

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Arroz e Feijão  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# A Cultura do Arroz no Brasil

*2ª Edição  
Revisada e ampliada*

Alberto Baêta dos Santos  
Luís Fernando Stone  
Noris Regina de Almeida Vieira  
**Editores Técnicos**

*Embrapa Arroz e Feijão  
Santo Antônio de Goiás, GO  
2006*

Exemplares desta publicação devem ser solicitados à:

**Embrapa Arroz e Feijão**

Rod. GO 462, Km 12  
Caixa Postal 179  
CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás , GO  
Fone: (62) 3533-2110  
Fax: (62) 3533-2100  
sac@cnpaf.embrapa.br  
www@cnpaf.embrapa.br

**Embrapa Informação Tecnológica**

Parque Estação Biológica (PqEB), Av. W3 Norte (final)  
Fone: (61) 3340-9999  
Fax: (61) 3340-2753  
CEP 70770-901 - Brasília, DF  
vendas@sct.embrapa.br  
www.sct.embrapa.br

**Supervisor Editorial:** *Marina A. Souza de Oliveira*

**Revisor de Texto:** *Noris Regina de Almeida Vieira*

**Normalização Bibliográfica:** *Ana Lúcia Delalibera de Faria*

**Tratamento das Ilustrações:** *Sebastião José de Araújo e Fabiano Severino*

**Editoração Eletrônica:** *Fabiano Severino*

**1ª edição**

1ª impressão (1999): 1.000 exemplares

**2ª edição**

1ª impressão (2006): 2.000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Arroz e Feijão

---

A cultura do arroz no Brasil / editores, Alberto Baêta dos Santos, Luís Fernando Stone, Noris Regina de Almeida Vieira. - 2. ed. rev. ampl. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000 p. : il. ; 23 cm.

ISBN 85-7437-030-4

1. Arroz - Produção. 2. Arroz - Tecnologia. 3. Arroz - Pesquisa. I. Santos, Alberto Baêta dos, *ed.* II. Stone, Luís Fernando, *ed.* III. Vieira, Noris Regina de Almeida, *ed.* IV. Embrapa Arroz e Feijão.

CDD 633.18 (21. ed.)

---

© Embrapa 2006

# Sistemas de Plantio

*Alberto Baêta dos Santos*

**RESUMO** - Os procedimentos utilizados no Brasil para plantio da cultura do arroz podem ser agrupados em dois grandes sistemas: o de semeadura direta e o de transplântio. A semeadura direta em linhas e em solo preparado, denominado sistema convencional, é o mais utilizado, especialmente no cultivo de terras altas. Atualmente, contudo, a prática de semear o arroz diretamente no solo não revolvido, sobre os resíduos da cultura anterior ou em área em pousio, conhecida como “plantio direto” e “cultivo mínimo”, vêm sendo usada em cerca de 47% da área cultivada com arroz irrigado no Rio Grande do Sul. O sistema pré-germinado é adotado em 98%, em Santa Catarina, e em 11% do total da área de cultivo do arroz irrigado, no Rio Grande do Sul. O sistema por transplântio de mudas é empregado apenas em áreas limitadas, visando à obtenção de sementes de alta qualidade. Neste Capítulo são discutidos os distintos sistemas de plantio e suas implicações na cultura do arroz.

## INTRODUÇÃO

As formas de plantar o arroz se agrupam em dois grandes sistemas: semeadura direta e transplântio. A principal diferença entre estes sistemas é que, na semeadura direta, como o nome indica, as sementes são distribuídas diretamente no solo, quer seja na forma de sementes secas ou pré-germinadas, a lanço ou em linhas, em solo seco ou inundado, e, no sistema de transplântio, as plântulas são produzidas primeiramente em viveiros ou sementeiras, antes de serem levadas para o local definitivo.

## SEMEADURA DIRETA

O sistema de semeadura direta pode ser efetuado a lanço ou em linhas, em solo seco ou inundado, preparado mediante os diferentes sistemas ou sem preparo. Segundo Santos (1999), os seguintes fatores são considerados essenciais na semeadura direta de arroz irrigado: disponibilidade de água para irrigação; eficiente método de controle de plantas daninhas; cultivares com características agronômicas, como alto vigor das plântulas, porte baixo, resistência ao acamamento e capacidade baixa a média de perfilhamento.

O arroz produzido por meio de semeadura direta pode atingir a maturação sete a dez dias antes daquele transplântado. Essa redução



de ciclo pode ser importante para áreas onde se utilizam cultivos sucessivos e, ou, apresentam limitações climáticas, como ocorrência de baixas temperaturas. A semeadura direta pode ser feita utilizando-se semente pré-germinada ou semente seca.

### **Semente pré-germinada**

A semente de arroz pré-germinada é usada somente no sistema de cultivo irrigado por inundação. A pré-germinação das sementes consiste basicamente em acelerar o processo natural de germinação, na ausência de solo, de tal maneira que, por ocasião da semeadura, a semente já apresenta a radícula e o coleoptilo claramente desenvolvidos. Para tanto, as sementes precisam ser hidratadas, o que pode ser feito acondicionando-as em tanques, tambores ou em sacos porosos e, a seguir, emergindo-as em água, dentro de tanques, rios ou no próprio canal de irrigação. As sementes devem permanecer nessas condições por um período de 24 horas, após, são retiradas da água e, quando ensacadas, colocadas em pilhas de no máximo 3 sacos, em ambiente sombreado onde devem permanecer por mais 24 a 48 horas, dependendo da temperatura do ar. Quando a pré-germinação é feita em sacos, recomenda-se utilizar aproximadamente dois terços da sua capacidade, a fim de permitir o revolvimento das sementes no seu interior, para uniformizar a germinação (Ishiy, 2002). As sementes devem ser umedecidas de vez em quando para evitar que se dessequem e o processo de germinação seja prejudicado. Essa fase é conhecida como incubação. Por ocasião da semeadura, o coleoptilo e a radícula não devem ultrapassar 2 a 3 mm de comprimento para evitar o entrelaçamento das raízes e, conseqüentemente, o seu rompimento.

