

## Suprimento de nutrientes para a produção orgânica de arroz irrigado

Walkyria Bueno Scivittaro<sup>1</sup>  
Maria Laura Turino Mattos<sup>1</sup>  
José Francisco da Silva Martins<sup>1</sup>

A agricultura convencional é baseada em sistemas de produção que provocam alterações ao meio ambiente. Pressupõe um manejo intensivo que geralmente inclui a movimentação e preparo do solo, o uso de variedades de plantas melhoradas e o consumo de grandes quantidades de insumos, visando a máxima produtividade a curto prazo. Contrapondo-se a esta, inserem-se na concepção de agricultura alternativa vários sistemas de produção auto-sustentáveis, cuja base é o equilíbrio dos agroecossistemas, sendo menos impactantes ao ambiente. No modelo de agricultura sustentável, busca-se, prioritariamente, a manutenção e a melhoria da qualidade do solo, considerada condição básica para o desenvolvimento do sistema de produção agropecuária e o aumento de sua produtividade.

A agricultura orgânica constitui uma das principais linhas de pensamento da agricultura alternativa. Prevê um sistema de produção onde se evita ou exclui o uso de fertilizantes minerais, defensivos químicos, reguladores de crescimento e outros aditivos compostos sinteticamente. Na medida do possível, os sistemas de produção orgânica baseiam-se no cultivo mínimo, na rotação de culturas, na manutenção de resíduos culturais, e no uso de adubações orgânica e verde e de

rochas ricas em minerais para a manutenção e melhoria da fertilidade do solo. Priorizam o cultivo mecânico para o controle de plantas daninhas e a adoção de métodos biológicos para o controle de pragas e doenças (Estados Unidos, 1984).

Grandes extensões das áreas de várzea do Rio Grande do Sul, tradicionalmente cultivadas com arroz irrigado em rotação com pastagens utilizadas para a pecuária extensiva, apresentam problemas de degradação do solo, infestação por plantas daninhas e baixa produtividade. Este panorama, aliado à maior exigência em qualidade do mercado consumidor e à crescente conscientização sobre a necessidade de preservação ambiental, têm levado à revisão dos padrões de produção de arroz .

Nesse sentido, a pesquisa tem contribuído buscando alternativas ao modelo de exploração agropecuária vigente. A Embrapa Clima Temperado, conjuntamente com outras instituições de pesquisa do Sul do País, já há alguns anos vem desenvolvendo estudos sobre alternativas tecnológicas para a produção orgânica de arroz irrigado. Paralelamente, as tecnologias geradas estão sendo validadas em propriedades agrícolas.

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., Dr. Embrapa Clima Temperado. BR 392 km 78. Cx. Postal 403.

E-mail: [wbscivit@cpact.embrapa.br](mailto:wbscivit@cpact.embrapa.br), [mattos@cpact.embrapa.br](mailto:mattos@cpact.embrapa.br), [martins@cpact.embrapa.br](mailto:martins@cpact.embrapa.br)

Este trabalho tem por objetivo indicar fontes de nutrientes para a produção orgânica de arroz irrigado no sistema de semeadura em solo seco, a partir do acompanhamento de atributos químicos de solo e do estado nutricional da cultura.

Os resultados analisados foram obtidos em unidades de validação estabelecidas em propriedade produtora de arroz. A propriedade considerada pertence ao extrato de agricultura familiar, com 13,5 ha de área, localizada no Banhado do Colégio, em Camaquã, RS. Tradicionalmente, a área cultivável dessa propriedade é utilizada para a produção de arroz, no verão, no sistema de semeadura em solo seco. No inverno é mantida em pousio, sendo, ocasionalmente, cultivada com azevém ou aveia-preta para a produção de feno. O solo da área de validação foi classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico solódico (Embrapa, 1999).

