

# Plantio direto em arroz

Moizés de Sousa Reis<sup>1</sup>

Antônio Alves Soares<sup>2</sup>

Cleber Moraes Guimarães<sup>3</sup>

**Resumo** - O uso do plantio direto no cultivo do arroz de terras altas ainda é bastante incipiente. Trabalhos de pesquisa estão sendo empreendidos na busca de informações para tornar essa prática vantajosa para o orizicultor de terras altas. Alguns autores afirmam que faltam apenas melhores ajustes para tornar a cultura viável. Na cultura do arroz irrigado, a técnica teve boa aceitação no Rio Grande do Sul, pois além de propiciar um bom controle do arroz vermelho, considerado o maior problema da orizicultura gaúcha, pelas altas infestações, proporciona vantagens como redução de custos de produção, semeadura em época mais adequada e melhor integração lavoura-pecuária. A utilização do arroz de terras altas, em plantio direto, como componente de sistemas agrícolas sustentáveis, e o uso desta técnica de cultivo em arroz irrigado poderão incrementar a produção de arroz, tendo em vista os benefícios proporcionados à orizicultura.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*. Arroz de terras altas. Arroz irrigado. Cultivo.

## INTRODUÇÃO

O plantio direto (PD) consiste na semeadura direta sem as operações primárias e secundárias no solo (arações e gradagens), feitas sobre uma cobertura vegetal previamente dessecada por herbicidas (DERPSCH, 1984).

Além de novas tecnologias que são frequentemente adotadas pelos produtores, visando, principalmente, redução de custos e aumento da produtividade, sem comprometer a qualidade dos produtos, há uma preocupação crescente de preservar o meio ambiente, com o uso de tecnologias auto-sustentáveis.

O aspecto conservacionista do PD, sem dúvida, tem merecido destaque e incentivado o seu uso, impulsionado pela nova mentalidade de agricultura sustentável na preservação dos recursos naturais, onde as perdas de solo e água são mínimas. No

plantio convencional (PC) empregado hoje, revolve-se excessivamente a camada arável pelo uso intensivo de implementos, resultando em compactação da camada superficial, desagregação do solo, selamento superficial etc. Assim, iniciam-se os processos erosivos, comprometendo o potencial produtivo do solo, a economia do sistema e o meio ambiente.

Dentre os efeitos positivos do PD, pode-se destacar o controle quase total da erosão, com perdas mínimas de solo e água e atenuação da temperatura e da amplitude térmica do solo, o que favorece a ação dos microorganismos e da mesofauna do solo, além de melhorar a absorção de nutrientes pelas plantas. Promove também uma melhor manutenção da umidade do solo pelo efeito da cobertura morta, tem ação como reserva de nutrientes, cuja liberação é paulatina, e, finalmente, exerce controle parcial

de plantas daninhas, dificultando sua germinação ou impedindo sua emergência (LANDERS, 1995). Entretanto, esses efeitos positivos podem não existir se não houver a devida atenção para a cobertura morta. Nos cerrados, no entanto, tem sido difícil a formação e, principalmente, a manutenção de volume de palhada em quantidade para proteger plenamente a superfície do solo. Altas temperaturas associadas à umidade provocam a rápida decomposição dos resíduos vegetais. A experiência tem mostrado que nos cerrados, o cultivo do milho para formação da cobertura morta, tem sido uma boa alternativa para o grande impulso no PD. Seu cultivo é geralmente feito no final ou na entrada do período chuvoso.

O uso do PD no cultivo do arroz de terras altas ainda é bastante incipiente. Trabalhos de pesquisa estão sendo empreendidos na busca de informações para tornar essa

<sup>1</sup>Engº Agrº, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: moizes@epamig.ufla.br

<sup>2</sup>Engº Agrº, D.Sc., Prof. UFLA - Depº Agricultura, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: aasoares@ufla.br

<sup>3</sup>Engº Agrº, D.Sc., Pesq. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antonio de Goiás-GO. Correio eletrônico: cleber@cnpaf.embrapa.br

prática vantajosa para o orizicultor de terras altas. Na cultura do arroz irrigado, no entanto, a adoção do sistema é tida como a solução potencialmente capaz de minimizar as crescentes infestações do arroz vermelho.

Este trabalho tem como objetivo levar, aos produtores de arroz de terras altas e de arroz irrigado, informações técnicas sobre os sistemas de cultivo sob PD.

## PLANTIO DIRETO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS

O uso do PD no cultivo do arroz de terras altas encontra-se em fase de pesquisas e não se têm, ainda, resultados conclusivos acerca do benefício que ele possa proporcionar.

O arroz é uma planta com sistema radicular frágil, que ao ser cultivada em condições adversas tem comprometida sua capacidade de absorver água e/ou nutrientes. Conforme Guimarães e Moreira (2001), o sistema radicular do arroz é diminuído com o aumento da densidade do solo a partir de 1,2 g/cm<sup>3</sup>. Resultados similares foram observados por Rosolem et al. (1994) e Fernandez et al. (1995). Conforme Atwell (1990), o crescimento das raízes seminais é, também, muito sensível à compactação do solo. Esse autor verificou um crescimento de 0,6 e 1,78 cm dia<sup>-1</sup>, em solo compactado e descompactado, respectivamente. Por outro lado, Grohmann e Queiroz Neto (1966) observaram uma total inibição do crescimento radicular de plântulas de arroz nas densidades do solo superiores a 1,38 g cm<sup>-3</sup>.

