

Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em dois cultivares de arroz com irrigação suplementar

Monica Bernardo Neves¹, Salatiér Buzetti^{1*}, Orivaldo Arf² e Marco Eustáquio de Sá²

¹Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos-Feis, Universidade Estadual Paulista, C.P. 31, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socioeconomia da Feis/Unesp. C.P. 31, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: sbuzetti@agr.feis.unesp.br

RESUMO. O nitrogênio é o elemento mais extraído pela cultura do arroz e, embora tal extração possa superar 100kg ha⁻¹, nem sempre há resposta à sua aplicação. O trabalho foi conduzido em Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, com irrigação por aspersão através de um sistema pivot central, e a quantidade de água aplicada realizou-se de acordo com as necessidades da cultura. Foram utilizados os cultivares Carajás e IAC – 202 e 4 doses de N (uréia) em cobertura (0, 40, 80 e 160kg ha⁻¹ de N) em duas épocas (aos 30 e/ou 50 dias após a germinação). Foi aplicada uma dose fixa de 20kg ha⁻¹ de N na semeadura, além de um tratamento testemunha absoluta que não recebeu N. A maior produtividade de grãos foi obtida quando se aplicou 20kg ha⁻¹ de N na semeadura e duas coberturas de 40kg ha⁻¹ aos 30 e 50 dias após a germinação.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., arroz, nitrogênio, cultivares, produtividade, qualidade de sementes.

ABSTRACT. Doses and periods of sidedressing nitrogen application in two rice cultivars under sprinkle irrigation. Nitrogen is the most extracted element by rice crop. Although it can exceed 100kg ha⁻¹, there is not always a response for its application. This study was carried out in field conditions, in a Dark Red Latosol, loamy texture. A center-pivot system applying water was used according to the necessity of the crop. Two rice cultivars: *Carajás* and *IAC – 202*, 4 doses of N (urea) (0, 40, 80 and 160kg ha⁻¹ of N) at sidedressing in two periods (30 and/or 50 days after plant emergency) were used. A fixed dose of 20kg ha⁻¹ of N was applied at sowing, and a control treatment did not receive nitrogen application. The higher yield was reached with 20kg ha⁻¹ N at sowing and 40kg ha⁻¹ N at 30 and 50 days after plant germination.

Key words: *Oryza sativa* L., rice, nitrogen, cultivar, yield, quality of seeds.

Introdução

O arroz é um dos alimentos mais consumidos mundialmente, sendo elemento básico na alimentação da maioria dos povos. Dentre as culturas anuais no Brasil, o arroz ocupa posição de destaque, do ponto de vista econômico e social. É um dos alimentos tradicionais da dieta da população brasileira, sendo uma das principais fontes de energia alimentar. Grande parte da produção brasileira de arroz irrigado advém do Estado do Rio Grande do Sul, concentrando-se, principalmente, na metade Sul do Estado. Porém, essa região vem enfrentando dificuldades econômicas e sociais nos últimos anos, devido à infestação de plantas invasoras nas lavouras, pragas, à ocorrência de doenças, que acabam afetando a produtividade do arroz.

O cultivo de cultivares de arroz de sequeiro, irrigados por aspersão, apresenta-se como uma opção de cultivo para minimizar esses problemas. Esses

cultivares são altamente produtivos, mais eficientes no uso da água quando comparados aos cultivares irrigados por inundação; possuem porte baixo, folhas curtas e eretas e ciclo de desenvolvimento reduzido. Essas características possibilitam um adensamento das linhas de cultivo e o uso das lavouras para mais de um cultivo anual durante o verão, mas resultam em maiores necessidades de nutrientes pelas plantas (Stone e Pereira, 1994).

A cultura do arroz, assim como a maioria das culturas, tem no nitrogênio o nutriente mais absorvido. Além da alta exigência, o parcelamento se faz necessário, devido à sua facilidade de lixiviação no solo. Assim, Fageria e Wilcox (1977) verificaram que a dose de 50kg ha⁻¹ proporcionou a maior massa seca da parte aérea. O nitrogênio, em função de suas transformações no solo, tem proporcionado resultados divergentes em relação à sua época de aplicação (Souza *et al.*, 2001). Em função da sua grande mobilidade no solo,

possibilitando perdas por lixiviação, é regra geral o parcelamento da adubação nitrogenada, aplicando uma pequena dose na semeadura e a quase totalidade em duas coberturas, realizadas aos 30 e 45 dias após a emergência das plantas (Yamada, 1996, citado por Souza *et al.*, 2001).