Na unidade de validação, as avaliações realizadas tiveram início por ocasião da implantação da safra agrícola 2001/02, coincidindo com o início da implementação do sistema de produção orgânica de arroz, estendendo-se até a safra 2002/03. Estas foram realizadas em duas áreas, com aproximadamente de 0,5 ha cada. Em uma delas, considerada como área controle para a comparação com o sistema de produção orgânica, manteve-se a adoção das tecnologias tradicionalmente utilizadas pelo produtor, incluindo o uso de fontes minerais de nutrientes, herbicidas e demais defensivos químicos requeridos ao longo dos cultivos (sistema convencional). Na outra (sistema orgânico), os insumos aportados seguiram as indicações da Instrução Normativa 06 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 10 de janeiro de 2002, que dispõe sobre as normas para a produção de produtos orgânicos de origem animal e vegetal.

Em todas as três safras e para os dois sistemas, utilizou-se o sistema convencional de preparo do solo e a cultivar de arroz irrigado BRS Pelota. As indicações de correção do solo e de adubação fundamentaram-se nos resultados de análises de solo e nas recomendações para a cultura do arroz irrigado (IRGA, 2001, SOSBAI, 2003). Neste sentido, não houve necessidade de correção do solo e as adubações realizadas consistiram na aplicação de 20, 40 e 20 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de 40, 60 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na primeira, segunda e terceira safras, respectivamente. As fontes de

nutrientes utilizadas foram superfosfato triplo e cloreto de potássio, para o sistema convencional, e fosfato natural Dawi e sulfato de potássio, para o sistema orgânico. Os fertilizantes fosfatado e potássico foram aplicados a lanço e incorporados imediatamente antes das semeaduras. No sistema convencional, anualmente, o fornecimento de nitrogênio foi feito mediante a aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, como uréia. Este fertilizante foi aplicado em cobertura, parcelando-se um terço da dose no início do perfilhamento e o restante por ocasião da diferenciação do primórdio floral. No sistema orgânico, programou-se a utilização de leguminosas de inverno, em adubação verde, como fonte de nitrogênio para o arroz irrigado. Porém, esta prática somente pode ser implementada a partir da segunda safra agrícola, visto que as atividades de validação iniciaram-se na prima-vera de 2001, imediatamente antes da semeadura do arroz. Assim, na primeira safra, o fornecimento de nitrogênio deu-se por meio da aplicação de esterco bovino curtido, na dosagem de 4 Mg ha<sup>-1</sup>. Nas safras subsequentes, após a colheita do arroz, procedeu-se à semeadura, a lanço, das leguminosas trevo-branco (*Trifolium repens*) e cornichão (*Lotus corniculatus*), cultivadas em consorciação. Para ambas as espécies, utilizou-se uma densidade de semeadura de 2 kg ha<sup>-1</sup> de sementes. Estas foram previamente inoculadas com inóculos específicos. Em ambos os anos, a adubação de plantio dessas leguminosas consistiu na aplicação em área total de 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, como fosfato natural Dawi. Em razão de o inverno e a primavera em 2002 terem sido muito chuvosos, praticamente não houve estabelecimento das leguminosas, considerando-se nulo o aporte de N da fixação biológica ao sistema, bem como a ciclagem dos demais nutrientes essenciais por estas. Já em 2003, o desenvolvimento das leguminosas foi adequado, com uma produção de massa seca de 4,6 Mg ha<sup>-1</sup>, a qual incorporou ao solo 115 kg ha<sup>-1</sup> de N.

As avaliações dos atributos químicos do solo: conteúdo de argila, pH água, índice SMP, teores de matéria orgânica, carbono orgânico, fósforo disponível, potássio extraível e de cálcio, magnésio e alumínio trocáveis foram realizadas por ocasião das semeaduras e colheitas do arroz. Adicionalmente, realizou-se a avaliação do estado nutricional do arroz irrigado, determinando-se os teores de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn em amostras de planta constituídas pelas folhas bandeira e imediatamente anterior coletadas por ocasião do florescimento.

