

RESPOSTA DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO AO NITROGÊNIO

José Guilherme de Freitas^{1,4*}; Luiz Ernesto Azzini^{1,4}; Heitor Cantarella^{2,4}; Cândido Ricardo Bastos¹; Lúcia Helena Signori Melo de Castro¹; Paulo Boller Gallo³; João Carlos Felício¹

¹Centro de Plantas Graníferas - IAC, C.P. 28 - CEP: 13001-970 - Campinas, SP.

²Centro de Solos e Recursos Agroambientais - IAC.

³Estação Experimental de Agronomia de Mococa - IAC.

⁴Bolsista CNPq.

*Autor correspondente <jfreitas@cec.iac.br >

RESUMO: Genótipos de arroz irrigado por inunda o (*Oryza sativa* L.) podem apresentar variabilidade de resposta ao nitrogênio. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de três cultivares de arroz ao nitrogênio. Os experimentos foram realizados em Mococa, SP, em 1997/98 e 1998/99, em Cambissolo Háplico Tb Eutrófico gleico. O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repeti es. Nas parcelas foram aplicadas doses de N (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) e nas subparcelas foram transplantadas mudas dos cultivares de arroz (IAC 101, IAC 102 e IAC 104). O nitrogênio foi aplicado parceladamente sendo 1/3 da dose no transplântio das mudas, 1/3 aos 20 dias e 1/3 aos 40 dias, após o transplântio. Os cultivares responderam significativamente   aplica o de N e a média de produtividade de gr os dos três cultivares na maior dose de N foi superior a 8 t ha⁻¹. Os cultivares IAC 104 e IAC 101 apresentaram maiores rendimentos de gr os (4863 e 5015 kg ha⁻¹, na ausência da aplica o de N) do que o IAC 102, com resposta quadrática para os dois primeiros e linear para o último. As doses adequadas de N foram 140 kg ha⁻¹ para o 'IAC 101' e 150 kg ha⁻¹ para 'IAC 102' e 'IAC 104'. O cultivar IAC 104 apresentou maior rendimento de grãos inteiros e, embora não tenha sido o mais produtivo nos dois anos do estudo, gerou maior produ o de grãos inteiros por unidade de rea. O comprimento da panícula foi o componente que melhor se correlacionou com o rendimento de gr os.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, variabilidade, rendimento de gr os

RESPONSE OF IRRIGATED RICE CULTIVARS TO NITROGEN

ABSTRACT: Rice cultivars (*Oryza sativa* L.) response to nitrogen may vary under waterlogged conditions. The objective of this work was to evaluate the response of three new rice cultivars grown under irrigation, taking into account yield components. Two field experiments were carried out at Mococa, SP, Brazil, during 1997/98 and 1998/99, on a Typic Endoaquept. The experimental design was a split plot with four replications. The main plots received the N rates (0, 50, 100, and 150 kg ha⁻¹) and the sub plots were represented by rice cultivars (IAC 101, IAC 102 and IAC 104). Nitrogen fertilizer was applied as urea, 33% at seeding transplantation and 33% 20 and 40 days latter. Cultivars responded significantly to N application and the average yield for three cultivars at higher N rates was more than 8 t ha⁻¹. Cultivars IAC 104 and IAC 101 presented higher grain yield than 'IAC 102', although all of them presented a marked response to N fertilizer application. Adequate rates of N were 140 kg ha⁻¹ for IAC 101 and 150 kg ha⁻¹ for 'IAC 102' and 'IAC 104'. The 1000 grain weight and panicle length of three cultivars were significantly affected by N treatments. The length of the panicles was the component more closely correlated grain yield.