Brandão (1974) afirmou que o nitrogênio promove melhor desenvolvimento da planta de arroz, resultando em aumento da produção de palha e de grãos. Uma grande parte do nitrogênio absorvido desempenha papel importante na formação dos órgãos reprodutivos e dos grãos. Segundo Malavolta (1981), o nitrogênio estimula o crescimento do sistema radicular do arroz, tem efeito marcante no perfilhamento, aumenta o número de espiguetas por panícula e a percentagem de proteína nos grãos. Contudo a resposta do arroz ao nitrogênio varia grandemente com o tipo de planta, clima, manejo de água e propriedades do solo (Fageria e Wilcox, 1977).

Coelho (1976), em experimento testando os efeitos de água disponível no solo (30%, 50% e 70%) e doses crescentes de N (0, 30, 60 e 90kg ha⁻¹) aplicadas 1/3 na semeadura e o restante aos 70 dias, verificou que o N não influenciou a produtividade de grãos, o número de espiguetas e os grãos cheios por panícula. Campello Junior (1985) verificou aumento na quantidade de matéria seca produzida e de grãos. Steinmetz *et al.* (1994), trabalhando com as doses de 0, 60 e 90kg ha⁻¹ de N, observaram efeito marcante do N nos parâmetros avaliados (índice de área foliar e matéria seca total dos diferentes órgãos da parte aérea, radiação solar incidente, refletida e transmitida), principalmente quando se compararam as doses 0 e 90kg ha⁻¹. Arf *et al.* (1994) verificaram efeitos diferenciados para cultivares (Araguaia, Guarani e Rio Paranaíba) nos parâmetros acamamento, número de sementes chochas/panícula, rendimento de benefício e de inteiros, grãos quebrados e % de N nos grãos brunidos, mediante a utilização de 0, 30, 60 e 90kg ha⁻¹ de N, aplicado em cobertura, em solo da região de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul. Já para as doses do nutriente, houve aumento na altura das plantas e massa hectolétrica. Sá *et al.* (1994), estudando épocas de aplicação de N (20, 35 e 50 dias após a emergência das plantas) em três cultivares, na mesma região, não verificaram efeito do parcelamento quando utilizaram 40kg ha⁻¹ de N (efeito parcelamento), entretanto houve efeito diferenciado entre os cultivares para vários parâmetros avaliados. Lopes *et al.* (1993) verificaram resposta positiva no rendimento de grãos, na estatura de plantas e no número de grãos por panícula, com o aumento das doses de nitrogênio aplicadas. Quanto à época de aplicação, verificou-se apenas uma tendência de melhores resultados quando todo adubo nitrogenado foi aplicado na fase de início do perfilhamento. No

rendimento de grãos, verificaram um incremento na ordem de 14,3kg por unidade de nitrogênio aplicado. Apesar da resposta não ter sido muito grande, o incremento de produtividade de grãos obtida foi economicamente viável, utilizando a dose máxima de 120kg ha⁻¹ de N, com aumento de 1700kg ha⁻¹ de arroz em casca.

Segundo Perpétuo *et al.* (1989), estudando época de aplicação do nitrogênio e seu efeito sobre a produtividade do arroz irrigado, considerando a sua influência nas características biométricas da planta e dos grãos e na produtividade de grãos de arroz, concluíram que a época mais adequada de aplicação do nitrogênio foi metade da dose na semeadura, junto com P e K, e o restante no primórdio da panícula.

Stone *et al.* (1979), estudando a deficiência hídrica e a resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao nitrogênio (0, 30, 60 e 90kg ha⁻¹), verificaram que não houve influência significativa da adubação nitrogenada sobre o número de panículas por metro quadrado, sobre o número de grãos cheios por panícula e sobre a massa de 100 grãos, obtendo respostas significativas e positivas da produtividade de grãos à adubação nitrogenada com 60kg ha⁻¹ de N, quando o conteúdo de água no solo não foi limitante. Estudando a resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, à adubação nitrogenada e às condições hídricas do solo, Stone e Silva (1998) observaram que a melhor dose de N para adubação do arroz de sequeiro, semeado a 50cm entrelinhas, foi de 40kg ha⁻¹. Verificaram também que a adubação nitrogenada não mostrou resultados significativos em relação à produtividade e seus componentes; entre esses, apenas o número de panículas por m² foi afetado significativamente pela adubação, apresentando menor valor na ausência de N; concluíram, assim, que o nitrogênio estimula o perfilhamento, aumentando o número de panículas por área.