O preparo do solo é o melhor método identificado até o momento para o arroz de terras altas, pois consiste em passar a grade aradora, para trituração e pré-incorporação dos resíduos orgânicos, seguida da aração profunda (30-40cm), preferencialmente com arado de aiveca, concluída, se necessário, com gradagem de nivelamento/destorroamento (SEGUY et al., 1984 apud KLUTHCOUSKI, 1998).

Alguns trabalhos de pesquisa demonstram rendimentos inferiores para o arroz de terras altas em PD, quando comparado com outros sistemas. Kluthcouski (1998), por exemplo, obteve rendimentos superiores de

até 46%, com uso de implementos, comparados ao PD. O autor atribuiu o fraco desempenho a problemas com o perfil do solo, afirmando que, onde domina a microporosidade e horizontes superficiais compactados, sempre acarreta baixas produtividades de arroz.

As experiências com PD na cultura do arroz de terras altas são poucas. Entretanto, resultados de experimentos conduzidos na Embrapa Arroz e Feijão indicam que o desempenho da cultura neste sistema de

cultivo melhora com o passar dos anos (STONE et al., 1984). O aumento do conteúdo de matéria orgânica com o tempo no sistema e o efeito das raízes das culturas de cobertura na reestruturação do solo podem reduzir a densidade deste (STONE et al., 2002).

Stone et al. (2002) verificaram que as produtividades do arroz de terras altas sob PD e no preparo com arado foram na média de quatro anos, respectivamente, 32% e 21% superiores à obtida no preparo com grade (Quadro 1). Verifica-se no Quadro 2

QUADRO 1 - Produtividades de arroz relativas aos sistemas de preparo do solo e ao período 1998/1999-2001/2002

| Sistema de preparo       | Produtividade (kg/ha) |           |           |           |                      |
|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
|                          | 1998/1999             | 1999/2000 | 2000/2001 | 2001/2002 | Média <sup>(1)</sup> |
| Grade aradora (10-15 cm) | 1.662                 | 1.971     | 1.205     | 1.643     | 1.620 b (100)        |
| Arado de aiveca (30 cm)  | 1.805                 | 2.017     | 1.796     | 2.203     | 1.955 a (121)        |
| Plantio direto           | 2.710                 | 1.152     | 2.179     | 2.548     | 2.147 a (132)        |
| CV (%)                   |                       |           |           |           | 30,4                 |
| DMS (kg/ha)              |                       |           |           |           | 251,2                |

FONTE: Stone et al. (2002).

NOTA: CV – Coeficiente de variação; DMS – Distância mínima significativa.

(1) Médias da análise conjunta, seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; valores entre parênteses são relativos à comparação com a grade.

QUADRO 2 - Médias de quatro anos da densidade e porosidade do solo nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade, em três sistemas de preparo do solo

| Sistema de preparo       | Densidade do solo (Mg/m <sup>3</sup> ) | Porosidade (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) |
|--------------------------|--|--|
|                          | 0 - 10 cm                              | 0 - 10 cm                                    |
| Grade aradora (10-15 cm) | 1,41 a                                 | 0,467 a                                      |
| Arado de aiveca (30 cm)  | 1,31 a                                 | 0,505 a                                      |
| Plantio direto           | 1,32 a                                 | 0,501 a                                      |
|                          | 10 - 20 cm                             | 10 - 20 cm                                   |
| Grade aradora            | 1,48 a                                 | 0,446 a                                      |
| Arado de aiveca          | 1,38 b                                 | 0,479 a                                      |
| Plantio direto           | 1,36 b                                 | 0,488 a                                      |
|                          | 20 - 30 cm                             | 20 - 30 cm                                   |
| Grade aradora            | 1,38 a                                 | 0,484 a                                      |
| Arado de aiveca          | 1,34 a                                 | 0,497 a                                      |
| Plantio direto           | 1,35 a                                 | 0,491 a                                      |

FONTE: Stone et al. (2002).

NOTA: Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, dentro de cada camada de solo, não apresentam diferenças significativas a 5% pelo teste de Tukey.

que a densidade do solo na camada de 10-20 cm foi maior no preparo com grade. No caso do PD, a cobertura do solo com material vegetal todo o tempo resulta em alta concentração de material orgânico na camada superficial e promove intensa atividade biológica, o que resulta em produtos que desempenham função na formação e estabilização (agentes cimentantes) dos agregados e melhora, com o tempo, as condições físicas do solo.

Apesar de muitos depoimentos desfavoráveis ao PD de arroz de terras altas, Seguy et al. (1998), em seus trabalhos na região Centro-Norte de Mato Grosso, afirmam que, sob determinadas condições, a produtividade de grãos foi igual ou até superior à obtida no PC.

### Desenvolvimento radicular

No PD, o adensamento das camadas superficiais e subsuperficiais limita o desenvolvimento radicular. Guimarães (1997) concluiu que, comparativamente ao PD, a aração promoveu maior desenvolvimento radicular em profundidade. No PD também foi observada uma redução no desenvolvimento da parte aérea do arroz. Gassen e Gassen (1996) e Balbino (1997), entretanto, afirmam que pode haver compensação disso pela continuidade dos poros resultantes da atividade microbológica e da decomposição das raízes da cobertura morta.

Conforme Kluthcouski et al. (2002), o arroz de terras altas sob PD produziu menos, quando comparado com as condições em que houve revolvimento do solo. Observou-se também maior esterilidade das espiguetas, podendo ser reflexo da deficiência hídrica ou mineral, em função, provavelmente, do reduzido enraizamento, devido à compactação/adensamento do solo. A altura de plantas, a área foliar e ainda a produção de matéria seca foram inferiores no PD. Stone et al. (1980) e Guimarães (1997) observaram redução na produtividade do arroz no PD e a causa seria a limitação do desenvolvimento radicular, devido à compactação do solo.