Key words: *Oryza sativa*, variability, grain yield

INTRODU O

A sele o de genótipos com maior eficiência na utiliza o de nitrogênio   considerada, atualmente, uma das maneiras mais adequadas para diminuir o custo de produ o da cultura do arroz (Fageria & Barbosa Filho, 1982), e aumentar a produtividade de grãos atráves da maior resposta a esse nutriente (Andrade et al., 1992; Borrell et al., 1998 e Sharma & Sharma, 1999). Isto porque os genótipos de uma mesma espécie mostram exigências nutricionais e tolerâncias diferenciadas para os estresses de nutrientes essenciais, segundo Brown & Jones (1997); Fageria & Barbosa Filho (1981, 1982). Os componentes do rendimento de grãos são importantes características que podem ser afetadas pela

nutri o, entre outros fatores. O desenvolvimento desses componentes pode ser influenciado positivamente pelo nitrogênio, devido as múltiplas fun es desse nutriente na planta (Fageria & Barbosa Filho, 1982) e também negativamente (Zaffaroni et al., 1995). A produtividade de grãos   característica controlada por um grande número de genes, sendo portanto herança quantitativa. Isto ocorre porque a produtividade de grãos depende da intera o de vários componentes de rendimento e do comprimento da panícula, os quais são controlados por fatores genéticos da planta e pelo ambiente. O comprimento da panícula, o número de espiguetas por panícula, a fertilidade das espiguetas e a massa de 1000 grãos afetam diretamente a produtividade de grãos (Evans, 1972; Yoshida, 1981).

As correlações entre a produtividade de grãos e seus componentes podem ter valores significativos, positivos ou negativos. Assim, o conhecimento dessas correlações com o meio podem ajudar os melhoristas na seleção de novos cultivares (Zaffaroni et al., 1995), os quais podem aumentar a produtividade e diminuir o custo de produção e o impacto ambiental.

Os objetivos deste trabalho foram: (1) estudar as respostas ao nitrogênio de três cultivares de arroz com características distintas; (2) estimar os níveis de correlações entre a produtividade de grãos, comprimento da panícula, número de espiguetas por panícula, fertilidade das espiguetas e a massa de 1000 grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no mesmo local, nos anos de 1997/98 e 1998/99, na Estação Experimental de Agronomia de Mococa - IAC, SP, apresentando como coordenadas geográficas latitude 21°28'S, longitude 47°01'W e altitude 665 metros. O solo é um Cambissolo Háplico Tb Eutrófico gleico (EMBRAPA, 1999), ácido e de média fertilidade (MO, 12 g dm⁻³; pH, 5,1; P, 16 mg dm⁻³; K, 2,4; Ca, 12; Mg, 6 mmol_c dm⁻³; V, 42%; B, 0,21; Cu, 0,5; Fe, 14; Mn, 14,7 e Zn, 0,6 mg dm⁻³). O clima é subtropical mesotérmico com estação seca de inverno, com a temperatura média do mês mais quente (janeiro) acima de 22°C (C.W.A.), com 1275 mm de precipitação média, de setembro a março e temperaturas anuais máxima e mínima de 29,4°C e 18,8°C, respectivamente.

O experimento foi conduzido sob condição de irrigação por inundação, em área mantida sob pousio durante o inverno. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram aplicadas, em ambos os anos, quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹). As subparcelas (20 m²) foram constituídas por três cultivares de arroz de porte baixo (IAC 101, IAC 102 e IAC 104). As subparcelas eram separadas por construção de alvenaria, de modo a impedir a mistura da água de irrigação. A adubação de base foi aplicada a lanço por ocasião do transplante das mudas dos cultivares de arroz, nas doses correspondentes a 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 40 kg ha⁻¹ de K₂O e 70 kg ha⁻¹ de micronutrientes, nas formas de super fosfato simples, cloreto de potássio e fritas Br-12 contendo Cu, Mn, Fe, e Zn, de acordo com Raij et al. (1996). As doses de nitrogênio foram aplicadas parceladamente, sendo 33% da dose de N a lanço, juntamente com P, K e os micronutrientes, 33% aos 20 dias e 33% ao 40 dias após o transplante das mudas de arroz. As subparcelas foram constituídas por 10 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,40 m. Dentro das linhas, foram transplantadas três mudas por cova, espaçadas de 0,15 m. Os cultivares IAC 101 e IAC 104 são de ciclo médio a tardio e o 'IAC 102' é de ciclo precoce. O 'IAC 104', lançado em 1998, se

distingue dos outros dois materiais por ter um porte um pouco maior, embora possa também ser classificado como de porte baixo.

