



## Época de Adubação Nitrogenada: Efeito sobre a Eficiência de Utilização de Nitrogênio pelo Arroz Irrigado

W.B. SCIVITTARO<sup>(1)</sup>, D.R.N. GONÇALVES<sup>(2)</sup>, F. DE ROSSI<sup>(3)</sup>, S. STEINMETZ<sup>(1)</sup>, J.A.F. BRAUN<sup>(4)</sup>

**RESUMO** - A época de realização das adubações nitrogenadas em cobertura para o arroz irrigado desempenha papel preponderante sobre a eficiência de utilização do nutriente pela cultura. Realizou-se um estudo para avaliar a influência da variação na época de realização das adubações nitrogenadas no início do perfilhamento e da fase reprodutiva sobre a utilização de nitrogênio (N) pelo arroz irrigado. O experimento foi realizado na safra agrícola 2005/06 em um Planossolo Háplico, utilizando-se a cultivar de arroz irrigado BRS Querência. Os tratamentos compreenderam três épocas de adubação nitrogenada no início do perfilhamento, antecedendo a entrada de água, (estádios V4; V4+7 dias e V4+14 dias) e três épocas de adubação nitrogenada no início da fase reprodutiva, sobre a lâmina de água, (estádios R1-5 dias; R1 e R1+5 dias). Estes foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Um tratamento adicional, sem a aplicação de nitrogênio em cobertura, foi acrescentado ao experimento, para avaliar o potencial de fornecimento de nutriente do meio de cultivo. O efeito dos tratamentos foi avaliado por meio da determinação do índice relativo de clorofila (IRC) e teor de N na folha bandeira, por ocasião da floração, e pela produtividade de grãos e eficiência de utilização de nitrogênio pelo arroz. O desempenho produtivo da cultura sofreu efeito apenas da época de adubação nitrogenada no início da fase reprodutiva, sendo que a antecipação dessa prática de manejo em relação à diferenciação da panícula reduziu a produtividade da cultura. Tanto a época de realização da primeira, como da segunda cobertura nitrogenada, influenciaram a acumulação de N na planta e eficiência de utilização do nutriente pelo arroz. O atraso na aplicação de N, a partir do estágio V4, bem como sua antecipação em relação à diferenciação da panícula, promoveram decréscimo dessas variáveis. Nas condições mais favoráveis quanto à época de aplicação do N, a eficiência de utilização do nutriente proveniente do fertilizante atingiu 50% da quantidade aportada ao sistema.

### Introdução

No Rio Grande do Sul, o arroz irrigado por alagamento do solo é cultivado predominantemente no sistema de semeadura em solo seco, para o qual preconiza-se o parcelamento da adubação nitrogenada, com a aplicação de 10% a 15% da dose recomendada do nutriente por ocasião da semeadura e o restante em cobertura [1, 2]. É comum, porém, suprimir-se a aplicação de nitrogênio (N) na semeadura, em razão do

risco de perda do nutriente por desnitrificação, quando do alagamento do solo. Desta forma, o fornecimento de N ao arroz é feito integralmente em cobertura, cuja época de realização constitui-se em aspecto preponderante para a eficiência de utilização do nutriente pela cultura. Convencionalmente, quando a dose de N recomendada é superior a 50 kg ha<sup>-1</sup>, indica-se o parcelamento da cobertura nitrogenada em duas aplicações: no início do perfilhamento e na diferenciação da panícula [2]. Na prática, em ambas as ocasiões, isso se traduz em um intervalo de cerca de dez dias.

Normalmente, a época de realização da primeira cobertura com nitrogênio é determinada em função de práticas de manejo da cultura, que lhes condicionam épocas de submersão do solo distintas e, por conseguinte, da adubação nitrogenada. Já na segunda cobertura, embora a recomendação da pesquisa indique a aplicação de N por ocasião da diferenciação da panícula [1], correspondendo ao estágio R1 [3], até recentemente, a ocorrência desse estágio era estimada empiricamente, assumindo-se o valor médio de 55 dias a partir da emergência das plântulas, a despeito de variações entre cultivares, épocas de semeadura e regiões de cultivo. Eventualmente, a identificação desse estágio de desenvolvimento é feita a campo. Mas, mesmo se desconsiderando as possíveis variações entre plantas e dificuldades operacionais associadas ao método, este condiciona um intervalo de alguns dias entre a identificação da diferenciação da panícula e a realização da cobertura com N, podendo comprometer sua eficiência, conforme relatado por Machado [4].