Para ambos os sistemas, nota-se efeito residual de correções do solo praticadas anteriormente ao início do acompanhamento da fertilidade do solo da área de validação; o valor médio de pH do solo drenado foi superior ao recomendado para a cultura (5,5), promovendo a insolubilização do alumínio trocável, e os teores de Ca+ Mg foram próximos ou superiores ao nível crítico estabelecido para a cultura ( $5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) (Tabela 1). Estes resultados indicam ausência de danos à planta devidos à presença de acidez ativa ou trocável do solo, bem como devidos à restrição de cálcio e magnésio. Apesar desses resultados, na safra 2001/02, os conteúdos de cálcio e de magnésio nas folhas índices de arroz relativas ao sistema convencional foram cerca de duas vezes maiores que os obtidos no sistema orgânico (Tabela 2), o que pode ser atribuído ao menor crescimento das plantas de arroz neste sistema, decorrente da restrição de N e da maior competição de plantas daninhas, resultando em menor absorção desses nutrientes. Na safra 2002/03, esse comportamento não se repetiu e os teores de Ca e de Mg na planta praticamente não variaram entre os sistemas convencional e orgânico.

Apenas para o sistema orgânico e para a amostragem posterior ao primeiro cultivo determinou-se um teor de fósforo disponível no solo inferior ao nível de suficiência proposto para o arroz irrigado ( $6 \text{ mg dm}^{-3}$ ), de forma que as adubações praticadas visaram, basicamente, suprir a exportação da cultura. As variações na disponibilidade de P no solo, observadas entre os sistemas orgânico e convencional, acentuaram-se ao longo dos cultivos de arroz; os valores mais altos foram determinados para o sistema orgânico (Tabela 1). Neste sentido, há que se considerar o fato de que o extrator utilizado (Mehlich-I) não ser o mais apropriado para avaliações da disponibilidade de fósforo em solos adubados com fosfatos naturais, por promover a solubilização dos fosfatos de cálcio e, em decorrência, superestimando os valores determinados. Possivelmente, este fato esteja associado à menor absorção de fósforo pelas plantas cultivadas no sistema orgânico, resultando em menor concentração do nutriente na folha índice de arroz (Tabela 2). Não foram observados, porém, sintomas visuais de deficiência do nutriente na planta.

Independentemente da época de amostragem, do sistema considerado ou das adubações realizadas, os teores de potássio no solo encontram-se dentro das

faixas muito baixa ou baixa (Tabela 1). No entanto, a limitação do nutriente no solo não se refletiu em deficiência de potássio para as plantas, indicando suficiência das adubações praticadas. Há que se considerar, também, a contribuição de potássio da água de irrigação e o aumento da disponibilidade do nutriente sob alagamento, o qual é proporcionado por seu deslocamento dos sítios de troca pelos cátions  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ , pela liberação do nutriente de frações não disponíveis para a forma disponível (Machado, 1993) e pela substituição parcial de K por Na (Castilhos, 1999). Ressalta-se, porém, que com o cultivo continuado de arroz, utilizando-se de cultivares mais produtivas e extratoras de potássio, são esperadas diminuições gradativas nas reservas de potássio do solo, adquirindo maior importância a reposição do nutriente extraído pela cultura por meio de adubações e a manutenção dos resíduos da colheita (palha), capazes de restituir ao solo entre 80 e 90% do total do nutriente extraído pela planta.

A comparação entre sistemas mostra, porém, que o conteúdo de potássio nas plantas do sistema orgânico foi menor relativamente ao do sistema convencional (Tabela 2), o que também deve estar associado à restrição no crescimento devida à menor disponibilidade de nitrogênio, bem como à competição proporcionada por invasoras.

Em ambos os sistemas, verificaram-se, de forma geral, aumentos nos teores de matéria orgânica (MO) e de carbono orgânico (C org.) do solo ao longo dos cultivos (Tabela 1). Atribui-se este comportamento à incorporação de carbono pelos cultivos de verão e de inverno e à menor taxa de mineralização de MO, decorrente das chuvas frequentes, que mantiveram o solo alagado por extensos períodos de tempo ao longo dos cultivos. O nitrogênio nativo do solo não supriu as exigências do nutriente do arroz, como pode ser verificado pelo menor crescimento das plantas, pelos sintomas visuais de deficiência de N e pelos menores teores de N na planta determinados para o sistema orgânico, especialmente na safra 2001/02 (Tabela 2). O aporte de N oriundo de uma fonte mineral, no sistema convencional, e de leguminosas adubos verdes, no sistema orgânico, favoreceu o crescimento das plantas de arroz. Estes resultados mostram a importância da utilização de fontes alternativas de N no sistema orgânico, de forma especial leguminosas adubos verdes, para potencializar a produção.