Santos *et al.* (1986), estudando épocas, modos de aplicação e níveis de nitrogênio sobre a incidência de brusone e produção de arroz de sequeiro, verificaram que o nitrogênio, quando aplicado em diferentes níveis, na semeadura, aumentou linearmente a intensidade de brusone nas folhas e no pescoço da panícula, o número de perfilhos e de panículas por m² e reduziu a massa de 100 grãos e o número de grãos cheios por panícula. Observaram também que o parcelamento de nitrogênio ou a aplicação de N por ocasião da diferenciação do primórdio floral aumentou significativamente a produtividade de grãos, em condições adequadas de disponibilidade de água. Quando em condições menos severas de deficiência hídrica, a resposta à produção de grãos foi quadrática, quando o fertilizante foi aplicado por ocasião da diferenciação do primórdio floral, obtendo-se maior produtividade com 35kg ha⁻¹ de N. A adubação nitrogenada

diminuiu a produtividade de grãos quando aplicada 2/3 em cobertura, por ocasião da diferenciação do primórdio floral, com estiagem prolongada.

Andrade e Amorim Neto (1996) verificaram aumentos na produtividade de grãos, na massa de plantas, no número de perfilhos, no número de panículas m^{-2} e por grãos cheios panícula⁻¹. O aumento da produtividade de grãos foi quadrático em relação às doses de N aplicadas (0, 40, 80, 120 ou 160kg ha⁻¹ de N).

Lopes *et al.* (1996), trabalhando com cultivares e linhagens de arroz em Cachoeirinha, Estado do Rio Grande do Sul, verificaram que as doses de N (0, 30, 60, 90, 120 e 150kg ha⁻¹), aplicadas 50% por ocasião do perfilhamento e o restante na iniciação floral, proporcionaram aumentos de produtividade somente para um cultivar, no primeiro ano. No segundo ano, com condições climáticas mais favoráveis, houve aumento de produtividade de ambos cultivares e linhagens com as doses de N.

Taher *et al.* (1987) observaram aumentos na produtividade de grãos com aplicação de N e P: o nitrogênio por aumentar o número de panículas e o P, a massa de 1000 grãos.

Para o arroz de sequeiro favorecido (com irrigação suplementar), é de se esperar que maiores quantidades do elemento propiciem maiores produtividades, tendo em vista que o N aumenta o número de perfilhos, o número e o tamanho dos grãos; entretanto, mal manejado, estimula o crescimento das plantas em detrimento à produção. Como é possível ser lixiviado, parcelamentos, aplicando-se o elemento antes das fases do perfilhamento e/ou antes da fase da iniciação da panícula, poderão propiciar ganhos marcantes de produtividade, quando se utilizam de cultivares resistentes ao acamamento e ao brusone. A utilização de maiores doses de N e a possibilidade de perdas desse nutriente, o seu elevado custo e a necessidade de aumento de produtividade têm propiciado o interesse de pesquisas em nutrição do arroz de sequeiro na tentativa de determinar a dose adequada de N nessa cultura. Em assim sendo, o presente ensaio visou estudar doses e parcelamento

de N em dois cultivares de arroz cultivados em solo anteriormente recoberto por vegetação de cerrado e com irrigação suplementar.

Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido, em condições de campo, em um Latossolo Vermelho Escuro álico, textura argilosa, segundo Demattê (1980), e classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico (Embrapa, 1999), anteriormente ocupado por vegetação de cerrado. O fornecimento de água foi realizado através de um sistema de pivot central e a quantidade de água foi aplicada de acordo com as exigências da cultura, observando-se principalmente o atendimento nos estádios de maior exigência, utilizando os cultivares Carajás e IAC - 202. A área onde foi realizado o experimento localiza-se na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Unesp, Câmpus de Ilha Solteira, situada no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, apresentando as seguintes coordenadas geográficas: 51° 22' de longitude Oeste de Gr. e 20° 22' de latitude Sul, com altitude de 335m. A precipitação, a temperatura, e a umidade relativa médias anuais são de aproximadamente 1370mm, 23,5°C; 70 a 80%, respectivamente.