Cinco linhas centrais foram colhidas para quantificar o rendimento de grãos. Por ocasião da colheita coletaram-se 10 panículas ao acaso, por parcela, e avaliaram-se o comprimento da panícula e os componentes do rendimento de grãos (número de espiguetas por panícula, fertilidade das espiguetas e massa de 1000 grãos). O comprimento da panícula foi obtido medindo-se a distância, em centímetros, a partir do nó basal da panícula até a extremidade superior. O índice de fertilidade das espiguetas foi determinado dividindo-se o número de espiguetas cheias pelo número total de espiguetas por panícula e multiplicando-se por 100. O número total de espiguetas por panícula foi obtido por contagem, somando-se o número de espiguetas cheias e chochas. A renda no benefício e o rendimento de grãos inteiros foram estimados a partir do beneficiamento de uma amostra de 100 g de arroz em casca por unidade experimental, em engenho de prova marca Suzuki. A renda no benefício é expressa pelo percentual total de arroz beneficiado (grãos inteiros, quebrados e quirera), e o rendimento de grãos expresso pelo percentual de inteiros.

A eficiência de utilização de nitrogênio (E_N), foi calculada de acordo com o Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT (1978) e Fageria & Barbosa Filho (1982). Também Lopes et al., (1995a, b) estimam a eficiência com base na dose da máxima eficiência técnica (MET).

Rendimento máximo de grãos - rendimento de grãos da testemunha (sem N)

$$E_N = \frac{\text{Diferença entre a dose correspondente ao rendimento máximo e a dose da testemunha (sem N)}}{\text{Rendimento máximo de grãos - rendimento de grãos da testemunha (sem N)}}$$

As análises individuais e ou conjunta de variância dos dados foram efetuadas com auxílio do programa Sistema de Análise Estatística - SANEST (Zonta et al., 1987). A análise conjunta foi efetuada após a verificação da homogeneidade das variâncias dos erros (quadrado médio do resíduo) das subparcelas. A homogeneidade das variâncias dos resíduos das subparcelas foi estimada segundo Cochran & Cox (1957). Empregou-se o teste de Tukey, ao nível de 5%, para comparar as médias entre cultivares, utilizando-se as variâncias complexas calculadas, dentro de cada dose de nitrogênio, conforme Cochran & Cox (1957). O teste t a 5% de probabilidade foi utilizado para avaliar a significância das equações polinomiais, referentes aos efeitos de nitrogênio aplicado. Foram realizadas análises de correlações lineares simples (ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste t), para estimar as relações entre produtividade de grãos, componentes da produtividade e comprimento da panícula.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de homogeneidade calculado com base nos erros das análises individuais, possibilitou a realização das análises conjuntas para as características: comprimento da panícula, número de espiguetas por panícula, índice de fertilidade das espiguetas, renda no benefício e rendimento de grãos inteiros. Porém, o referido teste não permitiu o cálculo da análise conjunta para a produtividade de grãos e a massa de 1000 grãos, conforme Cochran & Cox (1957).

Os cultivares IAC 104 e IAC 101 não mostraram diferenças significativas na produtividade de grãos. Estes dois cultivares apresentaram maiores rendimentos de grãos, do que o 'IAC 102', para as mesmas doses de N aplicadas (TABELA 1). O cultivar IAC 102 apresentou resposta linear ao nitrogênio, ao passo que os demais cultivares tiveram respostas quadráticas em ambos os anos de estudo (TABELA 1). O ciclo precoce do 'IAC 102', comparado com o ciclo médio a tardio dos outros materiais testados, pode ter influenciado o rendimento de grãos e o tipo de resposta ao nitrogênio. No entanto, Borrell et al. (1998) obtiveram, na Austrália, maior rendimento e maior resposta ao N com um material precoce do que com um tardio.