Com base nos resultados relativos à área de validação de sistema de produção orgânica de arroz irrigado, verifica-se que as leguminosas de inverno trevo-branco e cornichão, fosfato natural reativo e sulfato de potássio, fontes de N, P e K, respectivamente, liberadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para a produção orgânica de produtos vegetais (Instrução Normativa Nº 008), são adequadas ao fornecimento desses nutrientes ao arroz irrigado, substituindo de forma satisfatória os fertilizantes minerais utilizados nos sistemas de produção convencional. Os menores teores de nutrientes porventura ocorridos no arroz produzido no sistema orgânico, comparativamente ao convencional, estiveram associados, principalmente, à limitação no crescimento das plantas, decorrente da competição intensa por plantas invasoras.

Ademais, o nitrogênio mostrou-se o principal nutriente limitante à produção orgânica de arroz, requerendo maior atenção quanto à seleção de fontes e ao manejo para a nutrição adequada das plantas de arroz. O uso de leguminosas de inverno, como adubos verdes, desponta como uma fonte alternativa do nutriente bastante atrativa para sistemas de produção orgânica de arroz irrigado, contribuindo com quantidades elevadas de N, em geral superiores às fornecidas usualmente pelos fertilizantes minerais empregados no sistema convencional. É fundamental, porém, para o sucesso da adubação verde, a seleção de espécies adaptadas ao cultivo em áreas de várzea, durante o inverno (Scivittaro et al., 2002). Os adubos verdes apresentam, ainda, vantagens adicionais, como a

manutenção do solo coberto durante o outono-inverno, evitando sua degradação, efeito inibitório sobre invasoras, reduzindo sua ocorrência no cultivo de verão, e a possibilidade de utilização parcial na alimentação animal.

Com relação aos fosfatos naturais reativos, não se tem observado restrição ao uso como substituto de fosfatos solúveis, conforme verificado na unidades de validação acompanhada, e em outros estudos realizados com a cultura (Gomes et al., 2002, 2003; Scivittaro et al., 2003). Vale ressaltar a economia advinda do menor custo dos fosfatos naturais relativamente aos solúveis.

Já o sulfato de potássio, embora reconhecidamente considerado como fonte de K de elevada qualidade, superior inclusive ao cloreto de potássio, fonte tradicional do nutriente para os sistemas convencionais de produção, apresenta alguma restrição ao uso em cultivos de arroz irrigado, especialmente quando da aplicação de doses muito altas, que podem provocar toxidez ao arroz por excesso de  $H_2S$ , inibindo a absorção de alguns nutrientes. Entretanto, esta situação é mais provável de ocorrer em solos com baixos teores de ferro e altos teores de matéria orgânica, associada a temperaturas elevadas, que favorecem a redução do  $SO_4^{2-}$  a  $H_2S$ . Neste caso, uma possibilidade seria a manutenção da palhada do arroz após os cultivos, visto que esta contém a maior parte do potássio requerido pelo arroz, diminuindo, assim, a necessidade de aporte do nutriente, via mineral.

**Tabela 1.** Resultados de análises químicas de solo relativas às áreas de produção de arroz nos sistemas orgânico e convencional.