A maior limitação do arroz de terras altas ao PD talvez seja devido à redução na ma-

croporosidade que o sistema provoca e, aliado à concentração superficial dos nutrientes, impede o desenvolvimento radicular em profundidade, limitando a produtividade do arroz sobretudo em sistemas e regiões dependentes de chuvas. As raízes não conseguem reduzir seu diâmetro para penetrar nos microporos menores que suas extremidades. Assim, elas têm que deslocar as partículas do solo, o que esgota rapidamente sua força e restringe o seu alonga-

mento (MARCHNER, 1986 apud KLUTHCOUSKI, 1998). Conforme Guimarães et al. (2001), o arroz apresenta um sistema radicular muito sensível à compactação do solo, como a observada em áreas de PD na região dos cerrados. Nestas condições, o sistema radicular é menos desenvolvido (Fig. 1). Entretanto, quando as condições físicas do solo são favoráveis, o sistema radicular atinge maiores profundidades (Fig. 2). Sistema radicular pouco desenvolvido não acarreta

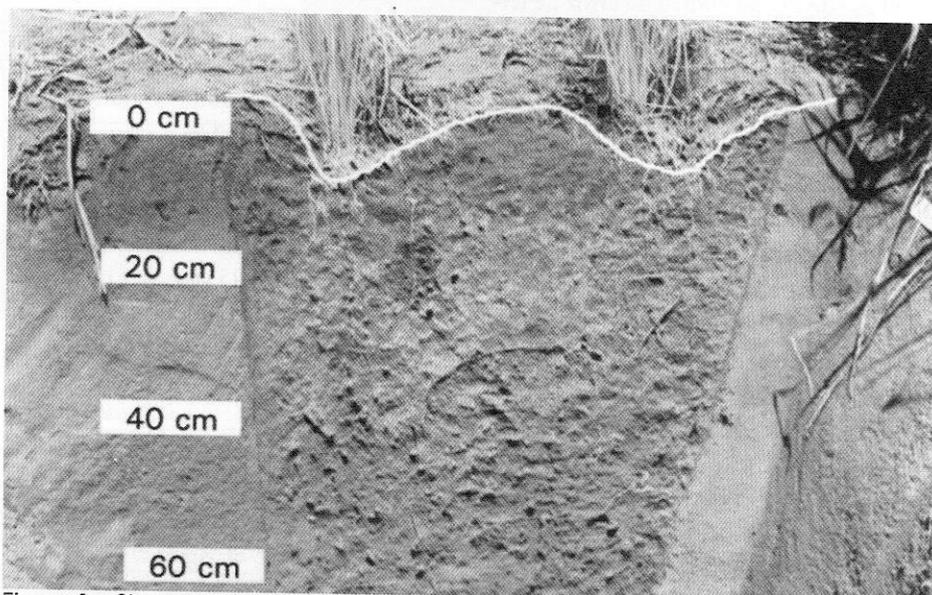


Figura 1 - Sistema radicular do arroz de terras altas, em plantio direto, após o cultivo da soja - Fazenda Piratini, Dom Aquino (MT)

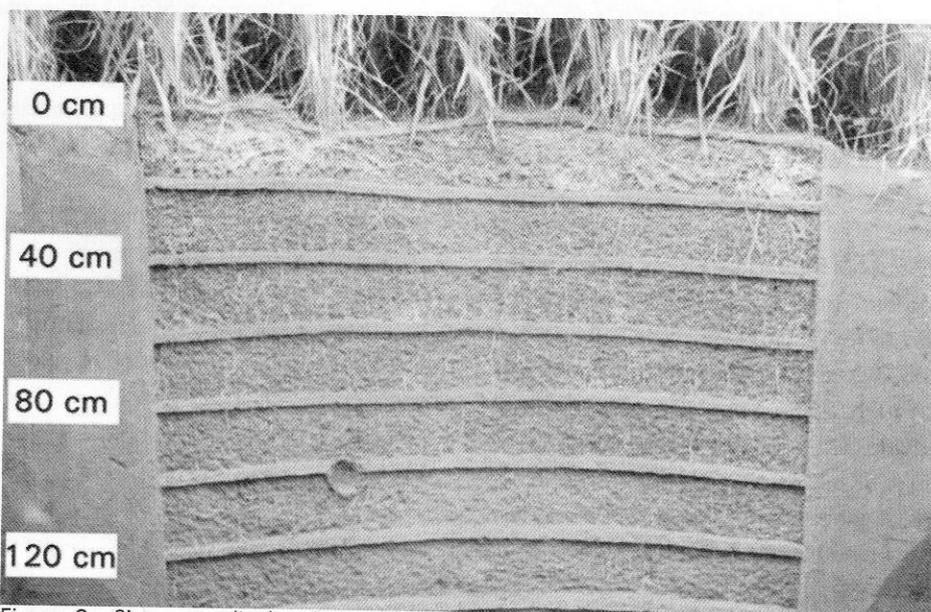


Figura 2 - Sistema radicular do arroz de terras altas em solo preparado com arado de aiveca - Bela Vista (GO)

