

# TIPO DE PLANTA, REGIME HÍDRICO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ DE SEQUEIRO<sup>1</sup>

BEATRIZ DA SILVEIRA PINHEIRO, SILVIO STEINMETZ<sup>2</sup>, LUIZ FERNANDO STONE<sup>3</sup>  
e ELCIO PERPÉTUO GUIMARÃES<sup>2</sup>

**RESUMO** - Foram usadas 49 cultivares de arroz com tipo de planta contrastante, para estudar as relações entre produtividade, componentes da produção e algumas características morfofisiológicas selecionadas, com ou sem deficiência hídrica. A disponibilidade de água afetou decisivamente a relação entre a produtividade e as demais características. Em condições de deficiência hídrica, as melhores correlações com a produtividade foram obtidas com número de dias até a floração, percentual de fertilidade das espiguetas e ângulo das folhas. Na ausência de deficiência hídrica, as características mais relevantes foram: número de panículas/m<sup>2</sup>, índice de área foliar na floração e largura das folhas. O fato de as características melhor associadas à produtividade serem diferentes, nos dois regimes, aponta a possibilidade de diversificar o tipo de planta para as condições de sequeiro. Regiões com boa distribuição pluviométrica poderiam beneficiar-se com o uso de cultivares de estatura e perfilhamento medianos e com boa resistência ao acamamento. Para regiões de alto risco quanto à ocorrência de estiagens, ciclo que propicie escape à deficiência hídrica e maior resistência a esta devem ser prioritários para um programa de melhoramento. A associação observada entre a produtividade e o ângulo das folhas, que precisa ser melhor elucidada, não descarta a possibilidade de poder melhorar a arquitetura das plantas também para essa situação.

Termos para indexação: deficiência hídrica, características morfofisiológicas, resistência à seca, época de floração.

## YIELD AS AFFECTED BY WATER AVAILABILITY AND PLANT TYPE IN UPLAND RICE

**ABSTRACT** - The relationship among yield, its components and some selected morphophysiological characteristics were determined using 49 cultivars of contrasting plant type, submitted or not to water stress. It was found that water availability affected the relationship between yield and other plant characteristics. Under water stress the most relevant associations with yield were developed by days to flowering, percent of filled grains and leaf angle. When water was supplemented, yield was affected positively by panicles per square meter, leaf area index at flowering and negatively by leaf width. Those observations can be applied as a selection criteria in upland rice breeding. There are regions in Brazil considered as favored concerning water distribution. For this particular condition it seems appropriate to develop a medium height, medium tillering, lodging resistant cultivars. For regions of high climatic risk, adequate growth cycle and drought resistance are priorities over plant type improvement. The association between yield and leaf angle should be better clarified and may be a way to improve plant type even for the latter situation.

Index terms: water stress, drought resistance, morphophysiological characteristics, days to flowering.

## INTRODUÇÃO

O termo "ideótipo", que literalmente significa uma forma expressando uma idéia, foi proposto por Donald (1968), para plantas cultivadas. Esse autor definiu-o como padrão do qual se espera a máxima produção, quando desenvolvido como cultivar.

Esse conceito há muito vem sendo usado com sucesso no aumento do rendimento de várias cultu-

ras, entre as quais a do arroz irrigado. Segundo Chandler Junior (1972), a substituição do tipo de planta, isto é, de cultivares de porte alto, baixo perfilhamento e folhas longas e decumbentes, por cultivares de porte baixo, altamente perfilhados, de folhas curtas e eretas, foi a mudança de maior impacto no potencial de produção dessa cultura. Diversos estudos explicam as bases fisiológicas desse fenômeno, entre os quais os de Tanaka et al. (1966 e 1969) e Matsushima (1976). Para arroz de sequeiro, entretanto, existe uma grande lacuna na literatura. No Brasil, onde 4,5 milhões de ha são cultivados nesse sistema, são utilizadas cultivares de tipo de planta semelhante ao considerado atualmente indesejável para a cultura irrigada.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 8 de janeiro de 1985.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74000 Goiânia, GO. Enga. - Agra. e Eng. - Agr. respectivamente.

<sup>3</sup> Eng. - Agr., Dr., EMBRAPA/CNPAP.

Os programas nacionais de melhoramento do arroz de sequeiro preocupam-se com a melhoria dessas características agrônômicas (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1981), mas a falta de informação acerca do tipo de planta mais adequado a esse sistema não permite modificações relevantes na arquitetura das plantas, restringindo-as quase que invariavelmente à busca de maior resistência ao acamamento.