No entanto, o uso do método de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula para grupos de cultivares de arroz irrigado do Rio Grande do Sul [5] pode representar um avanço expressivo no planejamento e realização da adubação nitrogenada no início da fase reprodutiva. Ademais, sua validação com o referido propósito, pode estimular a extensão do uso do método para estimar a ocorrência dos principais estádios de desenvolvimento da planta, bem como sua associação às demais práticas de manejo da cultura, a exemplo do que ocorre, há alguns anos, nos principais estados americanos produtores de arroz.

Realizou-se um experimento para avaliar o efeito da variação na época de realização das adubações nitrogenadas no início do perfilhamento e da fase reprodutiva sobre a eficiência de utilização de nitrogênio pela cultura de arroz irrigado.

**Palavras-Chave:** nitrogênio, manejo, utilização.

### Material e métodos

O experimento foi realizado no ano agrícola 2005/06, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, em um Planossolo Háptico com  $10,0 \text{ g dm}^{-3}$  de M.O. Os tratamentos compreenderam três épocas de adubação nitrogenada no início do perfilhamento, antecedendo a entrada de água (estádios V4; V4+7 dias e V4+14 dias), e três épocas de adubação nitrogenada no início da fase reprodutiva, sobre a lâmina de água (estádios R1-5 dias; R1 e R1+5 dias). Estes foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com quatro repetições. As épocas de adubação nitrogenada no início do perfilhamento foram dispostas nas parcelas e as no início da fase reprodutiva, nas subparcelas. Um tratamento adicional, sem a aplicação de N, foi acrescentado ao experimento, para avaliar o potencial de fornecimento de nutriente do meio de cultivo. Para a identificação dos estádios de desenvolvimento da planta, utilizou-se, como referência, a escala de Counce *et al.* [3]. Esta operação consistiu na avaliação de 6 plantas por parcela, em intervalos de 2 dias. A data da primeira cobertura com N no início da fase reprodutiva foi estimada, utilizando-se o método de graus-dia e considerando-se os dados médios para cultivares de ciclo precoce estabelecidas na região de Pelotas [5]. A ocorrência da diferenciação da panícula (R1) foi verificada a campo.

A adubação nitrogenada foi estabelecida de acordo com os resultados da análise de solo e considerando as recomendações para a cultura de arroz irrigado, para uma expectativa de produtividade superior a  $9 \text{ t ha}^{-1}$  [1], consistindo na aplicação de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, como uréia, parcelados em duas aplicações iguais nas épocas previstas pelos tratamentos. Na semeadura, aplicou-se a lanço e incorporaram-se ao solo  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , como superfosfato triplo, e  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , como cloreto de potássio [1].

O arroz cv. BRS Querência foi semeado em 30-10-2005, no sistema convencional, utilizando-se um espaçamento entre linhas de  $17,5 \text{ cm}$  e uma densidade de  $130 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes. As práticas culturais seguiram as recomendações da pesquisa para a cultura [2].

Na floração (R4), determinaram-se o índice relativo de clorofila (IRC) e teor de N na folha bandeira e, na maturação de colheita (R9), a produtividade de grãos, a quantidade de N acumulado na planta e a eficiência de utilização do nutriente pela cultura. Os dados foram submetidos à análise de variância, comparando-se o efeito das épocas de adubação nitrogenada no início do perfilhamento e da fase reprodutiva pelo teste de Tukey a 5%.

## Resultados e discussão

A interação entre os fatores época de adubação nitrogenada no início do perfilhamento e da fase reprodutiva não foi significativa para nenhuma das variáveis medidas. Porém, determinou-se o efeito isolado de um ou de ambos os fatores para as variáveis:

produtividade de grãos, quantidade de N acumulado nos grãos e na parte aérea e eficiência de utilização do nutriente do fertilizante pelo arroz (Tabelas 1 e 2). As demais variáveis medidas não foram influenciadas pelos tratamentos, apresentando as seguintes médias gerais no experimento: índice relativo de clorofila na folha: 24,4; teor de N na folha:  $27,1 \text{ g kg}^{-1}$  e nitrogênio acumulado nos colmos e folhas:  $77,7 \text{ kg ha}^{-1}$ .

A ausência de resposta aos tratamentos observada para as variáveis indicativas do nível de nitrogênio na planta (IRC e teor de N na folha) mostra que as mesmas foram pouco sensíveis à variação na época de realização das adubações nitrogenadas em cobertura, devendo sua magnitude estar associada mais fortemente à dose do nutriente aplicado, que foi única no presente estudo.