O preparo do solo foi realizado com aração e gradagem. Foi feita aplicação de herbicida, adubação de semeadura para P e K e tratamentos culturais, sendo essas práticas constantes a todos os tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em um esquema fatorial 8x2 (8 tratamentos x 2 cultivares) com 4 repetições. As parcelas foram constituídas de 6 linhas espaçadas de 0,40m por 5m de comprimento, semeando-se 120 sementes viáveis m^{-2} . Os tratamentos foram constituídos de 4 doses de N (uréia) em cobertura (0, 40, 80 e 160kg ha⁻¹ de N) em duas épocas (aos 30 e/ou 50 dias após a emergência das plantas), nos dois cultivares, sendo aplicada uma dose fixa de 20kg ha⁻¹ de N na semeadura, além de um tratamento testemunha absoluta, o qual não recebeu o elemento, conforme consta na Tabela 1.

Tabela 1. Médias, teste de Tukey e coeficientes de variação referentes aos tratamentos e aos cultivares Carajás (♠) e IAC-202 (♣) para a massa seca da parte aérea (MS), nitrogênio foliar (Nf), número de panícula por m^2 (p m^2).

Semeadura	Tratamentos *		MS-g m^{-1}	Avaliações		
	1.ª cober tura	2.ª cobertura		Nf-g kg^{-1}	p m^2	
-	-	-	95,80 b	28,51	165,25	
20	-	-	138,5 ab	28,18	175,62	
20	40	-	165,0 ab	28,67	190,75	
20	-	40	144,8 ab	31,05	200,38	
20	40	40	168,8 a	30,68	198,00	
20	80	-	147,6 ab	30,86	192,75	
20	-	80	148,8 ab	32,70	201,25	
20	80	80	160,2 ab	32,18	206,12	
Médias			162,62A ¹	30,72A ¹	30,00A ²	195,56A ¹
			129,80B ²			190,97A ²

C.V. (%)	22,21	6,75	10,47
----------	-------	------	-------

*kg ha⁻¹ de N na semeadura, aos 30 e 50 dias após a germinação (1.^o e 2.^o coberturas, respectivamente). Médias seguidas por letras iguais minúsculas na coluna, e maiúsculas na linha, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Foram realizadas as seguintes avaliações: **massa de matéria seca da parte aérea**, obtida amostrando 1m de sulco dentro de cada parcela na época da coleta de material para avaliação do estado nutricional, sendo essas amostras secas e pesadas; **avaliação do estado nutricional da cultura**, para tal análise, foram coletadas 50 folhas bandeira no florescimento, as quais foram secas e moídas; **N total no solo**, analisado segundo Bremner (1996), usando o método Kjeldahl, com a digestão da amostra para converter o N total em N-amoniaco e a posterior quantificação deste, e N mineral (Mulvaney, 1996) com extração do elemento com KCl e posterior destilação. Foram tomadas 10 amostras simples, perfazendo uma amostra composta por parcela, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30cm, retiradas na época da coleta de folhas; **número de panículas m⁻²**, contando-se as panículas em 1m² da área útil da parcela; **número de grãos por panícula**, sendo determinado através da contagem do número de grãos cheios e chochos em 10 panículas, as quais foram coletadas aleatoriamente dentro da área útil; **massa de 100 grãos**, determinada através da coleta ao acaso e pesagem de 2 amostras de 100 grãos de cada parcela (13% base úmida); **produtividade de grãos** (kg ha⁻¹), colhendo-se 5m dentro da área útil de cada parcela, seguida de trilhagem. Os grãos obtidos foram pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% base úmida); **massa hectolétrica**, realizado em balança específica, com o teor de água corrigido para 13% (base úmida), utilizando-se 2 subamostras por parcela, totalizando oito subamostras por tratamento; componentes do rendimento de engenho, realizado pela retirada de uma amostra de 100g de arroz em casca, colocada em engenho de prova Suzuki, modelo MT, por 1 minuto; pesando-se os grãos brunidos e considerando-se como rendimento benefício, em porcentagem. Posteriormente os grãos brunidos foram colocados no “trieur” número 2, sendo processada a separação em meio minuto; em seguida, foram pesados os grãos que permaneceram no “trieur” e o valor encontrado foi considerado rendimento de inteiros e os demais, grãos quebrados, expressos em porcentagem.