O presente estudo foi realizado com o objetivo de conhecer as relações entre a produção, seus componentes e algumas características morfofisiológicas. Pode ser considerado como um passo inicial no sentido de estabelecer a relação entre tipo de planta e produtividade em arroz de sequeiro, com a finalidade de fornecer ao melhorista um critério para escolha de progenitores e seleção em gerações segregantes.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Foram testadas 49 cultivares em dois experimentos conduzidos simultaneamente. No experimento I (EXP I), o suprimento de água dependia da precipitação, e no experimento II (EXP II), era utilizada irrigação suplementar por aspersão, de forma a manter o solo sempre em boas condições de umidade. Vinte e nove cultivares eram nacionais, compreendendo cultivares melhoradas, como a IAC 47, IAC 25 e EEPG 369, e regionais, como a Montanha Liso, Bico Ganga e Jaguari. O tipo de planta predominante neste grupo era de porte alto, perfilhamento limitado, folhas longas e largas e panículas longas, característicos das cultivares de sequeiro tradicionais (Grupo 1).

As vinte cultivares restantes eram introduzidas da Ásia e da África e podiam ser separadas em dois grupos, de acordo com o tipo de planta: estatura, perfilhamento, comprimento e largura de folha medianos, como a

IRAT 13, Ctg 1516 e Kn 361-1-8-6 (Grupo 2); e estatura baixa, alto perfilhamento e folhas estreitas e curtas, como a C22, SE 302-G e IET 1444 (Grupo 3). A Tabela 1 apresenta os valores médios obtidos no presente estudo, para as características acima descritas, em cada grupo de cultivares.

O delineamento experimental usado foi o reticulado quadrado 7 x 7, com duas repetições, sendo os experimentos instalados em solo Latossolo Vermelho-Amarelo, cujas características químicas são apresentadas na Tabela 2.

Antes da instalação dos experimentos foram aplicados 150 kg/ha de  $P_2O_5$  e 50 kg/ha de  $K_2O$ . Por ocasião do plantio, foram aplicados 200 kg/ha, da fórmula 6-30-6 + Zn (0,3%). Cinquenta e cinco dias após o plantio, foi realizada uma adubação em cobertura com 48 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio.

Para determinação do número máximo de perfilhos (PMAX), foram feitas contagens periódicas dos 50 dias após a semeadura até a floração. Durante a fase de emergência das panículas, foram determinados: número de dias da semeadura até 50% da floração (DF); comprimento da folha bandeira (CFB) e da folha que imediatamente a antecede (C2F); largura da folha bandeira (LFB) e da folha que imediatamente a antecede (L2F); o ângulo da folha bandeira (AFB) e o da folha que imediatamente a antecede (A2F); e índice de área foliar (IAF). Considerou-se como ângulo da folha o formado pela inserção da base da lâmina com o colmo, medido junto ao colar.

O IAF foi determinado com o auxílio do medidor de área foliar, da Lambda Instruments Corporation, modelo LI-300.

Na maturação, foram determinados: produtividade (PROD), número de panículas por  $m^2$  (PAN), número de espiguetas por panícula (ESP), percentual de fertilidade das espiguetas (PFERT), peso de 100 grãos (P100), altura das plantas (ALT) e comprimento das panículas (CPAN).

Foram calculadas as correlações lineares simples entre as variáveis medidas em cada experimento. Foi também calculada a regressão múltipla para produtividade, em função das referidas variáveis, pelo modelo "stepwise backward".

TABELA 1. Média e desvio padrão de algumas características de planta, observadas em cultivares de arroz, no presente estudo, e que permitem sua separação em três grupos.

Característica	Nacionais			Introduzidas					
	Grupo 1			Grupo 2		Grupo 3			
Altura (cm)	106	±	12	87	±	8	65	±	10
Perfilhos/ $m^2$ ( $n^o$ )	125	±	26	208	±	50	396	±	110
Comprimento de 2 <sup>a</sup> folha (cm)	45	±	5	35	±	5	27	±	2
Largura de 2 <sup>a</sup> folha (cm)	1,6	±	0,2	1,4	±	0,2	1,0	±	0,1
Comprimento da panícula (cm)	23	±	3	20	±	2	18	±	2
Peso de 100 grãos (g)	2,5	±	0,34	2,2	±	0,25	2,0	±	0,20

TABELA 2. Características químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo na área experimental dos dois experimentos.

Experimento	pH em H <sub>2</sub> O (1:2,5)	Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> meq/100 cm <sup>3</sup>	P ppm	K <sup>+</sup> ppm	Al <sup>+++</sup> meq/100 cm <sup>3</sup>	MO %
Exp. I	5,4 ACM*	1,1 B	2,9 B	15 B	0,5 M	1,9 M
Exp. II	5,2 ACM	1,2 B	0,8 B	15 B	0,2 B	2,0 M

\* ACM = acidez média

B = baixo

M = médio

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização dos regimes hídricos e do comportamento da população em cada um deles

A precipitação foi abundante e bem distribuída durante os primeiros 40 dias de ciclo das culturas, não se fazendo necessária irrigação suplementar. A Fig. 1 mostra a precipitação após esse período inicial.

