

Potencial de Utilização de Leguminosas de Inverno como Fonte Alternativa de Nitrogênio para a Cultura do Arroz Irrigado¹

Walkyria Bueno Scivittaro²
Cláudio Alberto Souza da Silva²
André Andres²
José Carlos Leite Reis²
Maria Laura Turino Mattos²
Paulo César Ocheuze Trivelin³
Takashi Muraoka³

Nas últimas décadas, grande parte do nitrogênio (N) exigido pelas culturas tem sido suprida por fontes minerais. No entanto, o aumento no custo desses insumos, aliado à crescente preocupação com a poluição das águas e da atmosfera pelo uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados, tem estimulado a busca de fontes alternativas de nitrogênio, que possibilitem a substituição integral ou parcial dos fertilizantes minerais.

Na produção de cereais de verão o cultivo de leguminosas de inverno como adubos verdes tem sido considerado como uma alternativa promissora para atender à demanda de nitrogênio das culturas, devido ao seu potencial de fixação biológica de N.

O uso de adubos verdes como fonte de nitrogênio para a cultura do arroz irrigado é ainda incipiente no Sul do Brasil; porém, sua adoção em outros países com tradição na produção de arroz, como os da Ásia, é uma realidade. Resultados de pesquisa indicam que a contribuição em nitrogênio de adubos verdes para a cultura do arroz irrigado tem sido comparável à de fertilizantes minerais. Além disso, por atuarem como uma rotação de culturas e por cobrirem o solo durante o período de entressafra, os

adubos verdes promovem melhorias em atributos físicos, químicos e biológicos do solo, auxiliam no controle de plantas invasoras e reduzem fontes de inóculo de pragas e de doenças.

Estudos recentes têm indicado espécies de leguminosas com elevada capacidade de fixação de nitrogênio e adequadas ao cultivo nas áreas de terras baixas do Sul do País, sendo uma fonte promissora de N para o arroz irrigado (Reis, 1998). O emprego desses adubos verdes atende às necessidades do sistema produtivo de arroz irrigado da região, representando uma possibilidade de elevação dos patamares de produtividade da cultura, sem onerar os custos de produção. Além disso, é uma medida de caráter conservacionista, que reduz os riscos de poluição ambiental.

A Embrapa Clima Temperado, há alguns anos, vem realizando estudos para avaliar o potencial de fornecimento de nitrogênio de adubos verdes para a cultura do arroz irrigado e a viabilidade de seu uso na substituição ou suplementação das fontes minerais do nutriente.

Esta publicação tem a finalidade de apresentar uma síntese dos resultados de pesquisa referentes a esses trabalhos, com vista à indicação de fontes alternativas de nitrogênio para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul.

Os resultados apresentados referem-se à análise conjunta de experimentos desenvolvidos nas safras agrícolas 1999/00, 2000/01 e 2001/02 em planossolo hidromórfico eutrófico solódico, em Capão do Leão, RS. Nestes, avaliaram-se o desempenho produtivo e o potencial de fornecimento de nitrogênio para o arroz irrigado de três leguminosas de inverno [trevo-persa cv. Kyambro (*Trifolium resupinatum* var. *resupinatum*); trevo-branco cv. Estanzuela Zapican (*Trifolium repens*) e cornichão cv. El Rincón (*Lotus subbiflorus*)], associadas ou não a uma fonte nitrogenada mineral, a uréia. Duas foram as doses de uréia avaliadas 50 e 100 kg ha⁻¹ de N. Este fertilizante foi aplicado à cultura do arroz, de forma parcelada, no plantio (15 kg ha⁻¹ de N) e em cobertura (um terço da dose no perfilhamento e dois terços da dose por ocasião da diferenciação do primórdio floral). Na primeira e terceira safras agrícolas, utilizou-se a cultivar de arroz BRS 7 'Taim' e na segunda, a cultivar BRS 6 'Chuí'.

¹ Trabalho parcialmente financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (Fapergs) e pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA).