Resultados e discussão

Com relação à massa seca da parte aérea, ao nitrogênio foliar e ao número de panículas m⁻², constam na Tabela 1, as médias e o teste de Tukey, em que se verifica o efeito dos tratamentos e de cultivares para a massa seca da parte aérea. O cultivar Carajás apresentou o maior valor e mostrou-se superior estatisticamente ao cultivar IAC - 202,

demonstrando assim um maior desenvolvimento desse cultivar até o momento da amostragem. No teste de comparação de médias, a testemunha absoluta (sem aplicação de N) foi estatisticamente inferior apenas ao tratamento 20-40-40 (20kg ha⁻¹ de N na semeadura, 40kg ha⁻¹ de N aos 30 dias e repetido aos 50 dias após a emergência das plantas), caracterizando assim a importância da aplicação de pelo menos 20kg ha⁻¹ de N na semeadura, o que já seria suficiente para o bom desenvolvimento desses dois cultivares. A resposta no desenvolvimento dos cultivares à aplicação de N também é citada por Brandão (1974), Fageria e Wilcox (1977), Campello Jr. (1985), Steinmetz *et al.* (1994) e Andrade e Amorim Neto (1996). Em relação à época de aplicação do nutriente, não foi verificado efeito, tampouco em relação às doses. Lopes *et al.* (1993) obtiveram efeito das doses de N, mas não em relação à época de aplicação. Isso mostra que as doses ou as épocas de aplicação de N não influenciaram esse parâmetro e que a diferença entre os cultivares é indicativa das características próprias de cada cultivar.

Em relação à concentração de nitrogênio, não se verificou efeito de cultivar tampouco para tratamentos. Ressalta-se que no presente caso, em todos os tratamentos, a cultura se mostrou com um bom estado nutricional, estando dentro da faixa de 27 a 35g kg⁻¹, como citado em Raij *et al.* (1996) e Malavolta *et al.* (1997). O número de panículas m⁻² foi semelhante entre os cultivares. Também não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos. Assim, Stone *et al.* (1979), Santos *et al.* (1986), Stone e Silva (1998) não observaram efeito do N no número de panículas m⁻², porém Andrade e Amorim Neto (1996) e Taher *et al.* (1987) verificaram incrementos no parâmetro com a aplicação de N. No presente caso, o N não surtiu efeito devido, provavelmente, ao fato que o solo forneceu quantidade não limitante para afetar o número de panículas m⁻², evidenciado pelo estado nutricional da cultura.

Na Tabela 2, constam as médias e teste de Tukey para cultivares e tratamentos com N referentes ao número de grãos cheios, ao número de grãos chochos, aos grãos inteiros, aos grãos brunidos e aos grãos quebrados. Em relação aos grãos cheios e aos grãos chochos, houve apenas efeito de cultivar, em que o IAC - 202 proporcionou maior número de grãos cheios e de grãos chochos, em relação ao cultivar Carajás. Para grãos inteiros, não houve efeito de tratamentos com N e cultivares. Para grãos brunidos e quebrados, houve apenas efeito para cultivares em que o Carajás apresentou maiores médias quando comparado ao IAC - 202. Malavolta (1981) citou o efeito do N no número de espiguetas por panícula e Coelho (1976) verificou

aumentos no número de espiguetas por panículas, assim como no número de grãos cheios, com a aplicação do N, o mesmo ocorrendo nos trabalhos de Lopes *et al.* (1993) em relação ao número de grãos por panícula e de Andrade e Amorim Neto (1996) para grãos cheios por panícula. Por outro lado, Santos *et al.* (1986), aplicando o N na semeadura, verificaram redução no número de grãos cheios por panícula e Stone *et al.* (1979) não verificaram efeito no número de grãos cheios por panícula quando doses de N foram testadas. As diferenças de respostas encontradas no presente trabalho devem-se às diferenças entre os cultivares estudados, ao clima, ao manejo da água e às propriedades do solo (Fageria e Wilcox, 1977).