grandes problemas à planta, quando há boa disponibilidade hídrica no solo, porém, pode se agravar com o efeito dos veranicos, pela menor capacidade de a planta absorver água. Por outro lado, sistema radicular superficial não absorve os nutrientes que se movimentam para as camadas inferiores do solo. Isto é particularmente importante nas regiões com alta precipitação e em solos arenosos como na pré-Amazônia. Semeadoras de PD, equipadas com dispositivos para romper o solo a maiores profundidades (Fig. 3), têm apresentado resultados positivos na indução do aprofundamento do sistema radicular do arroz de terras altas. Um destes dispositivos é a haste escarificadora acoplada à semeadora, atrás do disco de corte que, ao romper o solo a uma maior profundidade e aplicar 50% do fertilizante a, aproximadamente, 20-22 cm e o restante a 5-8 cm, aumenta o sistema radicular (Fig. 4) e propicia melhor capacidade de absorção de água e nutrientes, principalmente daqueles mais lixiviáveis. Este artifício tem resultado em aumento de até 100% na produtividade, quando períodos de veranicos expõem a planta ao estresse hídrico. Entretanto, quando a disponibilidade hídrica é adequada e a fertilidade do solo é satisfatória, esse efeito não tem sido observado (GUIMARÃES et al., 2001).

### Cultivares

Um dos aspectos mais importantes em relação à adoção do PD para o arroz de terras altas é o comportamento das cultivares neste tipo de cultivo. Poucos estudos têm sido feitos para selecionar linhagens ou cultivares para esse sistema. Num desses trabalhos, realizado por Moura Neto (2001), observou-se que as linhagens e cultivares de arroz testadas comportaram-se de modo semelhante no PD e no PC, para produtividade de grãos. Entretanto, sob PD, houve uma tendência de redução da altura de plantas, alongamento do ciclo e menor incidência de doenças. Guimarães et al. (no prelo) também avaliaram genótipos em condições de PD. Eles observaram que



Figura 3 - Semeadora de plantio direto equipada com haste escarificadora

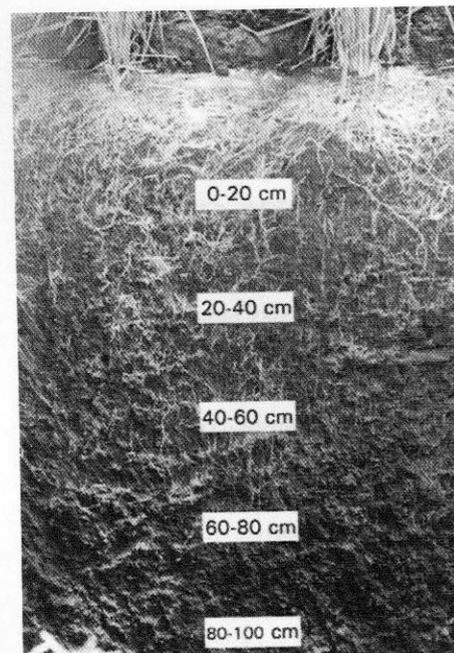


Figura 4 - Sistema radicular do arroz ('Canastra') em plantio direto, com semeadora equipada com disco de corte e haste escarificadora

os genótipos diferiram significativamente entre si, em termos de produtividade. A linhagem CNA 8557 produziu, em média, 4.390 kg ha<sup>-1</sup>, superior aos demais genótipos. Sua superioridade produtiva foi de 9,0%; 12,6%; 19,3% e 26,3% em relação à 'Carisma', 'Primavera', 'Bonança' e 'Canastra', respectivamente (Quadro 3). Observaram também que foram influenciados diferentemente pelas condições

edafoclimáticas locais, ao apresentar efeito significativo na interação locais x genótipos. A linhagem 'CNA 8557' foi mais estável, ao apresentar uma diferença de 53 kg ha<sup>-1</sup> entre a maior e a menor produtividade. Esta linhagem produziu 4.422 kg ha<sup>-1</sup>, 4.370 kg ha<sup>-1</sup> e 4.396 kg ha<sup>-1</sup>, em Buriti Alegre e Rio Verde (GO), e em Campo Verde (MT), respectivamente, enquanto a cultivar Bonança foi a mais instável, ao apre-

QUADRO 3 - Produtividade dos genótipos de arroz de terras altas, 'CNA 8557', 'Carisma', 'Primavera', 'Canastra' e 'Bonança' no plantio direto conduzido em Buriti Alegre e Rio Verde (GO) e Campo Verde (MT)

| Cultivares | Buriti Alegre | Rio Verde <sup>(1)</sup> | Campo Verde |
|------------|---------------|--------------------------|-------------|
| Bonança    | 4.118 a       | 3.919 a                  | 2.769 c     |
| CNA 8557   | 4.422 a       | 4.370 a                  | 4.396 a     |
| Canastra   | 3.828 a       | 3.416 b                  | 3.243 c     |
| Carisma    | 4.184 a       | 4.005 a                  | 3.913 ab    |
| Primavera  | 4.292 a       | 3.980 a                  | 3.343 bc    |
| CV (%)     |               | 10,15                    |             |

FONTE: Guimarães et al. (no prelo).

NOTA: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV - Coeficiente de variação.

(1) Média de dois anos.

sentar uma diferença de 1.349 kg ha<sup>-1</sup> entre a maior e a menor produtividade.

A instabilidade da produtividade dos genótipos nos três locais foi explicada, em parte, pela esterilidade das espiguetas. Esta, na maioria das vezes, é uma consequência direta da incidência de brusone, que, quando ocorre no arroz, durante a fase de emissão e formação das panículas, aumenta o número de espiguetas vazias ou estéreis. A brusone, durante esta fase, ao necrosar a base da panícula ou da própria espiguetas, estrangula o fluxo de carboidratos e compromete o enchimento de grãos.