A deficiência hídrica sofrida por uma planta resulta da interação entre suas características fisiológicas, estado hídrico do solo e demanda evaporativa (Hsiao et al. 1980). O parâmetro que melhor integra essas variáveis é o potencial da água na planta. Dadas as dimensões desse experimento e a impossibilidade de realizar a referida medição, foi determinado apenas o conteúdo de água no

solo, pelo método gravimétrico, até a profundidade de 45 cm, a incrementos de 15 cm. Os valores médios para as três profundidades são apresentados na Fig. 2. Estudos anteriores, na mesma área experimental, determinaram que a água do solo atingiu um nível crítico para plantas de arroz, quando 67% do total da água disponível no perfil foi consumida. A partir desse ponto, ocorreu o fechamento estomático, e a relação entre a evapotranspiração real e a potencial tornou-se menor do que 1 (Jones & Guimarães 1979). Esse nível crítico, capaz de induzir deficiência hídrica em plantas de arroz, nesse tipo de solo, durante um veranico, corresponde ao teor de água no solo de 17%, na camada de 0 cm a 45 cm. De acordo com esse critério e com a Fig. 2, verifica-se que o EXP II nunca sofreu deficiência hídrica. Em contraste, o conteúdo de água no solo, no EXP I,

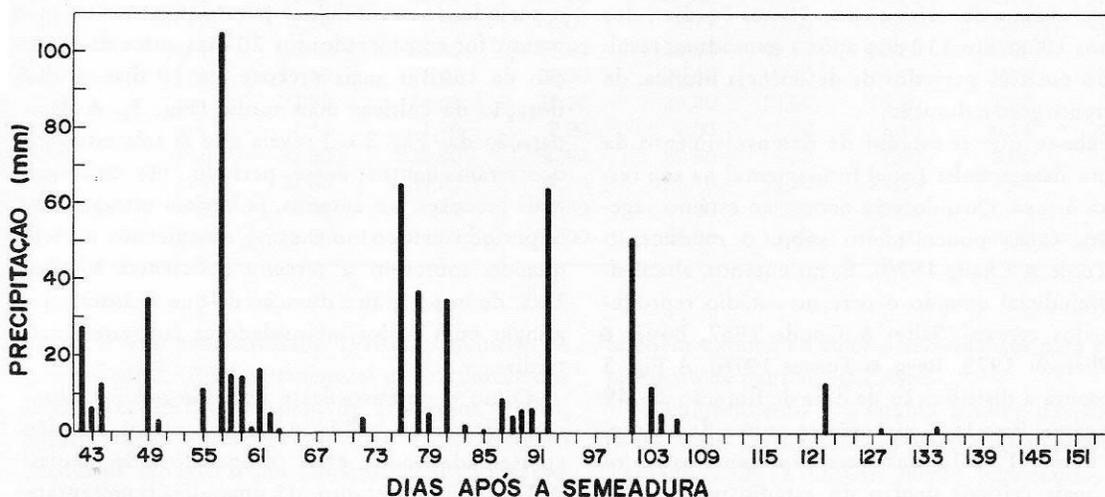


FIG. 1. Precipitação dos 42 dias após a semeadura até o final dos experimentos.