Considerando que as sementes mantêm-se no estágio adequado para semeadura em, no máximo, um dia, deve ser calculada a quantidade de sementes a pré-germinar de acordo com a capacidade de semeadura (Ishiy, 2002).

### **Semente pré-germinada em solo preparado**

No Brasil, este sistema de semeadura, denominado pré-germinado, é amplamente utilizado no cultivo de arroz irrigado no Estado de Santa Catarina, compreendendo 98% da área cultivada, com uma produtividade média de 6.900 kg ha<sup>-1</sup> (Epagri, 2002). Hoje, no Rio Grande do Sul, o sistema já é utilizado em mais de 90 municípios produtores, numa área superior a 102.000 ha, compreendendo cerca de 11% da área total cultivada com arroz no estado (Petrini et al., 2004).



O solo deve ser previamente preparado, seco ou com água, a fim de favorecer o processo germinativo e o estabelecimento das plântulas. As operações de preparo do solo podem ser iniciadas logo após a colheita até poucos dias antes da semeadura. Nesse sistema de plantio, Petrini et al. (2004) mencionam que o preparo do solo compreende duas fases: a primeira pode ser realizada envolvendo as seguintes alternativas: a) aração em solo úmido, seguindo-se o destorroamento com enxada rotativa ou com as rodas do trator adaptadas, sob inundação; b) aração, seguindo-se o destorroamento com grade de disco ou enxada rotativa, em solo seco; c) uso da enxada rotativa, sem aração, em solo não inundado, em diversas ocasiões durante a entressafra; d) uso de enxada rotativa, sem aração, em solo inundado (Fig. 13.1). A enxada rotativa possibilita um melhor preparo do solo junto às marachas e, em solo argiloso de elevada pegajosidade,   preferível à grade de discos. A segunda fase, é feita em solo inundado para a formação da lama, que é o renivelamento e alisamento do terreno, realizados com equipamentos ou pranchões de madeira, com o intuito de corrigir pequenos desníveis e, com isso, melhorar as condições do solo para receber as sementes pré-germinadas. Após o preparo final do solo, os quadros ou tabuleiros devem ser necessariamente inundados com uma lâmina de água de 5 a 10 cm, por um período de 20 a 30 dias antes da semeadura. A manutenção da lâmina de água por, no mínimo, 20 dias, a partir do preparo final do solo até a semeadura, tem como objetivo controlar plantas daninhas, principalmente arroz vermelho e preto (Gomes et al., 1999b; Eberhardt & Bacha, 2002). Essa prática impede a germinação das sementes localizadas abaixo da camada oxidada do solo. As plantas provenientes das sementes que germinaram antes do alagamento são destruídas por ocasião da formação da lama.

Foto: Embrapa Arroz e Feijão



Fig. 13.1. Preparo do solo inundado com enxada rotativa.



No sistema pré-germinado, a aração profunda não é uma operação recomendada, pois o rompimento da camada de compactação do solo pode causar problemas durante as operações de renivelamento e alisamento, dificultar o tráfego das colhedoras e aumentar as perdas de água e de nutrientes por infiltração e lixiviação (Eberhardt & Bacha, 2002). No preparo do solo, a água é utilizada para a formação da lama, como referência para o renivelamento e para facilitar o alisamento. O manejo de água interfere no espectro das plantas daninhas e é determinante no sucesso do controle das mesmas.

A adubação pode ser efetuada de três a quinze dias antes da semeadura, a lanço na lâmina de água, podendo ser incorporada utilizando-se enxada rotativa ou grade na formação da lama ou após o renivelamento da área. A semeadura das sementes pré-germinadas é feita a lanço sobre a lâmina de água, manualmente, por meio de implementos acoplados ao trator ou por avião, dependendo da dimensão da lavoura. Na semeadura manual, a área é demarcada em faixas de aproximadamente seis metros de largura, onde o operador caminha pelo centro da faixa, distribuindo uniformemente as sementes. Recomenda-se um período mínimo de um dia de permanência da água nos quadros antes da semeadura, para que ocorra a precipitação da argila e outros materiais que se encontram em suspensão. É importante que a lâmina de água seja transparente para possibilitar o rápido estabelecimento das plântulas (Eberhardt & Bacha, 2002). A água, quando turva, ocasiona deposição de sedimentos sobre as sementes, cujo prejuízo na emergência das plântulas aumenta quanto maior a espessura dos sedimentos (Ishiy, 2002). Após a semeadura, a lâmina de água deve ser mantida por um período de um a três dias e, posteriormente, os quadros devem ser drenados, mantendo o solo saturado durante três a seis dias, para que haja melhor desenvolvimento do sistema radicular. À medida que as plantas de arroz se desenvolvem, o nível de água deve ser gradativamente elevado, até atingir 10 cm de altura, o que deverá ocorrer cerca de 12 a 15 dias após a semeadura (Petrini et al., 2004).

No sistema pré-germinado, a quantidade total de água necessária ao cultivo de arroz é menor que nos demais sistemas, em virtude da formação da lama (Gomes et al., 1999a; Petrini et al., 2004). No sistema de cultivo com sementes pré-germinadas, Eberhard (1995) determinou que o consumo de água durante o ciclo da cultura foi de  $6.812 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , ou  $0,72 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ . Na semeadura em solo seco, o consumo foi de  $8.344 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , ou  $0,94 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ , superando em 22% o volume de água necessário na semeadura em que o solo foi preparado com água. Em Cachoeirinha, RS, Marcolin et al. (1999) mostraram que o consumo



de água durante o ciclo da cultivar de arroz irrigado BR-Irga 410 foi maior no sistema convencional, 741,5 mm, em relação ao pré-germinado, 723,3 mm, e ao plantio direto, 694,5 mm.