As novas cultivares de grãos agulhinhas de arroz de terras altas, de boa cotação comercial, têm influenciado grandemente a procura por este cereal, para o PD, por razões econômicas e/ou pela necessidade de rotação, tão importante para o sistema. É evidente a grande demanda atual para o uso do arroz de terras altas em PD, sobretudo em áreas recuperadas de regiões favorecidas com boa precipitação e/ou sob pivô central com perspectivas de altas produtividades, haja vista a grande área cultivada atualmente com PD de milho/soja, onde o arroz apresenta-se como uma alternativa.

Assim, para que se possa expandir as áreas de PD cultivadas com arroz de terras altas, é preciso selecionar cultivares e linhagens adaptadas, visando uma exploração mais eficiente e lucrativa desse sistema agrícola.

### Adubação

O suprimento de nitrogênio é inadequado às plantas no PD pela maior lixiviação, volatilização de amônia, retenção na palha e imobilização microbiana (GUIMARÃES; YOKOYAMA, 1998, KITUR et al., 1984, HEINRICHS et al., 2001). A imobilização é ainda maior após o uso de gramíneas com alta relação C/N, o que causa uma demanda de nitrogênio no solo maior para sua decomposição, competindo com a cultura. Nestas condições, estes autores consideram necessário aplicar maiores doses de nitrogênio no PD comparado com o PC.

Esse efeito ocorre para todas as gramíneas, com maiores problemas para o arroz de terras altas, pelo enraizamento superficial e pela menor eficiência na absorção de nutrientes. A mesma afirmação é feita por Seguy et al. (1998), que recomendam, ainda, que o nitrogênio pode ser antecipado em pré-plantio, aplicado na rebrota da biomassa, logo nas primeiras chuvas. Kitur et al. (1984) verificaram que mais de 50% do N imobilizado encontrava-se na camada superficial de 5 cm, em que o teor de matéria orgânica e a atividade microbiana eram maiores, consumindo parte do N mineral que seria destinado à cultura principal. Entretanto, a população microbiana não se mantém crescendo indefinidamente e, a partir do momento em que o carbono (C) facilmente oxidável desaparece e o sistema em decomposição tiver a relação C:N menor que 25:1, começa a ocorrer liberação de N para as plantas (SÁ, 1999).

A recomendação atual de adubação nitrogenada para o arroz de terras altas, no PC de preparo do solo, varia de 15 a 60 kg de N ha<sup>-1</sup> (FAGERIA, 1998, STONE; SILVA, 1998) e, no PD, de 40 a 90 kg de N ha<sup>-1</sup> (FAGERIA, 1998), dependendo da suscetibilidade da cultivar ao acamamento e à brusone. Entretanto, como a magnitude em que a imobilização afeta a disponibilidade do N depende da relação C:N, da composição e da quantidade de resíduos produzidos pela cultura anterior, a resposta do arroz de terras altas à adubação nitrogenada no PD deverá ser diferente após uma leguminosa ou uma gramínea.

Guimarães et al. (no prelo) observaram que o arroz apresentou maior resposta à adubação nitrogenada após a pastagem que após a soja. Quando o N foi aplicado totalmente na semeadura, a produtividade aumentou até a dose de 118 kg ha<sup>-1</sup>, apresentando o valor de 2.754 kg ha<sup>-1</sup>, superior em 153% à produtividade estimada no tratamento sem aplicação de N. A dose de adubação nitrogenada que propiciou a máxima eficiência econômica foi 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, para uma produtividade de 2.713 kg ha<sup>-1</sup>, situando-se pouco acima do limite superior

da faixa de recomendação de Fageria (1998), para o PD, e acima da faixa de valores recomendados para o PC de preparo do solo (FAGERIA, 1998, STONE; SILVA, 1998).

Ehlers e Claupein (1992) observaram que nos anos iniciais do PD foi necessário aplicar mais N para atingir os níveis de produtividade do PC de preparo do solo. Entretanto, após alguns anos do PD, com adubações extras de N ou com a introdução de leguminosas no sistema, a demanda e a eficiência da adubação nitrogenada nos dois sistemas aproximavam-se. Isto deveu-se à maior demanda de N na fase de implantação da cultura no PD, em função da imobilização microbiana do nitrogênio (KITUR et al., 1984, HEINRICHS et al., 2001).

O aumento da produtividade com o incremento da dose de N pode ser explicado pelo aumento no número de panículas por m<sup>2</sup>, que apresentou resposta quadrática, segundo a equação  $Y = 92,9 + 1,187X - 0,0039X^2$ ,  $R^2 = 0,99^{**}$ , com ponto de máximo igual a 152 kg de N ha<sup>-1</sup>, e pelo aumento no número de grãos por panícula, que apresentou resposta linear, segundo a equação  $Y = 101,7 + 0,201X$ ,  $r^2 = 0,92^*$ .

A massa de 100 grãos diminuiu com o aumento da dose de N, segundo a equação quadrática  $Y = 2,38 + 0,0001X - 0,00001X^2$ ,  $R^2 = 0,98^*$ , e a esterilidade de espiguetas apresentou resposta linear positiva às doses de N, segundo a equação  $Y = 16,8 + 0,048X$ ,  $r^2 = 0,74^*$ . Isto foi devido à maior ocorrência de brusone nas panículas. As infecções ocasionadas pela doença geralmente ocorrem no primeiro nó abaixo da panícula, necrosando os tecidos e estrangulando o fluxo de carboidratos, o que compromete o enchimento dos grãos (PRABHU et al., 1986). O N em doses elevadas intensifica a severidade da brusone (SANTOS et al., 1986). Estes autores afirmam também que a aplicação da totalidade do N no sulco, por ocasião da semeadura, aumenta a severidade da brusone, quando comparada com a aplicação parcelada. Entretanto, neste experimento foi observado que a aplicação de todo o N na semeadura resultou em

menor severidade da doença, comparativamente com as aplicações parceladas na semeadura e em cobertura. A aplicação de todo o N na semeadura propiciou menor esterilidade de espiguetas, 18,2%, em relação aos outros modos de aplicação, 22,5% e 21,4%, respectivamente.