A eficiência de utilização de nitrogênio, calculada para a maior dose do nutriente aplicado, foi semelhante para os três materiais no primeiro ano de ensaio, mas foi menor para o 'IAC 104' no segundo ano (TABELA 1). Não se encontrou explicação para a diferença de desempenho deste cultivar no ensaio no ano agrícola 1998/99. Os índices de eficiência medidos pelo critério adotado neste texto, diminuem com o aumento da dose de N. Os valores de E_N observados para a dose de

50 kg ha⁻¹ de N variaram de 25 a 40 quilogramas de grãos por quilograma de N aplicado (kg kg⁻¹ de N), compatíveis com os obtidos por Sharma & Sharma (1999) para materiais de arroz irrigado e adubados com 60 kg ha⁻¹ de N. Por outro lado, Fageria & Barbosa Filho (1982) observaram valores de E_N que variaram de 1 a 67 kg kg⁻¹ de N entre os 60 materiais testados. Os valores observados no presente trabalho estão na faixa dos índices E_N dos materiais responsivos a N obtidos por estes últimos autores. Quando se estimou a E_N , com base na metodologia do trabalho de Lopes et al. (1995a, b) que utiliza a produtividade de máxima eficiência técnica (MET), em vez da produtividade obtida com a maior dose empregada, os valores de E_N foram subestimados pois as doses de N para MET foram superiores à dose máxima estudada (150 kg kg⁻¹ de N). Os valores das doses de N para máxima eficiência técnica (MET) variaram de 170 para o 'IAC 104', a 192 para o 'IAC 101'.

Houve variabilidade entre os genótipos de arroz para a massa de 1000 grãos, comprimento da panícula, número de grãos por panícula e fertilidade das espiguetas (TABELAS 2, 3, 4 e 5). O cultivar IAC 101 apresentou massa de 1000 grãos significativamente maior do que o 'IAC 102' e o 'IAC 104', independente da dose de nitrogênio aplicada. Em todas as doses de nitrogênio o 'IAC 102' mostrou um valor significativamente maior para a massa de 1000 grãos do que o 'IAC 104'. Somente no primeiro ano (1997/98) os cultivares IAC 101 e IAC 104 apresentaram respostas significativas à aplicação de nitrogênio, embora de pequena magnitude. Andrade et al. (1992) também não observaram efeito de N sobre a massa de 1000 grãos em dois cultivares de arroz no Estado do Rio de Janeiro.

TABELA 1 - Produtividade de grãos em casca de cultivares de arroz irrigado, dentro de cada dose de nitrogênio e de cada cultivar, com análises individuais para os anos de 1997/98 e 1998/99, e eficiência de utilização de nitrogênio para a dose de 150 kg ha⁻¹.

Cultivar	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				R ²	E _N
	0	50	100	150		
	----- kg ha ⁻¹ -----					kg grãos kg ⁻¹ N
Ano 1997/98 ⁽¹⁾						
IAC 101	5940 a ⁽²⁾	7926 a	9148 a	9291 a	Q ⁽³⁾	0,99*
IAC 102	4379 b	6170 b	6125 b	8372 b	L	0,89*
IAC 104	6017 a	7749 a	9103 a	9661 a	Q	0,99*
Ano 1998/99 ⁽¹⁾						
IAC 101	3786 a	5714 a	7491 a	8153 a	Q	0,99*
IAC 102	2747 b	3991 b	5481 c	6834 b	L	0,99*
IAC 104	4013 a	5429 a	6647 b	6900 b	Q	0,99*
Média Geral	4480	6163	7332	8191	Q	0,99*

⁽¹⁾1997/98 C.V. = 6,3 %; Δ Tukey 5% = 870 kg ha⁻¹ (entre cultivares, dentro de dose de N)

1998/99 C.V. = 8,3 %; Δ Tukey 5% = 819 kg ha⁻¹ (entre cultivares, dentro de dose de N)

⁽²⁾ Médias para os cultivares seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente (Tukey, 5%).

⁽³⁾ L e Q: Efeitos de nitrogênio, linear e quadrático significativos (teste t, 5%).

TABELA 2 - Massa de 1.000 grãos de cultivares de arroz irrigado, dentro de cada dose de nitrogênio, em duas safras. Mococa, SP.