² Eng. Agr., pesquisador (a) da Embrapa Clima Temperado. Cx. Postal 403 CEP 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: wbscivit@cpact.embrapa.br

³ Eng. Agr., pesquisador do Centro de Energia Nuclear na Agricultura - USP. Cx. Postal 96 CEP 13300-000, Piracicaba, SP.

Para a avaliação da contribuição em nitrogênio dos adubos verdes e mineral, utilizou-se de metodologia de diluição isotópica, com a marcação dos adubos verdes e da uréia com ^{15}N , a qual permite a realização de medições diretas do fornecimento de nitrogênio das fontes avaliadas, bem como de sua eficiência.

Os adubos verdes foram cultivados em área sistematizada e previamente corrigida quanto à acidez, visando atingir pH 6 (Comissão, 1995). Na primeira safra, a semeadura, a lanço, das leguminosas foi realizada na segunda quinzena do mês de maio e, nas demais, no início de junho. Utilizaram-se densidades de semeadura de 5 kg ha^{-1} de sementes, para o trevo persa, e de 4 kg ha^{-1} de sementes, para o trevo-branco e o cornichão.

Anualmente, as leguminosas de inverno receberam adubação básica de plantio segundo recomendações da Comissão (1995). Os adubos verdes foram cultivados até a segunda quinzena de outubro, quando foram dessecados, para subsequente cultivo do arroz, em sistema plantio direto. Também esta cultura recebeu adubação básica de plantio, com fósforo e potássio, de acordo com as recomendações da Comissão (1995).

Em todas as três safras, os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso com 4 repetições. Consideraram-se, para a avaliação dos tratamentos, informações relativas à produção e à acumulação de nitrogênio pelos adubos verdes, bem como sobre seu efeito no rendimento e na absorção de nitrogênio pela cultura do arroz irrigado.

Os resultados obtidos mostram que leguminosas de inverno como o trevo-persa, trevo-branco e cornichão apresentam boa capacidade de crescimento e adaptação ao cultivo, durante o inverno, nas terras baixas do Rio Grande do Sul, produzindo, desde o primeiro ano de cultivo, quantidades elevadas de matéria fresca e seca (Tabela 1). A produção de matéria fresca da vegetação espontânea, presente nas parcelas sem o cultivo de leguminosas de inverno, foi significativamente inferior a dos tratamentos com cultivo de adubos verdes. Entre

estes, destacaram-se o trevo-persa e cornichão, cuja produção de massa foi superior à do trevo-branco, que apresentou desempenho intermediário, considerando-se a vegetação espontânea. Para a variável produção de matéria seca, nota-se superioridade do trevo-persa em relação às demais leguminosas, que foram semelhantes entre si e superiores à vegetação espontânea.

É importante destacar que o material vegetal produzido pode ser utilizado exclusivamente como adubo verde para o cultivo de arroz subsequente, ou ainda, para pastejos rápidos ou na produção de feno e de silagem, sendo esta última opção particularmente interessante para propriedades que integram as atividades agrícolas à pecuária, uma vez que essas leguminosas apresentam excelentes qualidade nutricional e digestibilidade.

A despeito da grande produção de massa, a característica marcante desses adubos verdes é o elevado potencial de fixação de nitrogênio, incorporando ao solo quantidades de nitrogênio que variam de 98 a 166 kg/ha (Tabela 1). Também para esta variável destacou-se o trevo-persa, cujo desempenho foi superior ao das demais leguminosas. Por outro lado, o trevo-branco apresentou a menor acumulação de nitrogênio, superando, apenas, a vegetação espontânea. Quanto ao cornichão, seu desempenho foi intermediário ao dos demais adubos verdes. As variações entre as espécies de leguminosas estão relacionadas, basicamente, às quantidades de matéria seca produzidas, visto que o teor de N no tecido vegetal desses adubos verdes é praticamente semelhante (dados não apresentados). Os resultados obtidos indicam que a magnitude do fornecimento de nitrogênio pelas leguminosas avaliadas é bastante grande, equiparando-se e, até mesmo superando, as doses de N usualmente recomendadas para aplicação via fontes minerais (Comissão, 1995; IRGA, 2001). Um outro aspecto favorável refere-se à suscetibilidade a perdas do nitrogênio contido nos adubos verdes, a qual, teoricamente, é menor que a de fertilizantes minerais, uma vez que aqueles se encontram em formas não prontamente disponíveis, com liberação gradual ao longo do ciclo da cultura subsequente.