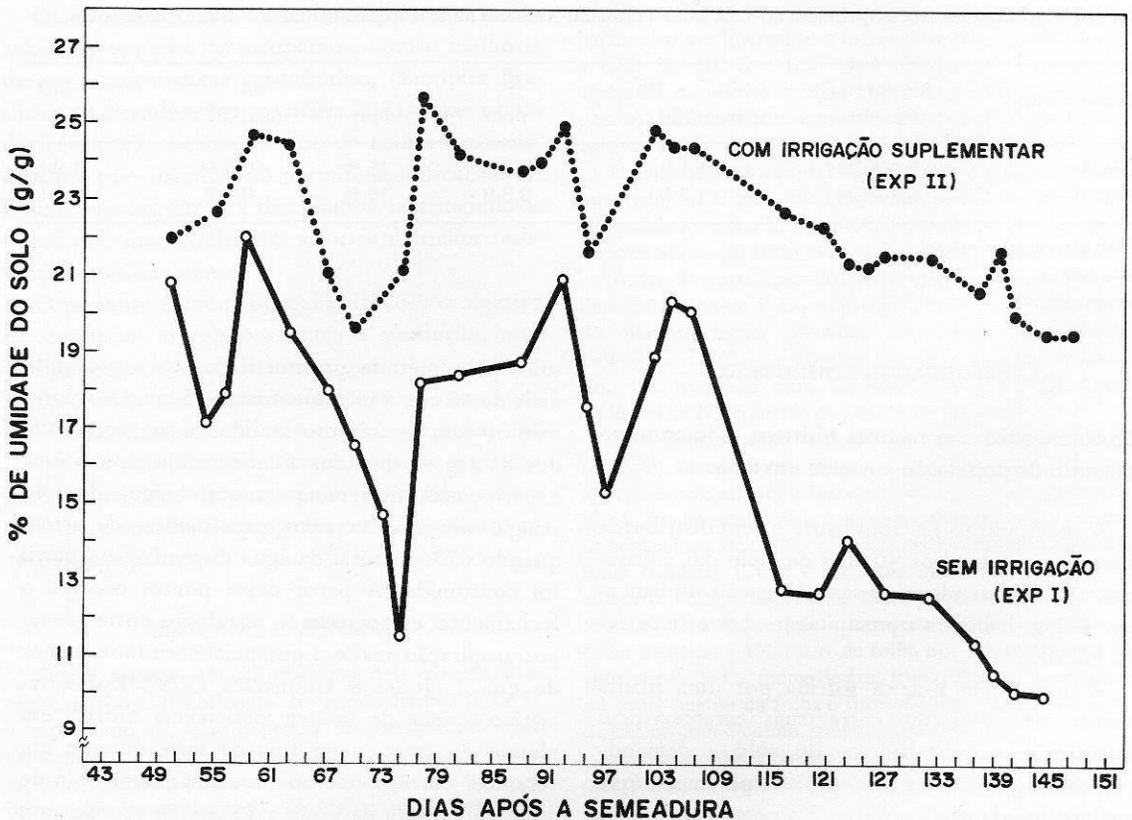


FIG. 2. Percentual de umidade do solo no EXP I e EXP II, estimada gravimetricamente até 45 cm de profundidade, dos 49 dias após a semeadura até o final dos experimentos.

esteve abaixo do crítico, dos 70 aos 76 dias, dos 97 aos 100, e dos 110 dias após a semeadura, resultando em três períodos de deficiência hídrica, de diferente grau e duração.

Sabe-se que o estágio de desenvolvimento da planta desempenha papel fundamental na sua resposta à seca. Quando esta ocorre no estágio vegetativo, causa pouco efeito sobre o rendimento (O'Toole & Chang 1979). É, no entanto, altamente prejudicial quando ocorre no estágio reprodutivo dos cereais (Salter & Goode 1967, Boyer & McPherson 1975, Begg & Turner 1976). A Fig. 3 apresenta a distribuição da data de floração das 49 cultivares. Essa fase, juntamente com a da meiose, que ocorre 13 a 15 dias antes, representa os períodos mais críticos dentro do estágio reprodutivo (Matsushima 1968). Dada a relativa menor sensibilidade da planta no início e no final desse estágio,

o período da sensibilidade para o presente experimento foi considerado dos 20 dias antes da floração da cultivar mais precoce até 10 dias após a floração da cultivar mais tardia (Fig. 3). A comparação das Fig. 2 e 3 revela que as três estiagens ocorreram dentro desse período. As cultivares mais precoces, no entanto, já haviam ultrapassado o período crítico ou mesmo completado o ciclo quando sobreveio a terceira deficiência hídrica. Esta, de maior grau e duração do que as anteriores, atingiu com maior intensidade as cultivares mais tardias.

Como o objetivo deste trabalho não é analisar comportamento individual ou dos grupos, não são apresentadas, aqui, essas comparações de médias. A Tabela 3, entretanto, dá uma idéia representativa do comportamento da população em teste, para cada experimento. Nota-se que estes diferiram

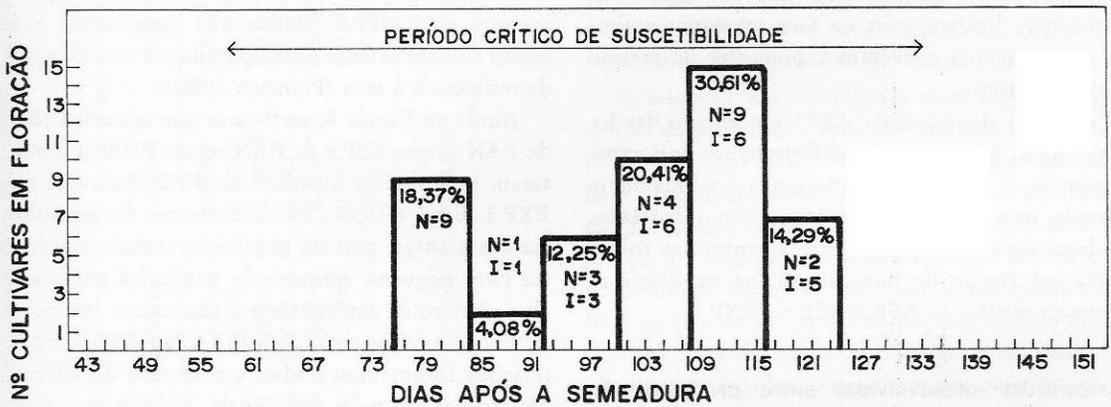


FIG. 3. Distribuição da data de floração das 49 cultivares, expressa em percentual, considerando períodos de oito dias.

N = n. de cultivares nacionais

I = n. de cultivares introduzidas.

TABELA 3. Médias, valores máximos, mínimos e desvio padrão para cada variável, no experimento que sofreu deficiência hídrica (EXP I) e no que recebeu irrigação suplementar (EXP II).