No que se refere à massa hectolétrica, à massa de 100 grãos e à produtividade de grãos (Tabela 3), verificou-se efeito apenas para cultivares em relação às duas primeiras avaliações com o cultivar Carajás sendo superior estatisticamente ao IAC-202. Isso mostra que tais caracteres são mais dependentes do cultivar, ou que o N disponível no solo não tenha sido limitante ao enchimento dos grãos. Também Stone *et al.* (1979) não verificaram efeito no número de grãos cheios por panícula e na massa de 100 grãos quando

doses de N foram testadas. Por outro lado, Arf *et al.* (1994) obtiveram aumento na massa hectolétrica com a aplicação de N, entretanto foram testados outros cultivares (Araguaia, Guarani e Rio Paranaíba). Para a produtividade de grãos, houve efeito significativo para tratamentos com N, em que o tratamento que recebeu 20kg ha⁻¹ de N na semeadura e mais duas coberturas de 40 kg ha⁻¹ de N foi superior estatisticamente aos tratamentos que não receberam cobertura nitrogenada. Todos os tratamentos que receberam cobertura nitrogenada produziram mais que 4.000kg ha⁻¹ de grãos, mostrando assim a importância dessa prática na cultura do arroz para obtenção de altas produtividades. Também Campelo Jr. (1985), Lopes *et al.* (1993) e Andrade e Amorim Neto (1996) encontraram efeitos do N, quer seja trabalhando com doses ou com épocas de aplicação, entretanto Coelho (1976) e Sá *et al.* (1994) não obtiveram resposta da cultura à aplicação do N. Essa diferença é explicada devido aos diferentes cultivares e/ou linhagens utilizados, ao clima e ao solo ou ao tipo de manejo da cultura (Fageria e Wilcox, 1977).

Tabela 2. Médias, teste de Tukey e coeficientes de variação referentes aos tratamentos e aos cultivares Carajás (†) e IAC-202 (‡) para número de grãos cheios por panícula (GE), número de grãos chochos por panícula (GO), grãos inteiros (GI), grãos brunidos (GB) e grãos quebrados (GQ).

Semeadura	Tratamentos *		Avaliações									
	1.ª cobertura	2.ª cobertura	GE	GO	GI-%	GB-%	GQ-%					
-	-	-	159,2	37,7	37,42	69,66	32,22					
20	-	-	155,4	34,0	35,63	68,86	33,20					
20	40	-	144,2	32,5	30,94	68,66	37,72					
20	-	40	151,4	32,9	34,20	69,23	35,02					
20	40	40	152,7	29,4	36,60	69,24	32,62					
20	80	-	143,2	34,2	33,50	68,08	34,57					
20	-	80	157,6	32,6	34,88	67,94	33,06					
20	80	80	158,8	34,8	35,14	68,87	33,72					
Médias			125,24B ¹	180,48A ²	21,06B ¹	46,11A ²	33,55A ¹	36,03A ²	69,81A ¹	67,83B ²	36,25A ¹	31,78B ²
C.V. (%)			19,81	24,33	17,80	3,08	16,88					

*kg ha⁻¹ de N na semeadura, aos 30 e 50 dias após a germinação (1.ª e 2.ª coberturas, respectivamente). Médias seguidas por letras iguais maiúscula, na linha, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Médias, teste de Tukey e coeficientes de variação referentes aos tratamentos e aos cultivares Carajás (†) e IAC-202 (‡) para a massa hectolétrica (ME), massa de 100 grãos (M100G) e produtividade de grãos (PG).

Semeadura	Tratamentos *		Avaliações					
	1.ª cobertura	2.ª cobertura	ME-g	M100G-g	PG-kg ha ⁻¹			
-	-	-	52,1	2,433	3318 b			
20	-	-	51,0	2,336	3480 b			
20	40	-	49,9	2,390	4160 ab			
20	-	40	50,0	2,260	4592 ab			
20	40	40	50,2	2,316	5074 a			
20	80	-	50,9	2,365	4134 ab			
20	-	80	49,2	2,302	4560 ab			
20	80	80	49,0	2,341	4426 ab			
Médias			53,44A ¹	47,11B ²	2,73A ¹	1,96B ²	4253A ¹	4183A ²
C.V. (%)			4,25	7,94	22,16			

*kg ha⁻¹ de N na semeadura, aos 30 e 50 dias após a germinação (1.ª e 2.ª coberturas, respectivamente). Médias seguidas por letras iguais minúsculas, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

As concentrações de N total (Tabela 4) variaram de 0,55 a 0,58g kg⁻¹ de solo, nos diferentes tratamentos, não ocorrendo diferenças significativas entre eles. O mesmo foi constatado quando se avaliou o teor de N total no solo cultivado com o Carajás (0,57) e o IAC-