Cultivar	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Média	R ²	
	0	50	100	150			
----- g -----							
Ano 1997/98							
IAC 101	35 a ⁽¹⁾	36 a	35 a	37 a	L ⁽²⁾	36 a	0,56
IAC 102	28 b	28 b	28 b	29 b	ns	28 b	—
IAC 104	26 c	27 c	27 c	28 c	L	27 c	0,89
Média	30	30	30	31	L	30	0,92
Ano 1998/99							
IAC 101	34 a	32 a	36 a	35 a	ns	34 a	—
IAC 102	30 b	31 a	31 b	30 b	ns	30 b	—
IAC 104	26 c	26 b	27 c	26 c	ns	26 c	—
Média	30	29	31	30	ns	30	—
Média geral	30	30	31	31	ns	30	—

1997/98 C.V. = 2,2 %; Δ Tukey 5% = 1,0 g; 1998/99 C.V. = 7,3 %; Δ Tukey 5% = 4,0 g

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente (Tukey, 5%).

⁽²⁾ns e L: Efeitos de nitrogênio, não significativo e linear significativo (teste t, 5%).

TABELA 3 - Comprimento da panícula de cultivares de arroz irrigado, dentro de cada dose de nitrogênio. Médias de duas safras. Mococa, SP.

Cultivar	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Média	R ²	
	0	50	100	150			
----- cm -----							
IAC 101	21,2 a ⁽¹⁾	21,7 b	22,2 b	22,7 b	L ⁽²⁾	21,9 b	0,95
IAC 102	22,3 a	23,1 a	23,9 a	24,7 a	L	23,5 a	0,93
IAC 104	22,3 a	22,9 ab	23,5 a	24,2 a	L	23,2 a	0,92
Média	21,9	22,5	23,2	23,8	L	23	0,95

C.V. = 2,1 %; Δ Tukey 5% = 1,3 cm

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente (Tukey, 5%).

⁽²⁾L: Efeito linear significativo de nitrogênio (teste t, 5%).

TABELA 4 - Número de espiguetas por panícula de cultivares de arroz irrigado, dentro de cada dose de nitrogênio. Médias de duas safras. Mococa, SP.

Cultivar	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Média	R ²	
	0	50	100	150			
IAC 101	79 b ⁽¹⁾	82 b	96 c	97 b	L ⁽²⁾	89 c	0,88
IAC 102	89 b	102 a	110 b	118 a	L	105 b	0,99
IAC 104	109 a	111 a	124 a	115 a	Q	115 a	0,95
Média	93	100	105	110	L	103	0,90

C.V. = 7,2 %; Δ Tukey 5% = 13 espiguetas

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente (Tukey, 5%).

⁽²⁾L e Q: Efeitos de nitrogênio, linear e quadrático significativo (teste t, 5%).

TABELA 5 - Índice de fertilidade das espiguetas de cultivares de arroz irrigado dentro de cada dose de nitrogênio. Médias de duas safras. Mococa, SP.

Cultivar	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Média	R ²	
	0	50	100	150			
----- % -----							
IAC 101	84 b ⁽¹⁾	81 b	81 b	85 b	ns ⁽²⁾	83 b	—
IAC 102	89 a	91 a	91 a	92 a	ns	91 a	—
IAC 104	77 c	81 b	82 b	77 c	ns	79 c	—
Média	83	84	85	85	ns	84	—

C.V. = 3,3 %; Δ Tukey 5% = 5,0%

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente (Tukey, 5%).

⁽²⁾ns: Efeito não significativo de nitrogênio (teste t, 5%).

TABELA 6 - Renda no benefício de cultivares de arroz irrigado dentro de cada dose de nitrogênio. Médias de duas safras. Mococa, SP.

Cultivar	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)				Média	R ²
	0	50	100	150		
	----- % -----				%	
IAC 101	67 b ⁽¹⁾	67 b	65 b	67 b	ns ⁽²⁾	66 b
IAC 102	70 a	70 a	70 a	69 ab	Q	70 a
IAC 104	70 a	71 a	71 a	71 a	ns	71 a
Média	69	69	69	69	ns	69

C.V. = 2,3%; Δ Tukey 5% = 2,9%

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente (Tukey, 5%).