Variável	Unidade	Média		Máximo		Mínimo		Desvio padrão	
		EXP I	EXP II	EXP I	EXP II	EXP I	EXP II	EXP I	EXP II
PROD	kg/ha	801,70	1.408,10	2.753,70	3.342,30	3,20	170,00	391,20	430,90
PMAX	n./m <sup>2</sup>	241,50	210,70	695,00	604,00	65,00	75,00	71,00	72,70
PAN	n./m <sup>2</sup>	103,60	127,40	259,00	277,00	7,00	53,00	31,70	24,70
ESP	n./PAN	123,90	127,50	221,30	201,40	64,40	70,10	24,10	22,30
PFERT	%	52,40	71,40	89,90	93,90	11,90	26,90	13,00	11,20
P100	g	2,28	2,38	3,50	3,48	1,22	1,57	0,20	0,19
DF	dias	101,60	102,10	129,00	127,00	75,00	76,00	3,70	3,20
IAF	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	2,34	1,59	6,07	4,77	0,60	0,58	1,04	0,73
ALT	cm	85,40	89,50	130,60	133,00	45,10	50,20	7,90	4,90
CPAN	cm	21,40	21,40	28,30	28,40	16,10	16,10	1,90	1,50
CFB	cm	23,80	24,50	37,30	39,20	12,50	15,20	2,90	2,20
LFB	cm	1,71	1,70	2,30	2,30	1,10	1,10	0,14	0,11
AFB	grau	33,60	35,80	50,50	62,50	5,80	2,00	9,00	7,00
C2F	cm	37,60	39,80	51,10	56,10	19,50	24,30	3,40	4,50
L2F	cm	1,38	1,41	2,00	1,90	0,80	0,90	0,14	0,10
A2F	grau	29,80	34,60	50,00	54,00	13,60	13,60	6,30	6,90

entre si em produtividade (PROD), número de panículas/m<sup>2</sup> (PAN), percentual de fertilidade das espiguetas (PFERT) e peso de 100 grãos (P100), valores estes superiores no EXP II. O número médio de espiguetas por panícula (ESP) foi semelhante, o que, possivelmente, se deve à ocorrência tardia da deficiência hídrica, após a determinação desse componente na maioria das cultivares. Isso

também explica os valores semelhantes para comprimento da panícula (CPAN).

O comprimento e a largura médios das folhas (CFB, C2F, LFB e L2F) apresentaram maiores valores no EXP II. O IAF médio, entretanto, foi maior no EXP I do que no EXP II, ao contrário do que era esperado. Isso foi devido ao maior perfilhamento no EXP I, haja vista seu maior PMAX. A

diferença nessa característica não foi função da deficiência hídrica, pois na fase vegetativa ambos os experimentos estiveram submetidos ao mesmo regime hídrico.

A altura das plantas (ALT) e o ângulo das folhas (AFB, A2F) também diferiram nos dois experimentos. A primeira característica é sabidamente afetada pela deficiência hídrica. Por outro lado, pode-se especular que o enrolamento das folhas afeta seu ângulo de inserção, o que explicaria as menores médias de AFB e A2F no EXP I.

#### Associações desenvolvidas entre produtividade, componentes da produção e entre componentes

A inspeção dos coeficientes de correlação apresentados na Tabela 4 mostra que a importância relativa dos componentes da produção sobre a produtividade não foi a mesma nos dois regimes hídricos. Apesar da existência de correlação positiva de PROD versus PFERT, nos dois experimentos, esta foi mais acentuada no EXP I ( $r = 0.700^{**}$ ) do que no EXP II ( $r = 0.479^{**}$ ). Por outro lado, a relação PROD versus PAN foi mais influente no EXP II ( $r = 0.508^{**}$ ) do que no EXP I ( $r = 0.202^{*}$ ). Ademais, P100 relacionou-se à PROD de forma significativa somente no EXP I. Nota-se que a correlação de ESP versus PROD não foi significativa ou alterada pelo regime hídrico, por ter esse componente sido determinado antes da ocorrência da deficiência hídrica na maioria das cultivares.

O papel relevante do PFERT na determinação da produtividade em condições de deficiência hídrica já havia sido observado em outros experi-

mentos no CNPAF (dados não publicados) e é usado rotineiramente como parâmetro na avaliação da resistência à seca (Pinheiro 1980).

Ainda na Tabela 4, verifica-se que as correlações de PAN versus ESP e de PAN versus P100 apresentaram maior valor absoluto no EXP II do que no EXP I. Estas relações são decorrentes da morfologia das plantas, pois na população testada, cultivares com pequeno número de panículas possuíam alto número de espiguetas por panícula e alto peso de grãos, e vice-versa (Tabela 1). No EXP I, estas relações foram mascaradas, em virtude das alterações causadas pela deficiência hídrica nos dois componentes. Por outro lado, as correlações positivas de PFERT versus P100 e de PFERT versus PAN, no EXP I, devem-se ao efeito simultâneo da deficiência hídrica em deprimir esses componentes.