O efeito dos tratamentos sobre a produtividade do arroz esteve associado, apenas, à época de adubação nitrogenada no início da fase reprodutiva, sendo que a aplicação do nutriente exatamente por ocasião da diferenciação da panícula (R1) ou com o atraso de cinco dias em relação a este evento (R1+5 dias) favoreceram o desempenho produtivo da cultura. O efeito deste último tratamento não diferiu, porém, daquele determinado para a aplicação de N com antecedência de cinco dias em relação à diferenciação da panícula, que proporcionou menor produtividade de grãos para a cultura (Tabela 2). Assim como determinado neste estudo (Tabela 1), Norman *et al.* [7] e Beyrouy *et al.* [8] também verificaram a possibilidade de atrasar a adubação nitrogenada e a entrada de água para o arroz irrigado em duas semanas após o início do perfilhamento das plantas (V4), sem prejuízos para a produtividade da cultura. Esses autores relatam, porém, que tal comportamento depende do suprimento adequado de água ao arroz no período que antecede ao alagamento do solo. Condição esta atendida, no presente trabalho, pela ocorrência de chuvas distribuídas e em quantidades suficientes no período compreendido entre a semeadura e o início da irrigação definitiva da cultura.

Muito embora o atraso na adubação nitrogenada em relação ao início do perfilhamento não tenha se refletido em redução na produtividade de grãos da cultura, esta prática de manejo afetou a quantidade de N acumulada nos grãos e na parte aérea do arroz. Assim, maior quantidade do nutriente acumulado nos grãos foi determinada para o tratamento em que a primeira cobertura nitrogenada ocorreu em V4, seguido pelos tratamentos com atraso nessa prática em uma ou duas semanas após V4, os quais não diferiram entre si. Por sua vez, para a variável quantidade de N acumulado na parte aérea do arroz, melhor desempenho foi determinado para os tratamentos com adubação nitrogenada realizada em V4 e V4+7 dias, sendo que este último não diferiu do tratamento V4+14 dias (Tabela 1). Atribui-se a redução na absorção de N pelo arroz em resposta ao atraso na adubação nitrogenada, a partir do início do perfilhamento, à baixa disponibilidade do nutriente no solo utilizado (M.O. =  $10,0 \text{ g dm}^{-3}$ ), bem como ao fato de ter-se suprimido a adubação nitrogenada de semeadura para a cultura.

Quanto ao efeito da época da segunda cobertura nitrogenada, verificou-se que o tratamento com aplicação

de N na diferenciação da panícula (R1) condicionou maior acumulação do nutriente nos grãos e na parte aérea do arroz. O desempenho deste tratamento foi equiparado ao de R1+5 dias, o qual não diferiu, também, do tratamento com antecipação da adubação nitrogenada (R1-5 dias).

Os dados contidos nas Tabelas 1 e 2 mostram, ainda, que, independentemente da época de realização das coberturas nitrogenadas, a quantidade de N absorvido pelo arroz é bastante elevada, atingido valores superiores a 180 kg ha<sup>-1</sup>, sendo cerca de 50% destes acumulados nos grãos e, portanto, exportados pela colheita. Isto demonstra a elevada demanda por nitrogênio da cultura e que o meio de cultivo, incluindo o solo, resíduos de cultivos anteriores, bem como a água de irrigação, é responsável pelo suprimento da maior parte desse nutriente. Ademais, infere-se que parte do N absorvido pelo arroz irrigado origine-se da fixação biológica, promovida por organismos de vida livre, como os pertencentes aos gêneros *Azotobacter* e *Azospirillum* [8].

A época de realização das adubações nitrogenadas em cobertura, no início do perfilhamento e da fase reprodutiva, influenciou a eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) proveniente do fertilizante pelo arroz. A EUN decresceu com o atraso na cobertura com N no perfilhamento, sendo que a aplicação em V4 proporcionou desempenho superior ao da aplicação de N duas semanas após. O efeito do tratamento V4+7 dias foi intermediário ao dos demais, não diferindo estatisticamente de nenhum dos anteriores (Tabela 1). Na segunda cobertura, o tratamento com aplicação de N na diferenciação da panícula (R1) foi o que proporcionou maior eficiência de utilização do nutriente. Este foi equiparado, ainda, pelo tratamento R1+5 dias, que não diferiu do tratamento em que a aplicação de N antecedeu a diferenciação da panícula, com menor EUN pelo arroz (Tabela 2).