Como principais vantagens para o uso de sementes pré-germinadas, em comparação ao uso de sementes secas, podem ser citadas as seguintes: a) os danos causados às sementes pré-germinadas por pássaros ou roedores são menores por estarem menos tempo expostas a esses agentes; b) o uso de semente pré-germinada favorece o crescimento mais uniforme das plântulas, tanto no campo como na sementeira; c) as plântulas de sementes pré-germinadas competem favoravelmente com as plantas daninhas, o que permite um melhor controle destas com produtos químicos, ou mediante o manejo de água; d) a semeadura pode ser realizada na época programada, independente das condições de umidade do solo, o qual, geralmente, é preparado inundado; e) a inundação antecipada do solo proporciona a antecipação da disponibilidade de nutrientes às plantas.

Esse sistema de semeadura exige, no entanto, 20 a 30% a mais de sementes do que o sistema com sementes secas, pois o perfilhamento é menor (Santos, 1999). A quantidade de sementes a utilizar é afetada pela cultivar, pela época de semeadura e pela qualidade da semente (Tabela 13.1). A densidade de semeadura inadequada pode comprometer o desempenho da lavoura mediante a competição interespecífica com plantas daninhas, no caso de densidades aquém da adequada ou, pela competição intraespecífica, em densidades além da adequada, favorecendo o acamamento das plantas e o aumento da incidência de doenças. No Rio Grande do Sul e, principalmente, em Santa Catarina, diversos estudos foram conduzidos com o objetivo de determinar a densidade adequada de semeadura para o sistema pré-germinado. Em Santa Catarina, Schiocchet & Noldin (1991) encontraram respostas diferenciadas para cultivares, quanto à produtividade de grãos, em função de densidades de semeadura. As melhores respostas foram obtidas com as densidades variando de 75 kg ha<sup>-1</sup>, cerca de 230 plântulas m<sup>-2</sup>, para a cultivar CICA 8 de ciclo longo, a 180 a 225 kg ha<sup>-1</sup>, cerca de 380 a 430 plântulas m<sup>-2</sup>, para a cultivar BR-Irga 414 de ciclo curto. Verificaram que o estabelecimento das plântulas é inferior ao número de sementes aptas usadas. De modo geral, cerca de 2/3 das sementes aptas se estabelecem. Observaram, também, que há decréscimo no número de panículas por planta com o aumento da densidade de semeadura. Fagundes et al. (2003) verificaram resposta quadrática da cultivar BRS Firmeza às densidades de semeadura e a Máxima Eficiência Técnica (MET) foi atingida com a densidade de 467 sementes m<sup>-2</sup>, ou seja, cerca de 172 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, correspondendo a uma produtividade máxima estimada de 7.838 kg ha<sup>-1</sup>.



Tabela 13.1. Resultados dos estudos sobre população de plantas de arroz em sistemas de cultivo e de plantio.

Sistema de cultivo	Sistema de plantio	Genótipo	Tratamento		Efeito sobre	Principal resposta		Referência
			Espaçamento (cm)	Densidade de semeadura		Espaçamento (cm)	Densidade de semeadura	
Irrigado	Pré-germinado	CICA 8 EMPASC 105 BR-Irga 414	—	300; 540; 600; 750 <sup>(3)</sup>	Produtividade de grãos	—	300 <sup>(3)</sup> 600 <sup>(3)</sup> 750 <sup>(3)</sup>	Schiocchet & Noldin (1993)
Irrigado	Pré-germinado	BRS Firmeza	—	62,5; 125,0; 187,5; 250,0 <sup>(1)</sup>	Produtividade de grãos	—	172 <sup>(1)</sup>	Fagundes et al. (2003)
Terras altas	Convencional com irrigação	Rio Paranaíba Araguaia CNA 6881 CNA 6891	20; 35; 50	—	Produtividade de grãos	50 50 20 20 20	—	Stone & Pereira (1994)
Terras altas	Convencional com irrigação	Araguaia	30; 40; 50	50; 100; 150 <sup>(3)</sup>	Absorção de nutrientes Produtividade de grãos	40 30	Ausência 130 <sup>(3)</sup>	Santos & Costa (1995)
Terras altas	Convencional com irrigação	Guarani	30; 40; 50	100; 150; 200 <sup>(3)</sup>	Produção de matéria seca	30	Ausência	Crusciol et al. (1998a)
Terras altas	Convencional com irrigação	IAC 201	30; 40; 50	100; 150; 200 <sup>(3)</sup>	Produção matéria seca Absorção de nutrientes	30 30	Ausência Ausência	Crusciol et al. (1998b)
Terras altas	Convencional com irrigação	IAC 165	30; 40; 50	100; 150; 200 <sup>(3)</sup>	Produtividade de grãos	30	Ausência	Santos et al. (1988)
Terras altas	S/ inseticidas					Ausência		
Terras altas	C/ inseticidas					50	200 <sup>(3)</sup>	
Terras altas	Convencional com irrigação	Confiança	20; 30; 40	50; 70; 90 <sup>(2)</sup>	Produtividade de grãos	40 e 30	Ausência	Castro et al. (1999)
Terras altas	Convencional com irrigação	Canastra	30; 40; 50	100; 150; 200 <sup>(3)</sup>	Produtividade de grãos	30	Ausência	Crusciol et al. (2000)
Terras altas	Convencional com irrigação	Confiança	20; 30; 40	50; 70; 90 <sup>(2)</sup>	Produtividade de grãos	30 e 40	Ausência	Santos et al. (2002)
Terras altas	Convencional com irrigação	Canastra	10; 15; 20; 25; 30	100; 150; 200 <sup>(1)</sup>	Produtividade de grãos	30	Ausência	Pedroso (1987)

Continua...