A maior imobilização microbiana de N em solos com resíduos de alta relação C:N na superfície, como na área de PD após pastagem de *Brachiaria*, C:N  $\geq$  70 (REZENDE et al., 1999), pode ter contribuído para a redução na esterilidade de espiguetas, uma vez que a reciclagem de nutrientes é mais vagarosa (FERNANDES et al., 1999). Isto pode explicar a menor ocorrência de brusone, quando a adubação nitrogenada foi aplicada totalmente na semeadura.

O arroz cultivado após a soja apresentou índices de produtividade mais altos que após a pastagem, entretanto respondeu com menor intensidade à adubação nitrogenada. Para esta condição, a produtividade e seus componentes, com exceção da massa de 100 grãos, só apresentaram resposta significativa às doses de N. A produtividade média máxima foi de, aproximadamente, 3.441 kg ha<sup>-1</sup>, para uma dose de 107 kg de N ha<sup>-1</sup>, um aumento de produtividade de apenas 23% em relação à estimada para a dose zero de N. O máximo econômico foi de 68 kg de N ha<sup>-1</sup>, para uma produtividade de 3.353 kg ha<sup>-1</sup>, situando-se, aproximadamente, no meio da faixa de recomendação proposta por Fageria (1998), para o PD. Neste experimento, a demanda por N foi menor em virtude do cultivo ter sido conduzido em área de soja, onde ocorre maior mineralização do nitrogênio. Segundo Wienhold e Halvorson (1999), o aumento na taxa de mineralização de N representa um aumento do estoque deste nutriente no solo na fórmula orgânica lábil. Solos com grande estoque de N lábil são capazes de suprir a maior parte da demanda da planta por N. Além do mais, este N não se perde por lixiviação, o que explica o bom efeito da adubação aplicada totalmente na semeadura.

O aumento da produtividade com o incremento da dose de N pode ser explicado pelo maior número de panículas por m<sup>2</sup>, que apresentou resposta quadrática, segundo a equação  $Y = 218,1 + 0,829X - 0,0031X^2$ ,  $R^2 = 0,87^*$ , com ponto máximo igual a 134 kg de N ha<sup>-1</sup>.

O número de grãos por panícula, ao contrário do observado após pastagem, apresentou tendência em diminuir com o aumento da dose de N, embora não tenha sido possível ajustar uma equação que explicasse esta relação de maneira significativa. Como a cultivar Canastra, usada neste experimento, perfilhou bem mais que a cultivar Primavera usada no experimento após pastagem, o que se refletiu no maior número de panículas por m<sup>2</sup>, observa-se que esta redução está relacionada com a maior competição entre plantas com o aumento da dose de N. Santos et al. (1986) e Stone e Pereira (1994) também observaram redução no número de grãos por panícula com o aumento do número de panículas por m<sup>2</sup>.

O PD de arroz após soja, apesar de mais propenso ao ataque de brusone, por seus resíduos apresentarem baixa relação C:N, 16 a 23 (GILMOUR et al., 1998), comparativamente ao ambiente após pastagem, apresentou menor índice de esterilidade de espiguetas provavelmente em virtude de pulverizações preventivas contra esta doença. Isto, contudo, não impediu o aumento da esterilidade de espiguetas com o aumento das doses de N, segundo a equação quadrática  $Y = 13,9 - 0,006X + 0,0002X^2$ ,  $R^2 = 0,99^{**}$ .

A massa de 100 grãos não foi afetada significativamente pelos tratamentos, ao contrário do observado após pastagem. Este comportamento diferenciado deve estar relacionado com as diferentes cultivares utilizadas e suas reações à brusone.

### Ocorrência de doenças

Um assunto que merece atenção e precisa ser estudado na cultura do arroz sob PD é a incidência de doenças. Segundo

Costamilan (1999), o PD concentra resíduos nos primeiros 10 a 15 cm de solo, aumentando, nesse perfil, a quantidade e a diversidade da população de patógenos de solo associados a restos culturais. A manutenção de restos culturais na superfície do solo prolonga a viabilidade dos patógenos e sua permanência na área, pois retarda a decomposição de resíduos, mantendo, por mais tempo, a fonte nutricional. Por outro lado, o aumento do teor de matéria orgânica dos solos é importante, pois confere melhores condições de resistência a danos de doenças e favorece a atividade microbiana, induzindo o desenvolvimento de populações de microorganismos benéficos e de controle biológico.

Para a cultura do arroz, os fungos necrotróficos, ou seja, os que podem causar maiores danos em PD, são os causadores da brusone (*Pyricularia grisea*) e da mancha-de-grãos (*Drechslera oryzae*, *Phoma sorghina*, *Alternaria padwickii*) (AZEVEDO, 2000). Azevedo (2000) afirma ainda que, além da grande capacidade de sobrevivência em restos culturais, esses patógenos utilizam as sementes como meio de disseminação.

Dessa forma, a utilização de cultivares resistentes às principais doenças é de fundamental importância, para que a cultura do arroz seja viabilizada nesse sistema.