Tabela 1. Produções de matéria fresca e de matéria seca e quantidade de nitrogênio acumulada pelas leguminosas adubos verde. Capão do Leão, RS. Dados médios das safras agrícolas 1999/00, 2000/01 e 2001/02.

Tratamento	Matéria fresca		Matéria seca		N acumulado	
	t ha ⁻¹		t ha ⁻¹		kg ha ⁻¹	
Vegetação espontânea	11,0	c	3,2	c	69,6	d
Trevo-persa	28,5	a	7,0	a	165,8	a
Trevo-branco	18,0	b	4,2	b	98,3	c
Cornichão	24,5	a	4,8	b	138,2	b
Média	21,8		4,7		118,0	
CV (%)	17		18		17	

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (5%).

Os dados apresentados na Tabela 2 referem-se ao efeito do uso exclusivo ou combinado de adubos verdes e mineral sobre o rendimento de grãos e a acumulação de nitrogênio pela cultura do arroz irrigado. A adição de pelo menos uma fonte de nitrogênio propiciou efeito positivo em rendimento relativamente à testemunha. O melhor desempenho foi obtido pelas associações de adubos verdes e mineral, que não diferiram da maior dose de uréia. Esta última foi semelhante, também, aos demais tratamentos com uso exclusivo de adubos verdes ou mineral. Esses resultados indicam a importância da adição de uma fonte exógena de nitrogênio sobre o desempenho produtivo do arroz irrigado e que o efeito desse nutriente é diretamente proporcional à magnitude do aporte do nutriente efetuado.

O comportamento observado para a acumulação de nitrogênio nas plantas de arroz assemelha-se bastante ao verificado para a variável rendimento de grãos. As maiores quantidades foram obtidas pelos tratamentos com associação de adubos verdes e mineral e 100 kg ha⁻¹ de N-uréia. Para esta variável, o efeito do trevo-persa foi equiparável ao desses tratamentos. Os demais adubos verdes apresentaram efeito intermediário, seguidos da uréia, na dose de 50 kg ha⁻¹ de N, e finalmente, da testemunha. É interessante notar que a extração de nitrogênio pelo arroz irrigado é elevada mesmo para o tratamento testemunha, indicando que o solo, bem como a água de irrigação, constituem-se em importantes fontes do nutriente para a cultura. Por outro lado, há que se considerar o fato de a remoção de nitrogênio pelos grãos, que contêm mais de 50% do total de N absorvido pela planta, representar um importante dreno do nutriente do

sistema, consumindo suas reservas, cujo principal representante é a matéria orgânica do solo. Fica evidente, pois, dentro de um contexto conservacionista, a importância de suprir o solo com uma ou mais fontes de nitrogênio para o cultivo de arroz irrigado, com vistas à manutenção, ou mesmo melhoria, de sua fertilidade.

Os resultados obtidos evidenciam que os adubos verdes avaliados mostraram ser alternativas promissoras ao fornecimento de N às plantas de arroz, com efeito semelhante e, em algumas situações, superior ao da uréia, fonte de N convencionalmente utilizada nos cultivos de arroz irrigado. Vale destacar que, ao se considerar o efeito das fontes de N sobre o desempenho produtivo do arroz, o manejo mais indicado é o que associa o uso de adubos verdes à uréia, em dose equivalente à aproximadamente a metade da recomendada para a cultura (Comissão, 1995; Irga, 2001).