**Tabela 13.1.** Continuação...

Sistema de cultivo	Sistema de plantio	Genótipo	Tratamento		Efeito sobre	Principal resposta		Referência
			Espaçamento (cm)	Densidade de semeadura		Espaçamento (cm)	Densidade de semeadura	
Irrigado	Convencional Controle plantas daninhas	BR-Irگا 409	—	50; 100; 150; 200 <sup>(1)</sup>	Produtividade de grãos	—	150 <sup>(1)</sup>	Pedroso (1990)
Irrigado	Sem controle Convencional	BR-Irگا 409	—	100; 150 e 200 <sup>(1)</sup>	Produtividade de grãos	—	200 <sup>(1)</sup> Ausência	Pedroso (1993)
Irrigado	Convencional	INCA 4440 PESAGRO 104	20; 30; 40	80; 100; 120 <sup>(2)</sup>	Produtividade de grãos	Ausência	120 <sup>(2)</sup>	Andrade & Amorim Neto (1995)
Irrigado	Convencional	IAC 102	—	200; 300; 400 <sup>(3)</sup>	Produtividade de grãos	—	200 <sup>(3)</sup>	Lauretti et al. (1999)
Irrigado	Convencional	BR-Irگا 410	12,5; 20; 30	75; 150; 225 <sup>(1)</sup>	Produtividade de grãos	12,5	Ausência 30 e 90 <sup>(1)</sup>	Rieffel et al. (2000)
Irrigado	Convencional	BR-Irگا 416 BR-Irگا 410 BR-Irگا 417	12,5; 20; 30; 40 —	30; 90; 150 <sup>(1)</sup> 50; 100; 150; 200 <sup>(1)</sup>	Produtividade de grãos Competição intra-específica	—	200 <sup>(1)</sup>	Silva et al. (2001)
Irrigado	Convencional	BR-Irگا 410 BR-Irگا 417	—	50; 100; 150; 200 <sup>(1)</sup>	Produtividade de grãos	—	Ausência	Mariot et al. (2003)
Irrigado	Plantio direto	BR-Irگا 412	—	90; 130; 170; 210 <sup>(1)</sup>	Produtividade de grãos	—	170 <sup>(1)</sup>	Sousa et al. (1993a)
Irrigado	Plantio direto	BR-Irگا 410	15,8; 18,8; 21,8; 24,8	90; 130; 170; 210 <sup>(1)</sup>	Produtividade de grãos	Ausência	Ausência	Sousa et al. (1993b)
Irrigado	Cultivo mínimo	BR-Irگا 410 Irga 416	10; 20; 30	75; 150; 225 <sup>(1)</sup>	Produtividade de grãos	10	Ausência	Silva et al. (1995a)

<sup>(1)</sup> (kg ha<sup>-1</sup>)

<sup>(2)</sup> (Sementes m<sup>-1</sup>)

<sup>(3)</sup> (Sementes m<sup>-2</sup>)



De modo geral, considera-se que 300 plântulas  $m^{-2}$ , distribuídas uniformemente, sejam uma população adequada para a maioria das cultivares de arroz irrigado (Schiocchet & Noldin, 1993; Ishiy, 2002; Petrini et al., 2004). Para as cultivares do tipo moderno, a recomendação é de 110  $kg\ ha^{-1}$  de sementes, enquanto para as cultivares do tipo norte-americano recomenda-se utilizar maior quantidade de sementes, em torno de 150  $kg\ ha^{-1}$ , devido à sua baixa capacidade de perfilhamento. No Rio Grande do Sul, independente da cultivar, Petrini et al. (1999) recomendam 150  $kg\ ha^{-1}$  de sementes para sementeiras realizadas até o final de outubro e 125  $kg\ ha^{-1}$  para sementeiras a partir de novembro.

Usando sementeira a lanço com sementes pré-germinadas, nas Filipinas, Dingkuhn et al. (1991) verificaram que a produtividade foi superior a do transplântio para a cultivar IR 58, de ciclo curto, porém não mostrou diferença, ou foi inferior, quando foram utilizadas cultivares de ciclos médio e longo. A sementeira a lanço apresentou maior índice de área foliar (IAF) e de produção de matéria seca, nas fases vegetativa e reprodutiva, mas menor concentração de N na folha que o arroz transplantado. Os autores concluíram que a produtividade é afetada pela alta biomassa no florescimento para o sistema de sementeira com sementes pré-germinadas, particularmente em cultivares de ciclo longo.

As cultivares de arroz irrigado, nesse sistema de plantio, apresentam distribuição radicular mais uniforme ao longo do perfil do solo (Peña et al., 1993). Isso pode ser atribuído à técnica de preparo mecanizado, arado e enxada rotativa, do solo e ao manejo de água, característicos do sistema.

A sementeira a lanço com sementes pré-germinadas tem sido amplamente recomendada para áreas de arroz irrigado infestadas com arroz vermelho. Utilizando lâmina de água permanente por 20 dias antes da sementeira, Petrini et al. (1993) verificaram que, nesse sistema, houve redução de 93% na população de arroz vermelho, em comparação com a sementeira em linhas com semente seca, convencional, e 34,7% de acréscimo na produtividade de grãos. Em Santa Catarina, o sistema pré-germinado proporcionou um aumento de 64% na produtividade de grãos, em comparação aos sistemas de sementeira em solo seco, o que foi atribuído à redução da infestação de arroz vermelho e preto. Houve infestação de 13,4 plantas  $m^{-2}$  de arroz vermelho nos sistemas de sementeira em solo seco e de 2,6 plantas  $m^{-2}$  no sistema de cultivo de arroz pré-germinado (Gomes et al., 1999a).

Para o controle de plantas daninhas em pós-emergência, Eberhardt & Bacha (2002) recomendam a retirada da lâmina de água



para aumentar a eficiência dos herbicidas e reduzir os riscos de contaminação do ambiente. Para a aplicação de insumos, como fertilizantes nitrogenados, herbicidas e inseticidas, após a semeadura, deve-se reduzir a altura da lâmina de água, fechando-se as entradas e saídas de água nos quadros, para evitar sua circulação.