⁽²⁾ ns e Q: Efeitos de nitrogênio não significativo e quadrático significativo (teste t, 5%).

De modo geral o cultivar IAC 101 apresentou menor comprimento das panículas do que os demais, sendo que o 'IAC 102' e o 'IAC 104' mostraram-se semelhantes quanto a esta característica. Todos os cultivares de arroz apresentaram respostas lineares para o comprimento de panícula, significativas a 5% pelo teste t, para a aplicação do adubo nitrogenado (TABELA 3).

O cultivar IAC 101 apresentou menor número de espiguetas por panícula do que os demais e o 'IAC 102' mostrou valor médio significativamente inferior ao do 'IAC 104', independente da dose de nitrogênio aplicada (TABELA 4). Houve resposta significativa de todos os cultivares ao nitrogênio para essa característica. As respostas para o 'IAC 101' e para o 'IAC 102' foram lineares. Isso indica que o número de espiguetas por panícula, desses genótipos, deverá aumentar com doses de nitrogênio maiores do que as aplicadas. Para o 'IAC 104' verificou-se resposta quadrática, o que permitiu estimar a dose média de máxima eficiência técnica (MET) em 166 kg ha⁻¹ de N, o que corresponde a 115 espiguetas por panícula.

O cultivar de arroz IAC 102 apresentou índices de fertilidade das espiguetas significativamente maiores do que o 'IAC 101' e o 'IAC 104'. Por outro lado, nenhum dos cultivares respondeu ao nitrogênio, em relação à fertilidade das espiguetas (TABELA 5).

A renda no benefício dos três genótipos foi pouco afetada pela adubação nitrogenada (TABELA 6), de modo semelhante ao observado por Silva & Brandão (1987) e por Andrade et al. (1992), que testaram, em cada caso, cultivares distintos, em números de seis e dois, respectivamente. A renda no benefício do cultivar IAC 101 foi menor do que a obtida para os cultivares 'IAC 102' e 'IAC 104' (TABELA 6); no entanto, a produtividade de grãos do 'IAC 101' foi, em média, maior do que a dos outros dois materiais (TABELA 1).

O cultivar IAC 101 foi o único que teve o rendimento de grãos inteiros positivamente afetado pela aplicação de nitrogênio: a porcentagem de grãos inteiros passou de 34 para 42%, com um aumento linear com o incremento das doses de N de 0 para 150 kg ha⁻¹. Para os cultivares IAC 102 e IAC 104 praticamente não houve efeito da adubação nitrogenada sobre o rendimento de

grãos inteiros, que foram, em média, de 39% para o 'IAC 102' e 55% para o 'IAC 104' (dados não apresentados). Os rendimentos de grãos inteiros dos cultivares IAC 101 e IAC 102, geralmente menores que 40%, foram relativamente baixos, comparados com os valores relatados para outros cultivares por Silva & Brandão (1987) e Andrade et al. (1992). Silva & Brandão (1987), estudando seis cultivares de arroz, observaram efeito positivo da aplicação de N sobre o rendimento de grãos inteiros apenas para o cultivar IR-665; efeito negativo para o cultivar De Abril e, para os demais, as doses de N não tiveram efeito sobre essa característica. Seetanun & De Datta (1973) também notaram um aumento no rendimento de grãos inteiros com a aplicação de N. Por outro lado, o trabalho de Andrade et al. (1992) não mostrou influência da adubação nitrogenada sobre o rendimento de grãos inteiros de dois cultivares de arroz. Esses dados sugerem que o efeito da aplicação de N sobre o rendimento de grãos inteiros não é constante e, provavelmente, depende do cultivar e dos fatores ambientais.