#### Associações entre produtividade e componentes da produção com características fenológicas e morfofisiológicas

O número de dias até a floração (DF) não se relacionou à PROD de forma significativa no EXP II, sendo, no entanto, a característica da planta melhor relacionada a esta no EXP I (Tabela 5). Apesar de todas as cultivares terem sofrido deficiência hídrica no estágio reprodutivo, a época de ocorrência e a duração dos períodos sem precipitação estabeleceram diferenças na intensidade com que cada cultivar foi atingida, em face das diferenças de ciclo existentes na população (Fig. 2 e 3). Por

TABELA 4. Associações desenvolvidas entre produtividade e seus componentes, no experimento que sofreu deficiência hídrica (EXP I) e no experimento que recebeu irrigação suplementar (EXP II).

Variável	PROD		PAN		ESP		PFERT	
	EXP I	EXP II	EXP I	EXP II	EXP I	EXP II	EXP I	EXP II
PAN	0,202*	0,508**	-	-	-	-	-	-
ESP	0,034 ns	0,050 ns	-0,292**	-0,341**	-	-	-	-
PFERT	0,700**	0,479**	0,244*	0,071 ns	-0,117 ns	0,053 ns	-	-
P100	0,423**	-0,100 ns	-0,211*	-0,523**	0,133 ns	0,107 ns	0,396**	0,209*

\* significativo a 5% de probabilidade.

\*\* significativo a 1% de probabilidade

ns - não-significativo.

TABELA 5. Associações desenvolvidas entre produtividade ou seus componentes com as características fenológicas ou morfológicas no experimento que sofreu deficiência hídrica (EXP I) e no experimento que recebeu irrigação suplementar (EXP II).

	PROD		PAN		ESP		PFERT		P100	
	EXP I	EXP II	EXP I	EXP II	EXP I	EXP II	EXP I	EXP II	EXP I	EXP II
	DF	-0,612**	-0,101 ns	0,094 ns	0,277**	-0,080 ns	0,055 ns	-0,573**	-0,130 ns	-0,688**
IAF	-0,113 ns	0,357**	0,163 ns	0,572**	-0,144 ns	-0,119 ns	-0,123 ns	0,013 ns	-0,262**	-0,417**
ALT	0,286**	-0,264**	-0,416**	-0,730**	0,499**	0,446**	0,202*	-0,020 ns	0,645**	0,575**
CPAN	0,251*	-0,153 ns	-0,350**	-0,590**	0,405**	0,397**	0,231*	-0,003 ns	0,583**	0,581**
CFB	0,340**	-0,137 ns	-0,407**	-0,536**	0,463**	0,274**	0,241*	-0,063 ns	0,595**	0,576**
LFB	0,204*	-0,421**	-0,478**	-0,670**	0,628**	0,378**	0,068 ns	-0,134 ns	0,543**	0,474**
AFB	-0,392**	-0,063 ns	-0,298*	-0,437**	0,073 ns	0,344**	-0,320**	0,111 ns	0,062 ns	0,406**
C2F	0,109 ns	-0,347**	-0,546**	-0,669**	0,585**	0,383**	-0,009 ns	-0,063 ns	0,557**	0,565**
L2F	0,128 ns	-0,463**	-0,449**	-0,654**	0,610**	0,394**	0,023 ns	-0,171 ns	0,502**	0,401**
A2F	-0,436**	-0,186 ns	-0,382**	-0,362**	0,044 ns	0,199 ns	-0,312**	0,010 ns	-0,047 ns	0,119 ns

\* significativo a 5% de probabilidade.

\*\* significativo a 1% de probabilidade.

ns - não-significativo.

essa razão, as cultivares tardias foram atingidas mais severamente, o que explica a correlação negativa de DF versus PROD.

A inspeção das correlações entre DF e componentes da produção (Tabela 5) indica que seu efeito se deu via PFERT. É possível que tenha também havido um efeito sobre P100, mas a existência da mesma correlação no EXP II não permite avaliar sua importância. Em condições de boa disponibilidade de água, essa relação se explica com base no fato de as cultivares precoces, na sua maioria, serem as nacionais (Fig. 3), as quais, em relação às introduzidas, possuem maior peso de grãos (Tabela 1).

Steinmetz et al. (1982), trabalhando com probabilidade de ocorrência de precipitação superior a 50 mm, num período de dez dias, demonstraram a heterogeneidade de diversas localidades em que se cultiva arroz de sequeiro no Brasil. Em Goiânia, a menor probabilidade de ocorrência de precipitação superior à demanda evapotranspirativa, na estação de cultivo, verifica-se nos meses de fevereiro e março. Nestas condições, uma cultivar de ciclo curto, como a IAC 25, que floresce com 75 dias, quando semeada no início de novembro, tem maior probabilidade de escapar à seca, do que a IAC 47, que floresce com 95 dias. A existência de uma caracterização, no nível proposto, tornaria possível estabelecer a melhor época de plantio e o ciclo mais adequado para cada região.