### PLANTIO DIRETO DE ARROZ IRRIGADO

Na cultura do arroz irrigado em várzeas, o uso do PD passou a ser expressivo a partir do início da década de 80, principalmente após a criação do Clube do Plantio Direto com Cultivo Mínimo de Arroz Irrigado. A técnica teve boa aceitação no Rio Grande do Sul, pois além de propiciar um bom controle do arroz vermelho, considerado o maior problema da orizicultura gaúcha pelas altas infestações, proporciona vantagens como redução de custos de produção, semeadura em época mais adequada e melhor integração lavoura-pecuária (MENEZES et al., 1997). Resultados de trabalhos de pesquisa e observações a campo concluíram

que a redução dos níveis de infestação chegou a 85% com o uso do PD. Os bons resultados iniciais obtidos fizeram com que atualmente a área plantada sob PD, com o cultivo mínimo, sofresse um bom incremento, estimando-se em, aproximadamente, 40% da área total com a cultura no Rio Grande do Sul (AZAMBUJA et al., 1999).

Em experimento comparativo de arroz irrigado, média de três anos, nos PC, cultivo mínimo e PD, Gomes et al. (1995) concluíram que houve menor incidência de plantas daninhas no PD e no cultivo mínimo, do que no PC. Estes autores atribuíram essa menor incidência ao não revolvimento do solo por ocasião da semeadura e, possivelmente, ao efeito alelopático da cobertura vegetal. Neste mesmo trabalho, os rendimentos de grãos observados nestes sistemas foram iguais ou superiores ao observado no PC.

Segundo Sousa et al. (1995), o PD apresenta variações, tais como: PD propriamente dito, PD com preparo de verão e PD com cultivo mínimo. O PD propriamente dito é aquele em que a semeadura do arroz é feita sobre a resteva de uma cultura anterior, pastagem ou flora de sucessão, dessecada por herbicida de ação total, sem nenhum revolvimento do solo. É especialmente indicado para áreas sistematizadas e que não apresentam problemas de irrigação e drenagem. No PD com preparo de verão, são feitas operações de aração, gradagens e aplainamento nos meses de janeiro a março. Após o preparo do solo, normalmente é semeada uma pastagem de inverno, que se constitui em alimento de melhor qualidade para a pecuária. Nesse período, os animais podem permanecer sobre a pastagem até próximo à semeadura do arroz que é realizada entre os meses de setembro e novembro, sobre a cobertura dessecada com herbicida de ação total. O PD com cultivo mínimo compreende o preparo reduzido do solo, resumindo-se normalmente a duas gradagens leves e aplainamento do solo. As operações são feitas no final do inverno e/ou primavera com o objetivo principal de forçar a emergência das plantas daninhas,

especialmente do arroz vermelho, que são controladas pelo uso de herbicidas de ação total, antes da semeadura direta do arroz que normalmente é realizada 30 a 45 dias após o preparo do solo.

Frizzo (1991) cita algumas operações importantes que devem ser realizadas para o PD e cultivo mínimo em arroz irrigado:

- a) preparo do solo: as operações de preparo do solo são reduzidas a uma aração, uma ou duas gradagens e as passadas de aplainadeiras que forem necessárias para uma boa regularização do terreno. As irregularidades comprometem o sistema. Realizado o preparo do solo, nos meses de dezembro a fevereiro, semeia-se o azevém e deixa-se a área em pousio até a época da semeadura. Ressalta-se que quanto maior a cobertura vegetal melhores serão os resultados obtidos;
- b) drenagem: os drenos devem ser construídos nos locais adequados e com a capacidade de vazão suficiente para eliminar o excesso de água das chuvas no menor espaço de tempo possível. Uma boa drenagem possibilita a antecipação do plantio após as chuvas e o estabelecimento de um bom estande de plantas;
- c) adubação: diferentemente do PC, a adubação potássica não deve ser muito pesada no plantio, pois poderá afetar a germinação das sementes, por ser higroscópica, disputará umidade do solo em caso de déficit hídrico;
- d) herbicidas: deve-se aplicar um herbicida total, de preferência sistêmico, no mínimo seis horas antes do plantio. Havendo plantas daninhas de difícil controle, esperar um prazo maior para sua efetivação. A dosagem varia de 1,5 a 2 L/ha, até cerca de 6 L/ha, em função da vegetação existente, do clima e da umidade do solo. Normalmente, uma aplicação é suficiente, se a área for bem aplainada

e não se atrasar com a entrada da água na lavoura, em torno de dez dias após o início da emergência das plantas de arroz, mantendo-as quase "afogadas" por dois a três dias, baixando depois o nível da água, sem retirá-la completamente, para evitar a reinfestação. Daí em diante, a irrigação passa a ser semelhante ao PC. Quando, por qualquer motivo, houver reinfestação das plantas daninhas, recomenda-se a aplicação de um herbicida convencional.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da área cultivada de arroz de terras altas sob PD e sobretudo a sua perenização em sistemas agrícolas sustentáveis dependem da integração efetiva em sistemas de rotação e do envolvimento de outras culturas, como soja, milho, pastagem, etc.

O PD sempre foi destacado por suas vantagens na conservação e recuperação dos solos. Na cultura do arroz irrigado, no entanto, a adoção do sistema é tida como a solução potencialmente capaz de minimizar as crescentes infestações do arroz vermelho.

A utilização do arroz de terras altas em PD, como componente de sistemas agrícolas sustentáveis, e o uso de PD em arroz irrigado poderão incrementar a área de cultivo e a produção desta cultura, tendo em vista os benefícios que este sistema de cultivo poderá proporcionar à orizicultura.