202 (0,55). Verificou-se efeito apenas para as camadas do solo, em que o teor de N nas camadas de 0 – 10cm (0,63) e 10 – 20cm (0,58) foram semelhantes e superiores estatisticamente ao teor encontrado na camada de 20 – 30cm (0,48). Isso se justifica, pois o N

total acompanha a distribuição da matéria orgânica que diminui em profundidade. Para o teor de N mineral, os tratamentos com o cultivar Carajás foram estatisticamente inferiores aos tratamentos com o cultivar IAC - 202, indicando que aquele cultivar extraiu mais N; explicado pela produtividade de massa seca da parte aérea, já que o IAC - 202 foi inferior ao Carajás na época da amostragem, e a concentração de N nas folhas, foram semelhantes entre os dois cultivares. Isso mostra que deve haver condições diferenciadas nas rizosferas desses cultivares atuando na dinâmica do N. Fato interessante de se ressaltar é que o teor de N mineral foi constante nas três profundidades, e mesmo para os tratamentos (doses e épocas de aplicação de N) não se observaram diferenças estatísticas entre eles. Isso demonstra que deve existir um equilíbrio de N no solo, já que as doses do elemento e as épocas de aplicação não alteraram o teor do elemento no solo, assim como na planta. O N excedente seria então lixiviado ou volatilizado para que esse equilíbrio fosse mantido.

As correlações simples entre as avaliações x produtividade de grãos, para o cultivar Carajás e IAC -202, foram significativas apenas entre o número de panículas m² e a produtividade de grãos (cultivar Carajás) e massa seca da parte aérea e número de panículas m² x produtividade de grãos (cultivar IAC - 202). Isso indica que a produtividade de grãos é realmente dependente do número de panículas m², conforme citado por Taher *et al.* (1987). Embora não tenha sido feita a correlação entre esses parâmetros, vários autores verificaram aumento da produtividade de grãos, concomitante ao número de panículas m², dentre eles, Santos *et al.* (1986), Andrade e Amorim Neto (1996), assim como em relação à massa seca da parte aérea (Brandão, 1974; Campelo Jr, 1985; Andrade e Amorim Neto, 1996).

Tabela 4. Médias, teste de Tukey e coeficientes de variação referentes aos tratamentos, aos cultivares Carajás (1) e IAC-202 (2) e paras as três camadas referentes à concentração de N-total (g kg⁻¹) e N-mineral (mg kg⁻¹) no solo.

Tratamentos *	Médias		
	N-total	N-mineral	
-	-	0,58	39,25
20	-	0,56	42,55
20	40	0,56	40,84
20	-	0,55	39,00
20	40	0,56	39,42
20	80	0,56	37,64
20	-	0,57	46,36
20	80	0,58	47,18
Cultivares	Carajás	0,57	33,45 b
	IAC - 202	0,55	49,61 a
Camadas (cm)	0 -10	0,63 a	41,57
	10 - 20	0,58 a	41,94
	20 - 30	0,48 b	41,08
C.V. (%)		7,84	16,23

*kg ha⁻¹ de N na semeadura, aos 30 e 50 dias após a germinação (1^a e 2^a coberturas, respectivamente). Médias seguidas por letras iguais minúsculas, na linha, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Conclusão

Houve diferenças entre cultivares: o cultivar Carajás se mostrou superior ao IAC-202 na massa seca da parte aérea, grãos brunidos, grãos quebrados, massa hectolétrica e massa de 100 grãos. O cultivar IAC-202 apresentou maiores valores para o número de grãos cheios e grãos chochos.

As doses e/ou as épocas de aplicação de nitrogênio influenciaram a massa seca da parte aérea e o teor foliar de nitrogênio, para ambos cultivares.

A maior produtividade de grãos foi obtida quando se aplicou 20kg ha⁻¹ de N na semeadura e duas coberturas de 40kg ha⁻¹, aos 30 e 50 dias após a emergência das plantas.