As quantidades de nitrogênio no arroz provenientes dos adubos verdes são apresentadas na Tabela 3. Os resultados mostram que a combinação cornichão + uréia foi superior aos demais tratamentos, equiparando-se, apenas, à associação entre trevo-branco e uréia, que não diferiu dos demais tratamentos, exceção feita para o trevo-branco. Tais resultados indicam que, de forma geral, a combinação com uréia favoreceu o fornecimento de nitrogênio pelos adubos verdes, o que possivelmente se deva ao estímulo na mineralização de nitrogênio dos adubos verdes, proporcionado pela presença de uma fonte de nitrogênio prontamente disponível, como a uréia.

Tabela 2. Rendimento de grãos e quantidade de nitrogênio acumulada na parte aérea de plantas de arroz, em função do uso exclusivo ou combinado de adubos verdes e mineral. Capão do Leão, RS. Dados médios das safras agrícolas 1999/00, 2000/01 e 2001/02.

Tratamento	Rendimento de grãos t ha ⁻¹	N acumulado kg ha ⁻¹
Testemunha	5,2 d	63,3 c
Trevo-persa	6,0 c	86,9 a
Trevo-branco	5,9 c	74,2 b
Cornichão	6,2 b c	74,7 b
50 kg ha ⁻¹ de N-uréia	6,0 c	63,7 c
100 kg ha ⁻¹ N-uréia	6,6 a b c	85,6 a
Trevo-persa + 50 kg ha ⁻¹ de N-uréia	7,1 a	92,0 a
Trevo-branco + 50 kg ha ⁻¹ de N-uréia	6,9 a	87,2 a
Cornichão + 50 kg ha ⁻¹ de N-uréia	6,9 a	89,6 a
Média	6,40	79,7
CV (%)	15	14

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (5%).

Com relação ao aproveitamento de nitrogênio dos adubos verdes pelo arroz, verifica-se que os tratamentos trevo-persa e com combinação de adubos verdes e mineral propiciaram maior recuperação de nitrogênio, exceção feita para as combinações entre trevo-persa ou cornichão e uréia, que não diferiram de trevo-branco. O uso exclusivo de cornichão apresentou o pior desempenho, equiparando-se, apenas, ao trevo-branco e cornichão + uréia (Tabela 3).

O fornecimento de nitrogênio da uréia para as plantas de arroz (Tabela 4) variou, apenas, em função da dose de fertilizante adicionada ao solo. Desta forma, tem-se que o maior fornecimento de N foi proporcionado pela maior dose de uréia (100 kg ha⁻¹ de N), que é duas vezes maior que a dos demais tratamentos. É interessante notar, ainda, que a associação com os adubos verdes não afetou o fornecimento de N pela uréia.

À semelhança do verificado para os dados relativos às quantidades de nitrogênio no arroz provenientes da uréia, o aproveitamento de N da uréia pelo arroz foi maior para a dose de 100 kg ha⁻¹ de N-uréia (Tabela 4). Também para esta variável, a associação com os adubos verdes não interferiu na recuperação de nitrogênio do fertilizante mineral.

A análise conjunta dos dados das Tabelas 3 e 4 indica que a eficiência de utilização de nitrogênio dos adubos verdes e mineral pelas plantas de arroz é relativamente baixa, em média, 22% e 24%, respectivamente, demonstrando que a maior parte do nitrogênio absorvido pelas plantas de arroz é fornecida pelo solo e água de irrigação. Porém, é interessante notar que, apesar de a contribuição em nitrogênio dos adubos verdes e mineral não ter atingido um quarto do total absorvido pelas plantas de arroz, seu emprego reduziu a utilização de nitrogênio do solo, reafirmando a importância de sua utilização para a manutenção e a melhoria da fertilidade do solo.

Tabela 3. Quantidade de nitrogênio no arroz proveniente dos adubos verdes (QNAPAV) e aproveitamento de nitrogênio do adubo verde pelo arroz irrigado (ANAV), em função do uso exclusivo ou combinado de adubos verdes e mineral. Capão do Leão, RS. Dados médios das safras agrícolas 1999/00, 2000/01 e 2001/02.