Ainda na Tabela 5, verifica-se que a maioria das características medidas relacionou-se com PROD de forma contrastante, nos dois regimes hídricos. No EXP I, destacam-se a associação positiva de CFB e as associações negativas de AFB e A2F com PROD. A inspeção dos coeficientes de correlação do ângulo da folha com os componentes da produção também mostra a existência de uma relação de caráter negativo com PFERT. Isto aponta para uma possível relação entre essa característica e a resistência à seca. De acordo com Yoshida (1975), folhas eretas tendem a minimizar a perda de água por transpiração. Outra forma de minimizar essa perda é o estabelecimento de um baixo IAF pela cultura. Estudos realizados no CNPAF indicam que o IAF ótimo para arroz de sequeiro é proporcional à disponibilidade de água, ou seja, tanto mais baixo quanto menor for esta (Stone et al.

1979 e Martins et al. 1980). No presente estudo, no entanto, a relação esperada de IAF versus PROD não atingiu significância no EXP I (Tabela 5), contrastando com a relação AFB e A2F versus PROD, de mesma natureza. É possível que a discrepância tenha como base o enrolamento das folhas. Esse fenômeno ocorreu com maior intensidade naquelas cultivares que floresceram durante o terceiro período de deficiência hídrica, e que dependeram exclusivamente da água existente no solo, para completar seu ciclo (Fig. 2 e 3). Conforme demonstrado por O'Toole et al. (1979), o enrolamento da folha é uma forma efetiva da planta reduzir sua taxa de transpiração. Como no presente experimento o IAF foi medido em laboratório, após reidratação e conseqüente desenrolamento das folhas, é possível que não represente a área efetivamente exposta à radiação. A relevância do ângulo da folha na determinação da produtividade pode estar ligada à observação de que folhas longas e decumbentes têm dificuldade de enrolamento.

No EXP II, o ângulo da folha não foi uma característica relevante (Tabela 5). Destacaram-se, aí, as associações das dimensões da folha (LFB, L2F e C2F) com PROD, todas de caráter negativo. O IAF associou-se de forma positiva à PROD no EXP II, indicando que, em condições de boa disponibilidade de água, um baixo IAF pode limitar a produtividade do arroz de sequeiro. A mesma característica associou-se também de forma positiva à PAN. Sabe-se que o IAF é determinado pelo tamanho das folhas e pelo número de perfilhos (Chang et al. 1972). Dada a estreita relação existente entre perfilhos e panículas sob condições normais de cultivo, a correlação de IAF versus PAN no EXP II é perfeitamente explicável. No entanto, essa relação não se manteve no EXP I. Voltando à Tabela 3 e utilizando os valores de PMAX e PAN, verifica-se que somente 42,9% dos perfilhos formados originaram panículas no EXP I, em contraste com 60,5% no EXP II. Portanto, cultivares com alto IAF, podem ter um número de panículas pequeno por causa da deficiência hídrica.

Os dados da Tabela 5 indicam que, nos dois experimentos, as demais características medidas são de importância secundária na determinação da PROD. Merece destaque o fato de a correlação

ALT versus PROD ter sido positiva, no EXP I, e negativa, no EXP II. A primeira correlação deve estar relacionada com a maior resistência à seca das cultivares tradicionais de sequeiro. A segunda indica que, em condições de boa disponibilidade de água, plantas de porte mais baixo do que o das cultivares tradicionais de sequeiro são desejáveis. É possível que isso se deva, em parte, ao fato de que plantas altas são mais suscetíveis ao acamamento.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Utilizando-se o modelo "stepwise backward", obteve-se, para o EXP I, a equação  $PROD_1 = 2070,0 - 15,2 DF - 11,0 AFB + 12,4 PFERT$ , onde  $R^2 = 0,602$ ; e, para EXP II, a equação  $PROD_2 = 1426,8 + 4,3 PAN + 136,1 IAF + 48,2 CFB - 19,9 C2F + 23,5 PFERT$ , onde  $R^2 = 0,528$ .

Em face da natureza e das limitações deste trabalho, não é possível estabelecer definitivamente um ideótipo para arroz de sequeiro. No entanto, as equações 1 e 2 indicam que, em condições de sequeiro, a distribuição anual das chuvas favorece um determinado tipo de planta. Quando ocorreu deficiência hídrica, as cultivares com maior fertilidade de espiguetas apresentaram as maiores produtividades, o que está diretamente relacionado com a capacidade de escapar ou resistir à deficiência hídrica. Portanto, a incorporação de ciclo adequado, bem como de maior resistência à seca deve ser prioritária. Não fica, entretanto, descartada a possibilidade de melhoria na arquitetura da planta, haja vista a associação observada entre o ângulo das folhas e a produtividade, que necessita ser melhor elucidada.

Quando a pluviometria é adequada, durante todo o ciclo, as limitações da produtividade podem ser impostas por acamamento, baixo perfilhamento e baixo IAF. Nessa situação, cultivares de estatura e de perfilhamento medianos parecem ser mais adequadas.