Sistema	pH água (1:1)	Índice SMP	MO	C org.	P	K	Ca	Mg	Al	Argila
			----- g dm <sup>-3</sup> -----		---- mg dm <sup>-3</sup> ---		----- cmolc dm <sup>-3</sup> -----			g dm <sup>-3</sup>
Orgânico	5,6	6,0	17	9,9	10,8	26	3,7	0,9	0,0	20
Convencional	5,9	6,3	19	11,0	12,9	31	4,2	1,2	0,0	20
<i>Outono 2002: Após a colheita do arroz - safra 2001/02</i>										
Orgânico	6,0	6,8	20	11,6	5,3	18	3,4	1,4	0,0	20
Convencional	6,5	6,9	16	9,3	6,3	10	3,9	1,7	0,0	20
<i>Primavera 2002: Semeadura do arroz - safra 2002/03</i>										
Orgânico	6,9	7,0	23	13,3	15,6	22	4,8	1,8	0,0	20
Convencional	6,0	7,0	29	16,8	19,0	40	5,2	2,0	0,0	20
<i>Outono 2003: Após a colheita do arroz - safra 2002/03</i>										
Orgânico	6,2	6,4	24	13,9	6,0	30	4,7	1,5	0,0	20
Convencional	6,2	6,4	24	13,9	7,0	20	4,4	1,6	0,0	20
<i>Primavera 2003: Semeadura do arroz - safra 2003/04</i>										
Orgânico	6,2	6,5	19	11,0	32,8	27	3,6	1,4	0,0	20
Convencional	6,3	6,5	23	13,3	19,4	32	4,4	1,8	0,0	20

**Tabela 2.** Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas índice do arroz produzido nos sistemas orgânico e convencional.

Sistema	N	P	K	Ca	Mg
----- g kg <sup>-1</sup> -----					
<i>Safra 2001/02</i>					
Orgânico	16,0	1,1	12,2	2,5	0,7
Convencional	23,8	2,6	16,4	4,7	1,6
<i>Safra 2002/03</i>					
Orgânico	20,2	1,8	13,6	3,7	1,5
Convencional	22,6	2,3	15,4	4,4	1,6

## Referências Bibliográficas

- CASTILHOS, R.M.V. **Suprimento de potássio em solos cultivados com arroz irrigado e sua relação com mineralogia, formas e cinética de liberação.** 1999. 175f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- ESTADOS UNIDOS. Departamento de Agricultura. **Relatório e recomendações sobre agricultura orgânica.** Brasília: CNPq, 1984. 128p.
- GOMES, A. da S.; FERREIRA, L.H.G.; SCIVITTARO, W.B.; CAPILHEIRA, A.; SILVA, A.C. da S. Manejo da adubação fosfatada em arroz irrigado cultivado no sistema convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camburiú. **Anais.** Itajaí: EPAGRI, 2003. p.282-284.
- GOMES, A. da S.; SCIVITTARO, W.B.; FERREIRA, L.H.G.; MARTINS, E.; CAPILHEIRA, A. Uso de fosfatos naturais reativos como fonte supridora de fósforo ao arroz irrigado. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.608-611.
- IRGA. **Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil.** Porto Alegre: IRGA, 2001. 128p.
- MACHADO, M.O. **Adubação e calagem, para a cultura do arroz irrigado, no Rio Grande do Sul.** Pelotas: EMBRAPA–CPATB, 1993. 63p. (EMBRAPA–CPATB. Boletim de Pesquisa, 2)
- SCIVITTARO, W.B.; GOMES, A. da S.; FERREIRA, L.H.G.; FARIAS, D.G. de. Uso de fosfatos solúvel e natural na cultura do arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camburiú. **Anais.** Itajaí: EPAGRI, 2003. p.276-278.
- SCIVITTARO, W.B.; SILVA, C.A.S. da; ANDRES, A.; REIS, J.C.L.; MATTOS, M.L.T.; TRIVELIN, P.C.O.; MURAOKA, T. **Potencial de utilização de leguminosas de inverno como fonte alternativa de nitrogênio para a cultura do arroz irrigado.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 6p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 81)
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil.** Itajaí, SC: SOSBAI, 2003, 126p.

### Comunicado Técnico, 97



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 2004: 150 exemplares

### Comitê de publicações

**Presidente:** Mário Franklin da Cunha Gastal  
**Secretário-Executivo:** 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 Medeiros e Eva Choer

### Expediente

**Revisão de texto:** Sadi Sapper / Ana Luíza Barragana Viegas  
**Editoração eletrônica:** Oscar Castro