## REFERÊNCIAS

- ATWELL, B.J. The effect of soil compaction on wheat during early tillering - I: growth, development and root structure. *New Phytologist*, Oxford, v.115, n.1, p.29-35, 1990.
- AZAMBUJA, I.H.V.; FAGUNDES, P.R.R.; TERRES, A. **Diagnóstico sintetizado sobre a cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado/Porto Alegre: IRGA, 1999. 16p. Mimeografado.
- AZEVEDO, L.A.S. Fungos x arroz. *Cultivar*, Pelotas, v.2, n.13, p.40-41, fev. 2000.

- BALBINO, L.C. Sistema plantio direto. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996. Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1977. v.2, p.219-228. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 70).
- COSTAMILAN, L.M. Doenças atacam no plantio direto. **Cultivar**, Pelotas, v.1, n.10, p.8-10, nov. 1999.
- DERPSCH, R. Histórico, requisitos, importância e outras considerações sobre plantio direto no Brasil. In: TORRADO, P.V.; ALOISI, R.R. **Plantio direto no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.1-12.
- EHLERS, W.; CLAUPEIN, W. Approaches toward conservation tillage in Germany. In: CARTE, M.R. (Ed.). **Conservation tillage in temperate agroecosystems**. Boca Rotan: Lewis, 1992. p.141-165.
- FAGERIA, N.K. Manejo da calagem e da adubação do arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. (Ed.). **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. p.67-78.
- FERNANDES, L.A.; NASCENTE, C.M.; SILVA, M.L.N.; FURTININETO, A. E.; VASCONCELOS, C.A. Sistemas de preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em Latosolo Vermelho-Escuro fase cerrado. **Revista do Plantio Direto**, Passo Fundo, n.51, p.15-16, 1999.
- FERNANDEZ, E.M.; CRUSCIOL, C.A.C.; THIMOTEO, C.M. de S.; ROSOLEM, C. A. Matéria seca e nutrição da soja em razão da compactação do solo e adubação fosfatada. **Científica**, São Paulo, v.23, n.1, p.117-132, 1995.
- FRIZZO, C. Plantio direto e plantio direto com cultivo mínimo de arroz irrigado. **Lavoura arroeira**, Porto Alegre, v.44, n.398, p.30-31, set./out. 1991.
- GASSEN, D.N.; GASSEN, F.R. **Plantio direto: o caminho do futuro**. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996. 207p.
- GILMOUR, J.T.; MAUROMOUSTAKOS, A.; GALE, P.M.; NORMAN, R.J. Kinetics of crop residue decomposition: variability among crops and years. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.62, n.3, p.750-755, 1998.
- GOMES, A. da S.; SOUSA, R.O.; PAULETTO, E.A.; PEÑA, Y.A. Desempenho do arroz irrigado sob sistema de plantio direto. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.48, n.418, p.3-8, jan./fev. 1995.
- GROHMANN, F.; QUEIROZ NETO, J. P. de. Efeito da compactação artificial de dois solos limo-argilosos sobre a penetração das raízes de arroz. **Bragantia**, Campinas, v.25, n.38, p.421-431, dez. 1966.
- GUIMARÃES, C.M. Desenvolvimento radicular e da parte aérea do arroz de terras altas em sistemas de plantio direto e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém. **Resumos...** Belém: SBFV, 1997. p.400.
- \_\_\_\_\_; MOREIRA, J.A.A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.703-707, abr. 2001.
- \_\_\_\_\_; PRABHU, A.S.; CASTRO, E. da M. de; FERREIRA, E.; COBUCCI, T.; YOKOYAMA, L.P. **Cultivo do arroz em rotação com soja**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 7p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 41).
- \_\_\_\_\_; STONE, L.F.; CASTRO, E. da M. de. Arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia. No prelo.
- \_\_\_\_\_; YOKOYAMA, L.P. Adubação nitrogenada do arroz no plantio direto após pastagem. **Direto no Cerrado**, Brasília, v.3, n.10, p.10-11, 1998.
- HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T.J.C.; FANCELLI, A.L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.2, p.331-340, abr./jun. 2001.
- KITUR, B.K.; SMITH, M.S.; BLEVINS, R.L.; FRYE, W.W. Fate of <sup>15</sup>N-depleted ammonium nitrate applied to no-tillage and conventional tillage corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, n.2, p.240-242, Mar./Apr. 1984.
- KLUTHCOUSKI, J. **Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de plantio direto**. 1998. 179f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- \_\_\_\_\_; AIDAR, H.; OLIVEIRA, I.P. de. Efeito de manejo sobre o rendimento do arroz de terras altas e seus componentes. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.340-342. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).
- LANDERS, J.N. **Fascículo de experiências em plantio direto no cerrado**. Goiânia: APDC, 1995. 261p.
- MENEZES, V.G.; SILVA, P.R.F. da; MARIOT, C. H.P.; LOPES, M.C.B. Efeito de espécies de inverno sobre cultivares de arroz irrigado em semeadura direta. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997. p.177-179.
- MOURA NETO, F.P. **Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional**. 2001. 92p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- PRABHU, A.S.; FARIA, J.C. de; CARVALHO, J.R.P. de. Efeito da brusone sobre a matéria seca, produção de grãos e seus componentes, em arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.5, p.495-500, maio 1986.
- REZENDE, C.D.; CANTARUTTI, R.B.; BRAGA, J.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, J.M.; FERREIRA, E.; TARRE, R.; MACEDO, R.; ALVES, B.J.R.; URGUAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K.E.; BODDEY, R.M. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v.54, n.2, p.99-112, 1999.
- ROSOLEM, C.A.; ALMEIDA, A.C. da S.; SACRAMENTO, L.V.S. do. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p.259-266, 1994.