Não existe, entretanto, possibilidade de prever a distribuição pluviométrica em cada ano e em cada local. Todavia, sabe-se que existem, no Brasil, regiões denominadas favorecidas, onde o arroz de sequeiro é cultivado com menor risco de

deficiência hídrica (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 1981, Steinmetz et al. 1982). O Estado do Acre, por exemplo, pode ser incluído nesta categoria, conforme descrição de Campos (1981). Aí também é utilizado o tipo de planta tradicional, com elevados índices de acamamento, dado o seu porte excessivo.

Novos estudos, mais detalhados, são necessários para elucidar as implicações das características da planta sobre a produtividade e a resistência do arroz de sequeiro à seca. Esses estudos visariam quantificar altura, número de perfilhos, IAF, ângulos e dimensões da folha, necessários para assegurar máxima produtividade, considerando as peculiaridades do regime hídrico para a região a que se destina a cultivar.

#### REFERÊNCIAS

- BEGG, J.E. & TURNER, N.C. Crop water deficits. *Adv. Agron.*, 28:161-217, 1976.
- BOYER, J.S. & MCPHERSON, H.G. Physiology of water deficits in cereal crops. *Adv. Agron.*, 27:1-23, 1975.
- CAMPOS, I.S. A cultura do arroz no Estado do Acre. *Lav. arroz.*, 34(328):38-43, 1981.
- CHANDLER JUNIOR, R.J. The impact of the improved tropical plant type on rice yields in South and Southeast Asia. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. *Rice breeding*. Los Baños, 1972. p.77-85.
- CHANG, T.T.; LORESTO, G.C. & TAGUMPAY, O. Agronomic and growth characteristics of upland and lowland rice varieties. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. *Rice breeding*. Los Baños, 1972. p.645-61.
- DONALD, C.M. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*, 17:385-403, 1968.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Departamento Técnico-Científico, Brasília, DF. *Programa Nacional de Pesquisa de Arroz*. Brasília, EMBRAPA-DID, 1981. 69p.
- HSIAO, T.; O'TOOLE, J.C. & TOMAR, V.S. Water stress as a constraint to crop production in the tropics. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. *Soil related constraints to food production in the tropics*. Los Baños, 1980. p.339-69.
- JONES, C.A. & GUIMARÃES, C.M. The field water balance of a red yellow latosol under upland rice; effect of leaf area index on drought stress. In: LAL, R. & GREENLAND, D.I., eds. *Soil physical properties and crop production in the tropics*. New York, J. Wiley & Sons, 1979. p.139-47.
- MARTINS, J.F. da S.; FERREIRA, E.; PRABHU, A.S. & ZIMMERMANN, F.J.P. Uso preventivo de produtos químicos para o controle das principais pragas subterrâneas do arroz-de-sequeiro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 15(1):53-62, jan. 1980.
- MATSUSHIMA, S. *High yielding rice cultivation*. Tokyo, Scientific Society Press, 1976. 367p.
- MATSUSHIMA, S. Water and physiology of Indica rice. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan* (special issue):102-9, 1968.
- O'TOOLE, J.C. & CHANG, T.T. Growth resistance in cereals-rice; a case study. In: MUSSEL, H. & STAPLES, R.C., eds. *Stress physiology of crop plants*. New York, Wiley Interscience, 1979. p.373-406.
- O'TOOLE, J.C.; CRUZ, R.T. & SINGH, T.N. Leaf rolling and transpiration. *Plant Sci. Lett.*, 16:111-4, 1979.
- PINHEIRO, B. da S. *Avaliação da resistência à seca de cultivares de arroz*. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1980. 4p. (EMBRAPA-CNPAP. Pesquisa em Andamento, 18).
- SALTER, P.J. & GOODE, J.E. *Crop responses to water at different stages of growth*. Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1967. 246p.
- STEINMETZ, S.; REYNIERS, F.N. & LIU, T.H. *Favorable rainfall periods in upland regions of Brazil*. Paper presented at the Workshop on Upland Rice, Bouaké, Ivory Coast, 1982.
- STONE, L.F.; OLIVEIRA, A.B. de & STEINMETZ, S. Deficiência hídrica e resposta de cultivares de arroz-de-sequeiro ao nitrogênio. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 14(3):295-301, jul. 1979.
- TANAKA, A.; KAWANO, K. & YAMAGUCHI, J. Photosynthesis, respiration and plant type of the tropical rice plant. *Int. Rice Res. Inst. Tech. Bull.*, (7):1-46, 1966.
- TANAKA, T.; MATSUSHIMA, S.; KOJYO, S. & NITTA, H. Analysis of yield prediction and culture improvement of lowland rice. XC. On the relation between the plant type of rice plant community and the light curve of carbon assimilation. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan*, 38:287-93, 1969.
- YOSHIDA, S. Factors that limit the growth and yield of upland rice. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños, Filipinas. *Major research in upland rice*. Los Baños, 1975. p.46-71.