A eficiência de utilização de N do fertilizante pelo arroz alcançou, na condição mais favorável, 50% do total do nutriente incorporado ao sistema, decrescendo bastante em decorrência do atraso na aplicação do nutriente no início do perfilhamento, bem como da antecipação da segunda cobertura nitrogenada, relativamente à diferenciação da panícula (Tabelas 1 e 2). Os valores de EUN encontrados no presente estudo corroboram informações da literatura internacional, segundo as quais a eficiência de utilização de N de fontes minerais pelo arroz raramente excede 50% da quantidade aplicada [9].

Os resultados obtidos demonstram a importância da época de realização das adubações nitrogenadas em cobertura sobre o desempenho produtivo e eficiência de utilização de N pelo arroz irrigado. Neste sentido, destaca-se a redução na utilização do nutriente decorrente do atraso em sua aplicação no início do perfilhamento e de sua antecipação, em relação à diferenciação da panícula. Há, ainda, tendência de decréscimo na produtividade de grãos e utilização de N pela cultura quando de seu retardo em relação a este

estádio. Disto depreende-se a utilidade da adoção do método de graus-dia para em estimar a data de ocorrência da diferenciação da panícula para grupos de cultivares de arroz irrigado [5], com vistas a otimizar a eficiência da adubação nitrogenada para a cultura.

## Conclusão

A eficiência de utilização de nitrogênio pelo arroz decresce com o atraso em sua aplicação a partir do início do perfilhamento e com sua antecipação em relação ao estágio de diferenciação da panícula.

## Referências

- [1] SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. 2004. *Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. Porto Alegre, SBSCS. 400p.
- [2] SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. 2005. *Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil*. Santa Maria, SOSBAI. 159p.
- [3] COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. 2000. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. *Crop Science*, 40: 436-443.
- [4] MACHADO, M.O. 1993. *Adubação e calagem, para a cultura do arroz irrigado, no Rio Grande do Sul*. Pelotas: EMBRAPA-CPATB. 63p. (EMBRAPA-CPATB. Boletim de Pesquisa, 2).
- [5] STEINMETZ, S.; INFELD, J.A.; ASSIS, F.N. de; WREGG, M.S.; FERREIRA, J.S.A. 2004. *Uso do método de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula de cultivares de arroz irrigado do Rio Grande do Sul*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 36p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 126).
- [6] BEYROUTY, C.A.; NORMAN, R.J.; WELLS, B.R.; HANSON, M.G.; GBUR, E.E. 1992. Yield response of rice to water and nitrogen management. *Arkansas Experiment Station Research*, 431: 128-131.
- [7] NORMAN, R.J.; HELMS, R.S.; WELLS, B.R. 1992. Influence of delaying flood and pre-flood nitrogen application on dry-seeded rice. *Fertilizer Research*, 32: 55-59.
- [8] ISHERWOOD, K.F. 2003. [Online]. *Mineral fertilizer use and the environment*. Homepage: <http://www.anda.org.br/portug>
- [9] FILLERY, I.R.P.; SIMPSON, J.R.; DE DATTA, S.K. Influence of field environment and fertilizer management on ammonia loss from flooded rice. 1984. *Soil Science Society of America Journal*, 48: 914-920.

**Tabela 1.** Produtividade de grãos, nitrogênio acumulado nos grãos e na parte aérea e eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) do fertilizante pelo arroz, em função da época de realização da adubação nitrogenada no início do perfilhamento

Época de adubação nitrogenada no perfilhamento	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	N acumulado nos grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	N acumulado na parte aérea (kg ha <sup>-1</sup> )	EUN (%)
V4	8786a	103,4a	182,3a	47,8a
V4+7 dias	8331a	94,2b	171,9ab	39,3ab
V4+14 dias	8512a	86,4b	162,9b	32,8b
CV, %	12,5	10,0	12,4	12,7

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

**Tabela 2.** Produtividade de grãos, nitrogênio acumulado nos grãos e na parte aérea e eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) do fertilizante pelo arroz, em função da época de realização da adubação nitrogenada no início da fase reprodutiva

Época de adubação nitrogenada no início da fase reprodutiva	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	N acumulado nos grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	N acumulado na parte aérea (kg ha <sup>-1</sup> )	EUN (%)
R1-5 dias	8098b	87,9b	157,5b	29,1b
R1	9096a	102,6a	186,1a	50,1a
R1+5 dias	8435ab	93,4ab	173,6ab	40,7ab
CV, %	15,1	16,2	16,9	24,6

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).