### **Semente pré-germinada em solo sem preparo - "MIX"**

O sistema MIX vem se desenvolvendo mais recentemente no Rio Grande do Sul e resulta da combinação dos sistemas plantio direto e pré-germinado, agregando as vantagens de ambos, ou seja, preparo do solo no verão ou primavera, com posterior dessecação da cobertura vegetal e semeadura de sementes pré-germinadas (Gomes et al., 1999a). O sistema apresenta as seguintes vantagens: a) otimização dos sistemas plantio direto e pré-germinado; b) aumento da eficiência do controle do arroz daninho; c) redução de custos; d) aumento de produtividade; e) melhoria da qualidade dos grãos; e f) semeadura na época adequada.

Esse sistema, para ser implementado, requer sistematização do solo, conforme o sistema de semeadura com sementes pré-germinadas em solo preparado. A sistematização deve ser realizada logo após a colheita do arroz, em virtude das condições favoráveis de clima e solo. A partir daí, desenvolve-se naturalmente a vegetação, a qual será utilizada futuramente como cobertura morta, por ocasião da semeadura do arroz. Caso haja excesso de massa verde, Gomes et al. (1999a) recomendam duas aplicações de herbicida dessecante sistêmico, sendo a primeira em agosto ou setembro e a segunda, de cinco a sete dias antes da semeadura. Três a oito dias após esta última aplicação, o solo é inundado com lâmina de água de aproximadamente 10 cm e, a seguir, efetua-se a semeadura a lanço com sementes pré-germinadas. Quanto mais próxima a entrada da água da aplicação do herbicida de ação total, melhor o controle do arroz vermelho e preto. A cobertura vegetal adequada para esse sistema deve ser a menor possível, pois o excesso não permite que as sementes pré-germinadas atinjam o solo e a decomposição de muita matéria orgânica dentro da água gera produção de ácidos orgânicos que interferem negativamente no desenvolvimento das plântulas (Sistemas ..., 2005).

### **Semente seca**

Esse sistema de semeadura é o mais empregado no Brasil, tanto no ecossistema terras altas como no várzeas. No Estado do Rio Grande do Sul, o uso de semente seca, semeada a lanço ou em linhas, predomina em cerca de 88% da área cultivada (Sistemas..., 2005). A semeadura



com semente seca reduz a dependência do plantio com relação à chuva, mas o manejo eficiente das plantas daninhas é essencial. Dependendo dos equipamentos utilizados, esse sistema pode ser subdividido em: semeadura a lanço e semeadura em linhas.

### Semeadura a lanço

A semeadura a lanço apresenta, como vantagens, rapidez e economia. Em terras altas, na abertura de novas áreas, o sistema de semeadura a lanço de arroz é usado esporadicamente para prevenir danos provocados às semeadoras pela presença de raízes no solo (Fig. 13.2). As sementes são espalhadas no terreno, manual ou mecanicamente, mediante o uso de semeadoras ou de aviões agrícolas, sendo, posteriormente, incorporadas superficialmente ao solo por meio de grade. A profundidade de semeadura é mais desuniforme do que no sistema em linhas, variando com a forma de cobrir as sementes. Devido ao maior risco de algumas sementes ficarem muito profundas no solo ou na superfície, a quantidade de sementes empregada é maior que na semeadura em linhas. As sementes que permanecem nas camadas mais superficiais ficam mais sujeitas ao ataque de pássaros, podendo, adicionalmente, apresentarem problemas de germinação devido ao secamento rápido da camada superficial do solo.

Foto: Embrapa Arroz e Feijão



**Fig. 13.2.** Cultivo de arroz de terras altas, cultivar BRS Talento, no sistema de semeadura a lanço em Sorriso, MT.

De modo geral, para o sistema de semeadura a lanço de arroz irrigado, recomenda-se a densidade de 500 sementes por metro quadrado, visando garantir uma população inicial de 200 a 300 plantas por metro quadrado, uniformemente distribuídas (Sistemas..., 2005). Assim, o gasto de sementes pode variar de 100 a 200 kg ha<sup>-1</sup>.

A localização das sementes no solo também influencia a ocorrência de focos de infecção de brusone, pela transmissão do patógeno por sementes infectadas. Em semeadura seguida por chuva contínua, sementes caídas na superfície do solo constituem focos de infecção para a disseminação secundária da doença, ao passo que as mais profundas podem ter mais dificuldade de romper a solo, retardando a emergência e, conseqüentemente, prejudicando o manejo de água e a aplicação de defensivos na folha. Além disso, a semeadura profunda reduz o perfilhamento, podendo determinar diminuição na produtividade de grãos. Tanto na semeadura a lanço como em linhas, a semente deve ficar ao redor de 3 cm de profundidade. Portanto, deve-se tomar cuidados especiais no uso de grade de disco na incorporação superficial das sementes, para que a maioria delas fique em profundidade nunca superior a 5 cm.

A compactação do solo também influencia a profundidade de semeadura. Em condições de terras altas, Hussain & Reddy (1973) verificaram que a 3 cm de profundidade, em solo com 0,7 kg cm<sup>-2</sup> de compactação, houve melhor crescimento de raízes e de colmos. Entretanto, Varade & Ghildyal (1968) estudaram a interação entre profundidade de semeadura e densidade do solo e verificaram que profundidade menor que 8 cm, com densidades do solo abaixo de 1,6 t m<sup>-3</sup>, causou pequena limitação à emergência das plântulas, quando a umidade do solo estava em torno da capacidade de campo. Contudo, em profundidades maiores que 8 cm, o mesmo nível de densidade do solo foi limitante à emergência das plântulas. Quando a profundidade foi de 5 cm com densidades do solo de 1,7 a 1,8 t m<sup>-3</sup>, a emergência foi limitada.

