**, Viçosa, v.15, n.1, p.1-20, 1973.
- CHAUHAN, J.S.; VERGARA, B.S.; LOPEZ, F.S.S. **Rice ratooning**. Manila : IRRI, 1985. 19p. (IRRI Research Paper Series, 102).
- DELGADO, A.D. Analisis de crecimiento de la biomasa y el area foliar en la variedad de arroz: oryzica yacu-9. **Arroz**, Santafé de Bogotá, v.44, n.399, p.41-48, 1995.
- FAGERIA, N.K. **Fisiologia da planta de arroz**. Goiânia : Embrapa-CNPAP, 1979. 32p. I. Curso Nacional de Tecnologia de Produção de Arroz.
- GOMEZ, K.A.; GOMEZ, A.A. **Statistical procedures for agricultural research**. 2.ed. New York : J. Wiley, 1984. 680p.
- LAING, D.R.; KRETCHMER, P.J.; ZULUAGA, S.; JONES, P.G. Field bean. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Filipinas). **Potential productivity of field crops under different environments**. Los Baños, 1983. p.227-248.
- LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; FREITAS, J.G. de; MELGES, E.; BELTRÃO, N.E. de M. Análise de crescimento e conversão da energia solar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a três níveis de densidade do fluxo radiante. **Revista Ceres**, Viçosa, v.29, n.166, p.587-604, 1982.
- MACHADO, E.C. Eficiência fotossintética. In: SEMINÁRIO DE BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA, 1985, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba : FEALQ, 1985. p.175-200.
- MAHADEVAPPA, M.; YOGESH, H.S. Rice ratooning: breeding, agronomic practices, and seed production potentials. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Filipinas). **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p.177-186.
- MARCHEZAN, E.; ESTEFANEL, V.; AUDE, M.I. da; SILVA, M.S. Parâmetros morfofisiológicos do crescimento e desenvolvimento de três cultivares de arroz irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Anais**. Brasília : Embrapa-DDT, 1987. p.394-420. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 25).
- MURATA, Y.; MATSUSHIMA, S. Rice. In: EVANS, L.T. (Ed.). **Crop Physiology**. London : Cambridge University Press, 1975. p.73-99.
- NEWMAN, E.I. A method of estimating the total length of root in a sample. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.3, p.139-145, 1966.
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas : IAC, 1987. 33p. (IAC. Boletim Técnico, 114).
- PINHEIRO, B. da S.; MARTINS, J.F. da S.; ZIMMERMANN, F.J.P. Índice de área foliar e produtividade de arroz de sequeiro. II. Manifestação através dos componentes da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.6, p.873-879, jun. 1990.
- ROCHA, A.C. do. **Avaliação da importância de caracteres morfológicos do sistema radicular para resistência à seca em arroz (*Oryza sativa* L.)**. Goiânia : UFG, 1996. 80p. Dissertação de Mestrado.

- SANGOI, L.; SILVA, P.R.F. da. Distribuição e acúmulo de matéria seca em duas cultivares de girassol em três épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.5, p.489-502, maio 1988.
- SANTOS, A.B. dos; COSTA, J.D. Crescimento de arroz de sequeiro em diferentes populações e irrigação suplementar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.6, p.591-599, jun. 1997.
- STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo d'água do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.10, p.1577-1592, out. 1994.
- STONE, L.F.; PORTES, T. de A.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. II. Crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.5, p.503-510, maio 1988.
- STONE, L.F.; STEINMETZ, S. Índice de área foliar e adubação nitrogenada em arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.1, p.25-28, jan. 1979.
- TANAKA, A. Plant characters related to nitrogen response in rice. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Filipinas). **The mineral nutrition of the rice plant**. Baltimore, 1964. p.419-449.
- VERGARA, B.S.; LOPEZ, F.S.S.; CHAUHAN, J.S. Morphology and physiology of ratoon rice. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Filipinas). **Rice ratooning**. Los Baños, 1988. p.31-40.
- WATSON, D.J. The dependence of net assimilation rate on leaf area index. **Annals of Botany**, London, v.22, p.37-54, 1958.
- WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.4, p.101-145, 1952.
- YOSHIDA, S. Physiological aspects of grain yield. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.23, p.437-464, 1972.