O 'IAC 104' mostrou rendimentos de grãos inteiros significativamente superiores aos dos cultivares IAC 101 e IAC 102, para quaisquer das doses de N, indicando que o primeiro apresenta grãos com maior resistência à quebra no processo de descascamento, uma importante característica do ponto de vista comercial. Assim, o cultivar IAC 104, que mostrou produtividade de grãos intermediária na média dos dois anos, foi o genótipo que tendeu a apresentar o melhor rendimento de grãos inteiros por unidade de área, ao passo que o 'IAC 101', mais produtivo e responsivo ao N (TABELA 1), mostrou-se deficiente para essa característica e só atingiu o rendimento de grãos inteiros por unidade de área obtido com o 'IAC 104', quando se aplicou a maior dose de N (Figura 1).

A produtividade de grãos se correlacionou positivamente com o comprimento da panícula para os genótipos de arroz IAC 101, IAC 102 e IAC 104. O comprimento da panícula também se correlacionou com o número de espiguetas por panícula para os genótipos estudados (TABELA 7). O genótipo de arroz IAC 102 apresentou os maiores valores de correlação e o 'IAC 104' os menores.

TABELA 7 - Correlações lineares simples, a 5% pelo teste t, entre as características produtividade de grãos (PG), fertilidade das espiguetas (FE), comprimento da panícula (CP), massa de 1000 grãos (MG) e número de espiguetas por panícula (NEP), de cada cultivar de arroz irrigado, em duas safras. Mococa, SP.

Variável	Cultivar	FE	CP	MG	NEP
PG	IAC 101	ns ¹	0,70* ¹	ns	0,71*
	IAC 102	ns	0,85*	ns	0,66*
	IAC 104	0,45*	0,65*	0,65*	ns
FE	IAC 101	—	ns	ns	ns
	IAC 102	—	ns	ns	ns
	IAC 104	—	0,46*	ns	ns
CP	IAC 101	—	—	0,59*	0,71*
	IAC 102	—	—	ns	0,78*
	IAC 104	—	—	0,41*	0,62*
MG	IAC 101	—	—	—	ns
	IAC 102	—	—	—	ns
	IAC 104	—	—	—	ns

¹significância dos coeficientes de correlação (teste t, 5%): ns = não significativo; * = significativo.

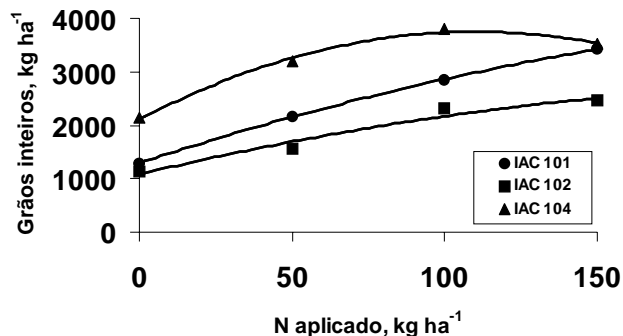


Figura 1 - Produção de grãos inteiros de três cultivares de arroz em função da aplicação de nitrogênio. Dados do ano 1998/99.

Considerando-se os preços por tonelada do arroz em casca de 250 reais e o da uréia de 490 reais, as doses que proporcionariam o maior retorno econômico por unidade de área seriam de 124 e 175 kg ha⁻¹ de N para o 'IAC 101' e de 141 e 161 kg ha⁻¹ de N para o 'IAC 104', respectivamente para as safras 1997/98 e 1998/99. Na média dos dois anos de cultivo, esses valores seriam de 145 e 151 kg ha⁻¹ de N para o 'IAC 101' e 'IAC 104', respectivamente. Para o 'IAC 102', as respostas à aplicação de N foram lineares nos dois anos e, como os coeficientes lineares das equações ajustadas (23,9 e 27,5 kg de arroz por kg de N aplicado) foram maiores do que a relação de preços entre o nitrogênio e o arroz, a recomendação do fertilizante para esse caso deve ser a dose máxima testada (150 kg ha⁻¹ de N). Assim, embora

os três materiais estudados não tenham respondido da mesma forma à adubação nitrogenada e tenham apresentando patamares de rendimento diferentes, a recomendação de N para os três materiais é bastante similar, situando-se em torno de 150 kg ha⁻¹ de N.