No sistema a lanço, a semeadura é irregular e a emergência é desuniforme. O controle mecânico, ou mesmo manual, das plantas daninhas que se fizer necessário é impossibilitado. Outra desvantagem desse sistema é que as plantas daninhas, como o arroz preto, o arroz vermelho e o capim arroz, crescem rapidamente, em virtude de o solo manter condições de umidade semelhantes ao que ocorre em terras altas, durante as primeiras etapas de desenvolvimento da cultura, dificultando sua identificação. Ademais, a semeadura a lanço manual é



um método pouco eficiente, pois um homem semeia apenas um a dois hectares por dia, sendo, portanto, utilizado somente em áreas limitadas.

### **Semeadura em linhas**

Esse é o sistema mais empregado no Brasil, mediante o uso de semeadora-adubadora. Além de utilizar cerca de 20% menos de semente que no sistema a lanço, possibilita adequada profundidade de plantio e propicia maior uniformidade na emergência das plântulas, melhor manejo da água de irrigação e maior facilidade na distribuição de fertilizantes e na aplicação de defensivos, resultando em maior eficiência no controle de plantas daninhas, tanto manual como mecânico. Nesse sistema, há também maior eficiência de utilização dos fertilizantes, visto que são colocados somente no sulco de semeadura, abaixo das sementes. Dependendo do manejo do solo, a semeadura em linhas pode ser efetuada tanto em solo preparado, como sem preparo ou com cultivo mínimo.

### **Semeadura em linhas em solo preparado, denominado sistema convencional**

O preparo do solo envolve os preparos primário e secundário, mediante os diferentes sistemas, utilizando um ou mais implementos. O preparo do solo deve propiciar o destorroamento da camada superficial, de modo a proporcionar condições favoráveis à germinação das sementes e à emergência uniforme das plântulas. No preparo primário, são utilizados arados de discos ou de aivecas ou grade aradora e tem por objetivos a eliminação de plantas daninhas e resíduos do cultivo anterior e a incorporação de calcário ou fertilizantes, ao passo que no secundário, realizado por meio de grades destorroadoras, niveladoras ou plainas, visa dar condições favoráveis à semeadura e à emergência das plântulas, incorporação de fertilizantes e herbicidas, bem como a eliminação de plantas daninhas. Dependendo do tamanho da área, das características do solo e do cultivo em várzea ou terras altas, os equipamentos podem ser traçados por animal ou mecanicamente, nas mais variadas formas de utilização. A semeadura é feita com a camada superficial do solo drenada.

Vários são os estudos sobre os efeitos do espaçamento entrelinhas e da densidade de semeadura na produtividade do arroz de terras altas (Tabela 13.1). Entretanto, os resultados são bastante genéricos, pois dependem da capacidade de perfilhamento e do ciclo da cultivar, da susceptibilidade à brusone (*Pyricularia grisea*), da



disponibilidade de água do solo para as plantas, além do nível de fertilidade do solo. A grande maioria desses trabalhos não se preocupou com a disponibilidade de água para as plantas, sendo as pesquisas desenvolvidas com cultivares susceptíveis à brusone.

A relação entre o ambiente e a produtividade de arroz é complexa, pois esta é o resultado global do crescimento, o qual, por sua vez, é resultante da interação entre o ambiente, a cultivar e a tecnologia aplicada. A produção por unidade de área resulta do produto do número de plantas na área pela produção por planta. Para uma determinada condição de ambiente, a produção por planta depende do seu arranjo no campo e de sua plasticidade morfológica (Pereira, 1989). Quando dois ou mais indivíduos requerem um mesmo fator de crescimento sem que o ambiente possa supri-lo simultaneamente em quantidade adequada, estabelece-se a competição entre os mesmos. A competição de plantas da mesma espécie, denominada intra-específica, determina a densidade de semeadura e a conseqüente população de plantas que resulta em maior produtividade de grãos e em melhor aproveitamento dos recursos do ambiente e dos insumos disponíveis para cada cultivar (Pereira, 1989). O número ideal de plantas por unidade de área seria aquele em que houvesse maior equilíbrio na ocupação de espaço e na utilização dos recursos disponíveis e menor competição entre os indivíduos (Silva et al., 2001).

Vários autores têm feito referência à relação negativa existente entre o número de plantas por área e a produção por planta. Em populações menores, a produção por planta é alta, embora por área seja baixa. Aumentando-se a população acontece o inverso, ou seja, a produção por planta decresce ao passo que a produção por área tende a aumentar. O decréscimo individual é compensado pelo aumento do número de indivíduos por área. A curva da produção por unidade de área passa por um máximo onde a população é ideal e, a partir daí, o decréscimo na produção individual não é compensado pelo aumento na população de plantas (Pereira, 1989).

Em geral, em culturas que apresentam um órgão específico com importância comercial, existe uma faixa ótima de população de plantas que proporciona uma produção econômica (Snyder & Carlson, 1984).

Entre os fatores que influenciam diretamente na produtividade do arroz está o arranjo das plantas no campo. À medida que plantas menos competitivas são selecionadas, menor pode ser o espaçamento



entre linhas. Para determinada condição de solo, clima, cultivar e tratos culturais, existe um número de plantas por área que conduz à mais alta produtividade (Yoshida, 1977).

A interação entre plantas de culturas anuais se dá pela competição por luz que se instala rapidamente, sendo desejável, portanto, um rápido crescimento da área foliar e uma arquitetura de planta que reduza ao máximo o auto-sombreamento (Bernardes, 1987).

No cultivo em terras altas, Santos et al. (1988) e Santos & Costa (1995) verificaram que o efeito do espaçamento entrelinhas sobre a produtividade de grãos da cultura de arroz foi mais expressivo que o da densidade de sementeira. Nas condições de cultivo em terras altas sem irrigação, o espaçamento entrelinhas é ampliado para 40 a 50 cm, a fim de permitir o controle mecânico das plantas daninhas e proporcionar maior garantia de umidade no caso de ocorrência de períodos de estiagem. Em espaçamentos menores, há maior demanda de água do solo, pois o perfilhamento por área é maior, o que reflete um maior acúmulo de matéria seca e biomassa fresca.