Tratamento ¹	QNAPAV kg ha ⁻¹	ANAV %
Trevo-persa	21,8 bc	23,1 a b
Trevo-branco	18,9 c	19,5 b c
Cornichão	23,9 b	17,6 c
Trevo-persa + 50 kg ha ⁻¹ de N-uréia	23,4 b	24,8 a b
Trevo-branco + 50 kg ha ⁻¹ de N-uréia	25,0 a b	25,7 a
Cornichão + 50 kg ha ⁻¹ de N-uréia	28,3 a	20,9 a b c
Média	23,6	21,9
CV, %	7	9

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (5%).

Tabela 4. Quantidade de nitrogênio no arroz proveniente da uréia (QNAPU) e aproveitamento do nitrogênio da uréia pelo arroz irrigado (ANU), em função do uso exclusivo ou combinado de adubos verdes e mineral. Capão do Leão, RS. Dados médios das safras agrícolas 1999/00, 2000/01 e 2001/02.

Tratamento	QNAPU kg ha ⁻¹	ANU %
50 kg ha ⁻¹ de N-uréia	10,3 b	20,6 b
100 kg ha ⁻¹ N-uréia	29,6 a	29,6 a
Trevo-persa + 50 kg ha ⁻¹ de N-uréia	11,0 b	22,0 b
Trevo-branco + 50 kg ha ⁻¹ de N-uréia	11,5 b	23,0 b
Cornichão + 50 kg ha ⁻¹ de N-uréia	12,4 b	24,8 b
Média	15,0	24,0
CV, %	6	7

Médias seguidas por letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan (5%).

Em síntese, as informações de pesquisa disponíveis indicam que as leguminosas de inverno trevo-persa, trevo-branco e cornichão mostraram-se promissoras ao uso como fonte alternativa de nitrogênio para a cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, o que pode ser comprovado por meio de sua elevada capacidade de crescimento e acumulação de N nas áreas de terras baixas gaúchas. Na prática, o desempenho agrônômico favorável desses adubos verdes se refletiu em um potencial de fornecimento de nitrogênio para o arroz irrigado igual ou superior ao da uréia. Destaca-se, ainda, que a forma de manejo que melhores perspectivas de aplicação apresenta é a combinação dos adubos verdes a uma dose menor de uréia que a recomendada pela pesquisa local, por associar os efeitos imediato e residual de ambas as fontes. Este manejo proporcionou maior rendimento de grãos e otimizou a eficiência de utilização do nitrogênio dos adubos verdes, resultando em ganhos econômicos e ambientais para o sistema produtivo, uma vez que reduz a dependência de insumos externos e as perdas de nitrogênio do sistema, contribuindo, ainda, para a manutenção e/ou melhoria da qualidade do solo.

Referências Bibliográficas

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 3.ed. Passo Fundo: SBCS, Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil.** Porto Alegre: IRGA, 2001. 128p.

REIS, J.C.L. **Pastagens em terras baixas.** Pelotas: EMBRAPA-CPACT. 1998. 35p. (EMBRAPA CPACT, Circular Técnica, 7).

Comunicado Técnico, 81

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

GOVERNO FEDERAL
Trabalhando em todo o Brasil

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: Caixa Postal 403

Fone/fax: (53) 275 8199

E-mail: sac@cpact.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2002): 20

Comitê de Presidente: Mário Franklin da Cunha Gastal

Publicações Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia

Membros: Ariano Martins Magalhães Junior, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Darcy Bitencourt, Cláudio José da Silva Freire, Vera Allgayer Osório, **Suplentes:** Carlos Alberto Barbosa Medeiros e Eva Choer

Expediente Supervisor editorial: Maria Devanir Freitas Rodrigues

Revisão de texto: Maria Devanir Freitas Rodrigues/Ana Luiza Barragana Viegas

Editoração eletrônica: Oscar Castro