Mesmo considerando-se uma depreciação de 20% no preço do arroz em casca dos cultivares IAC 101 e IAC 102, devido à maior porcentagem de grãos quebrados, as doses mais econômicas seriam pouco afetadas: 141 kg ha⁻¹ de N para o 'IAC 101' e os mesmos 150 kg ha⁻¹ de N para o 'IAC 102', em razão dos grandes incrementos de rendimentos observados em função da adubação nitrogenada. Os dados obtidos indicam que respostas econômicas ainda maiores seriam possíveis, especialmente para o 'IAC 102', mas esse assunto merece novos estudos.

Mesmo em altas doses de N, não houve ocorrência de brusone e nem de acamamento. Deste modo, ficou comprovada a hipótese do trabalho de que houve variabilidade entre os cultivares de arroz estudados, quanto a resposta ao nitrogênio, com relação ao rendimento de grãos, a alguns componentes de rendimento e ao comprimento da panícula e que o manejo racional desse nutriente pode levar ao aumento no rendimento líquido dos grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, W.E.B.; AMORIM NETO, S.; FERNANDES, G.M.B.; OLIVEIRA, H.de F. Épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz irrigado na Região Norte Fluminense. **Lavoura Arrozeira**, v.45, p.14-17, 1992.
- BORRELL, A.K.; GARSIDE, A.L.; FUKAI, S.; REID, D.J. Season and plant type affect the response of rice yield to nitrogen fertilization in a semi-arid tropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.49, p.179-190, 1998.
- BROWN, J.C.; JONES, W.E. Fitting plant nutritionally to soil: I. Soybeans. **Agronomy Journal**, v.69, p.399-404, 1997.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Programa de frijol**. Cali: CIAT, 1978. p.12-13. (Informativo Anual 1978).
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1957.
- Embrapa Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- EVANS, L.T. Storage capacity as a limitation on grain yield. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Rice breeding**. Los Banos: IRRI, 1972. p.499-511.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação de cultivares de arroz para a maior eficiência de absorção de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.16, p.772-782, 1981.
- FAGERIA, N.K.; BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado para a maior eficiência de utilização de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.1709-1712, 1982.
- LOPES, S.I.G.; LOPES, M.S.; MACEDO, V.R.M. Curva de resposta à aplicação de nitrogênio para a cultivar IRGA 416 e três linhagens. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., Porto Alegre, 1995. **Anais**. Porto Alegre: IRGA, 1995a. p.167-168.

- LOPES, S.I.G.; LOPES, M.S.; MACEDO, V.R.M.; GIORGI, I.U.; TOMAZZI, D.J. Curva de resposta à aplicação de nitrogênio nas cultivares IRGA 416 e Colombiano. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., Porto Alegre, 1995. **Anais**. Porto Alegre: IRGA, 1995b. p.161-163.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- SEETANUN, W.; DE DATTA, S.K. Grain yield, milling quality, and seed viability of rice as influenced by time of nitrogen application and time of harvest. **Agronomy Journal**, v.63, p.390-394, 1973.
- SHARMA, D.K.; SHARMA, D.R. Sustainable use of poor quality water with proper scheduling of irrigation and nitrogen levels for a rice crop. **Water Science and Technology**, v.40, p.111-114, 1999.
- SILVA, P.S.L.; BRANDÃO, S.S. Rendimento no beneficiamento e translucidez de grãos de cultivares de arroz em função de níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, p.943-949, 1987.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269p.
- ZAFFARONI, E.A.; BEVILAQUA, G.A.P.; ROBAINA, A.D.; SILVA FILHO, P.M.; LOPES, R. Influência de componentes de rendimento na produção de nove genótipos de arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., Porto Alegre, 1995. **Anais**. Porto Alegre: IRGA, 1995. p.113-116.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.; SILVEIRA JR., P. **Sistema de análise estatística para microcomputadores**: manual de utilização. 2.ed. Pelotas: UFPel, 1987. 177p.

Recebido em 24.04.00