Com irrigação por aspersão, têm-se obtido maiores produtividades de grãos em espaçamentos intermediários aos recomendados para os sistemas de terras altas sem irrigação suplementar e irrigados por inundação. De maneira geral, há tendência de aumento na produtividade de grãos com a redução do espaçamento entre linhas, em relação ao recomendado para o sistema de cultivo sem irrigação, chegando a espaçamentos próximos ou iguais aos recomendados para o sistema irrigado por inundação (Stone & Pereira, 1994; Santos & Costa, 1995; Crusciol et al., 2000). À medida que o espaçamento aumenta, decrescem o índice de área foliar (IAF), a duração da área foliar (DAF) e a taxa de crescimento da cultura (TCC) (Santos & Costa, 1997). Em condições de irrigação suplementar por aspersão, Santos et al. (1988) verificaram que, sem aplicação de inseticida, a produtividade de grãos da cultivar IAC 165 foi maior quando o espaçamento ou a densidade de sementeira aumentaram. Com emprego de inseticidas, no entanto, houve interação entre espaçamento e densidade, e a produtividade foi maior na distância de 50 cm entrelinhas e 200 sementes m<sup>2</sup>.

Santos & Costa (1995) verificaram que a cultivar Guarani mostrou-se mais competitiva que a Araguaia, apresentando menor índice de colheita e maior influência da densidade de sementeira sobre a produtividade de grãos. Essas cultivares, ambas destinadas ao cultivo





em terras altas, comportam-se diferentemente quanto à população de plantas. A Guarani, de ciclo curto, apresentou maior produtividade no espaçamento de 30 cm e densidade de 130 sementes  $m^{-2}$ , enquanto a Araguaia, de ciclo médio, produziu melhor no espaçamento de 40 cm e densidade de 100 a 150 sementes  $m^{-2}$ . A redução do espaçamento entrelinhas aumenta o perfilhamento útil e proporciona melhor arranjo espacial das plantas da cultivar IAC 201 de arroz de terras altas em sistema irrigado por aspersão, resultando em maior produção de matéria seca (Crusciol et al., 1998a) e absorção de nutrientes (Crusciol et al., 1998b). Com a mesma cultivar, Crusciol et al. (2000) verificaram que a maior produtividade de grãos foi obtida com o espaçamento de 30 cm, o que foi atribuído ao maior número de panículas por área. A fertilidade de espiguetas aumentou com a densidade de semeadura. Com o objetivo de avaliar os efeitos da população de plantas sobre o comportamento das cultivares de arroz de terras altas Confiança e Canastra cultivadas sob irrigação por aspersão, Castro et al. (1999) verificaram que a produtividade de grãos foi maior no espaçamento de 40 cm, diferindo significativamente daquela no espaçamento de 20 cm, que foi similar à obtida com 30 cm. As densidades de 50, 70 e 90 sementes por metro não propiciaram diferenças na produtividade de grãos e outras características agrônômicas das duas cultivares. Também em condições irrigadas por aspersão, essas cultivares mostraram-se mais produtivas nos espaçamentos de 30 e 40 cm entre linhas e ausência de resposta para as densidades de semeadura estudadas (Santos et al., 2002). A menor produtividade de grãos obtida no menor espaçamento, 20 cm, foi atribuída ao menor número de grãos por panícula e à maior incidência de escaldadura nas folhas, embora se tenha verificado maior perfilhamento.

O espaçamento entre linhas tem destacada importância no balanço competitivo entre a cultura e as plantas daninhas, pois determina a velocidade e a intensidade do sombreamento provocado pela cultura, auxiliando na eficiência das medidas de controle empregadas pelo efeito supressivo no crescimento das plantas daninhas. Em espaçamentos mais amplos, a competição por nutrientes é maior, com isso, os efeitos das plantas daninhas sobre a composição química das plantas de arroz são mais acentuados. A biomassa das plantas daninhas decresce significativamente quando o espaçamento entre linhas é reduzido (Santos, 1999). Dependendo da ocorrência de determinadas espécies, o efeito supressivo do aumento da população de plantas de arroz no crescimento de plantas daninhas pode não ser efetivo. Tozani et al. (1993) observou que o aumento de densidade de semeadura e a redução no



espaçamento não foram suficientes para controlar a grande competição exercida pela tiririca (*Cyperus rotundus*).

A população de plantas influencia a incidência e a severidade de doenças, especialmente da brusone. Todas as medidas para aumentar a população de plantas favorece o rápido desenvolvimento da doença nas folhas. Dentre as técnicas de manejo recomendadas pela pesquisa para minimizar os danos de brusone no cultivo de arroz irrigado no sul do Brasil (Doenças, 2003), preconiza-se a semeadura com densidade normal e espaçamento não muito reduzido. Com isso, procura-se evitar a população excessiva de plantas e, conseqüentemente, o auto-sombreamento, que propicia um microclima favorável à severidade da brusone. Em condições irrigadas por aspersão, Castro et al. (1999) verificaram incremento da incidência de escaldadura nas folhas de arroz de terras altas com o maior espaçamento das entrelinhas.