Referências

- ANDRADE, W. E. B.; AMORIM NETO, S. Influência da adubação nitrogenada sobre o rendimento e outros parâmetros de duas cultivares de arroz irrigado na região Norte Fluminense. *Cienc. e Agrotec.*, Lavras, v. 20, n. 3, p. 293-300. 1996.
- ARF, O. *et al.* Comportamento de cultivares de arroz de sequeiro com irrigação suplementar em diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E PARA O CARIBE, 9 E REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5 (Renapa), 1994, Goiânia, GO. *Anais ...* Goiânia: 1994, p. 68.
- BRANDÃO, S.S. *Cultura do arroz*. Viçosa, UFV, 1974. 194p.
- BREMNER, J.M. Nitrogen-total. In: SSSA Series 5. *Methods of soil analysis*. Part 3 – Chemical Methods. Madison: Wisconsin, 1996. p. 63-121.
- CAMPELLO Jr., J. O. *Avaliação da capacidade de extração da água do solo pelo arroz de sequeiro (Oryza sativa L.) sob diferentes doses de nitrogênio*. 1985. Tese (Doutorado) - Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.
- COELHO, M. B. *Efeito da água disponível no solo e de níveis de nitrogênio sobre duas variedades de arroz*. 1976. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1976.
- DEMATTÊ, J. L. I. Levantamento detalhado dos solos do Câmpus experimental de Ilha Solteira. 1980. Piracicaba., 131p. (mimeografado).
- EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.
- FAGERIA, N. K.; WILCOX, G. E. Influência de nitrogênio e fósforo no crescimento do arroz. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 30, n. 301, p.24-28, 1977.
- LOPES, S. I. G. *et al.* Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para cultivar IRGA 416. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 46, n. 408, p. 6-7, 1993.
- LOPES, S. I. G. *et al.* Curva de resposta à aplicação de nitrogênio para quatro genótipos de arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 49, n. 425, p. 3-6, 1996.
- MALAVOLTA, E. *Nutrição mineral e adubação do arroz de sequeiro*. 3^a ed. São Paulo, Ultrafertil, 1981.

- MALAVOLTA, E. *et al.* *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997.
- MULVANEY, R.L. Nitrogen-Inorganic forms. In: SSSA Book Series 5. Methods of soil analysis. Part 3 – Chemical Methods. Madison: Wisconsin, 1996. p. 1123-1184.
- PERPÉTUO, A. da S. *et al.* Época de aplicação do nitrogênio e seu efeito sobre a produtividade do arroz irrigado (*Oryza sativa L.*). *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 64, n. 2, p. 163-177, 1989.
- RAIJ, B. van *et al.* *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. (Boletim técnico, 100).
- SÁ, M.E. *et al.* Respostas de cultivares de arroz de sequeiro com irrigação suplementar à época de aplicação do nitrogênio em cobertura: produção e qualidade de grãos e de sementes. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E PARA O CARIBE, 9 E REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5 (Renapa), Goiânia, GO. *Anais ... Goiânia*, 1994. p. 68
- SANTOS, A. B. dos *et al.* Épocas, modos de aplicação e níveis de nitrogênio sobre brusone e produção de arroz de sequeiro. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.21, n. 7, p. 697-707, 1986.
- SOUZA, A.C. de *et al.* Parcelamento e época de aplicação de nitrogênio e seus efeitos em características agrônomicas do milho. *Cienc. e Agrotec.*, Lavras, v. 25, n. 2, p. 321-329, 2001.
- STEINMETZ, S. *et al.* Influência da adubação nitrogenada na interceptação e uso da radiação solar pela cultivar BR-IRGA 414 em semeadura direta. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E PARA O CARIBE, 9 E REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5 (Renapa), 1994, Goiânia, GO. *Anais ... Goiânia*, 1994. p.76.
- STONE, L. F. *et al.* Deficiência hídrica e resposta de cultivares de arroz de sequeiro, ao nitrogênio. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 14, n. 3, p. 295-301, 1979.
- STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do arroz. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 29, n. 11, p. 1701-1713, 1994.
- STONE, L. F.; SILVA, J. G. de. Resposta do arroz de sequeiro à profundidade de aração, adubação nitrogenada e condições hídricas do solo. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 33, n. 6, p. 891-897, 1998.
- TAHER, A. *et al.* Effect of phosphorous and nitrogen sources on field of rice in west Sumatra, Indonésia. In: Efficiency of Nitrogen Fertilizers for Rice. Manila, Philippines – International Rice Research Institute, 1987. 163p.

Received on January 12, 2004.

Accepted on August 25, 2004.