São inúmeros os estudos desenvolvidos com o intuito de determinar a população de plantas mais adequada para a semeadura em linhas de arroz irrigado (Tabela 13.1). De modo geral, as densidades de semeadura estudadas variaram de 50 a 200 kg ha<sup>-1</sup> de sementes e os espaçamentos entre linhas de 10 a 40 cm. Na maioria dos estudos, não se obteve resposta significativa na produtividade de grãos em função da densidade de semeadura dentro de uma determinada faixa de valores, quando as demais práticas culturais não foram limitantes, em virtude de haver compensação entre os componentes da produtividade (Jones & Snyder, 1987; Silveira Filho, 1987; Dario et al., 1988; Gravois & Helms, 1992; Pedroso & Giorgi, 1993; Pedroso, 1994; Marin & Bonapelch, 1995; Silva et al., 1995a; Mariot et al., 2003). O aumento na densidade de semeadura reduz o número de perfilhos por planta, no entanto aumenta o número total de colmos por área. A competição entre as plantas na maior densidade diminui o comprimento da panícula e o número de grãos por área, podendo reduzir a produtividade de grãos de arroz, conforme estudo conduzido por Lauretti et al. (1999) com a cultivar IAC 102 de arroz irrigado por inundação. Essa compensação tem sido atribuída à adaptação das plantas de arroz (Jones & Snyder, 1987; Silva et al., 2001; Gravois & Helms, 1992; Sousa et al., 1993b; Mariot et al., 2003).

Em alguns poucos trabalhos, o aumento da densidade de semeadura resultou em incremento da produtividade de grãos (Pedroso, 1990; Andrade & Amorim Neto, 1995). Efeitos do aumento da densidade até 150 kg ha<sup>-1</sup> de sementes foram verificados por Pedroso (1990), quando se efetuou o controle das plantas daninhas, e

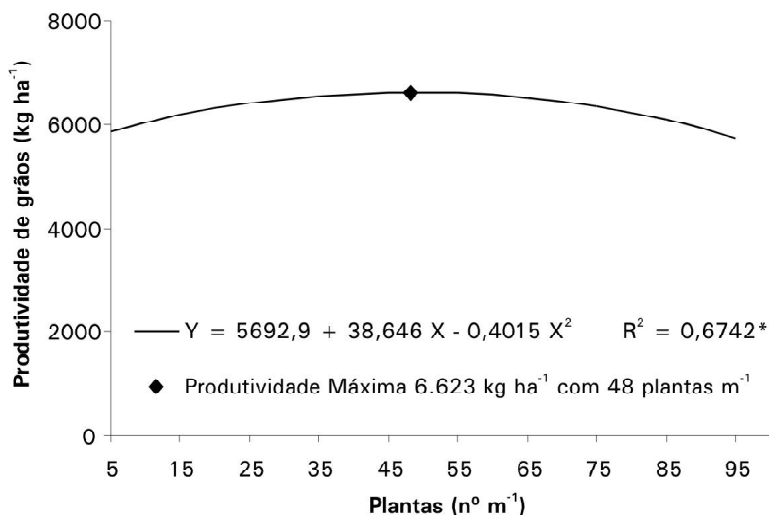


até 200 kg ha<sup>-1</sup>, em condições de competição. Fagundes et al. (1998) também evidenciaram resposta diferenciada da produtividade de grãos em função da densidade de semeadura. Devido à menor capacidade de perfilhamento da cultivar BRS Firmeza, os autores verificaram a necessidade da utilização de uma quantidade elevada de sementes, 200 kg ha<sup>-1</sup>, ao redor de 96 plantas m<sup>-1</sup>. Em Campos, RJ, Andrade & Amorim Neto (1995) consideraram a densidade de semeadura como o fator mais importante para a produtividade de grãos, em comparação ao espaçamento.

Jones & Snyder (1987) observaram que as respostas na produtividade de grãos e seus componentes, em função de diferentes densidades de semeadura e de espaçamentos, foram similares para cultivares altas e semi-anãs de arroz irrigado. Com isso, os autores consideraram que 80 a 100 kg ha<sup>-1</sup> são suficientes para se obter uma população adequada de plantas, nas condições do sul da Flórida, nos Estados Unidos. Verificaram também que, quando o crescimento reprodutivo ocorreu durante o período de radiação solar relativamente alta e temperaturas moderadas, os espaçamentos mais estreitos aumentaram significativamente a produtividade de ambos os tipos de planta. Sob condições climáticas menos favoráveis, houve compensação dos componentes, estabilizando a produtividade de grãos. Respostas positivas da produtividade de grãos com a redução do espaçamento também foram obtidas por Andrade e Amorim Neto (1995) com 20 cm, Marin & Bonapelch (1995) com 15 cm e Rieffel Neto et al. (2000) com 12,5 cm entrelinhas com distintos tipos de plantas e potenciais de produtividade. No entanto, Pedroso (1987) e Dario et al. (1988) encontraram maiores produtividades de grãos na distância de 30 cm. A capacidade de perfilhamento de cada genótipo está associada à plasticidade de resposta ao espaçamento entre linhas e à densidade de semeadura, já que ela interfere na relação entre a produtividade de grãos e a população de plantas (Pereira, 1989; Wu et al., 1998). Segundo Wu et al. (1998), existe efeito competitivo e compensatório entre os perfilhos e os componentes da produtividade, que promove a estabilidade da produtividade de grãos para um dado genótipo numa faixa de população de plantas.

Em estudo conduzido pela Embrapa Arroz e Feijão, na região tropical, a maior resposta da linhagem CNA 8502 de arroz irrigado foi obtida com 48 plantas por metro no espaçamento de 20 cm entre linhas, ou seja, 240 plantas m<sup>-2</sup> (Fig. 13.3)





**Fig. 13.3.** Produtividade de grãos da linhagem CNA 8502 de arroz irrigado em resposta às populações de plantas

De modo geral, para o sistema de semeadura convencional em linhas de arroz irrigado, recomenda-se a densidade de 400 a 500 sementes por metro quadrado e o espaçamento de 13 a 20 cm. Com isso, procura-se garantir uma população inicial de 200 a 300 plantas por metro quadrado (Sistemas..., 2005).

### Plantio direto

Nesse sistema, a semeadura é efetuada diretamente no solo não revolvido, contendo resíduos do cultivo anterior, antecedida ou seguida da aplicação de herbicida de ação total para controle das plantas daninhas e voluntárias. Somente é aberto um pequeno sulco ou cova com profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura e contato da semente com o solo, sendo que não mais de 25 a 30% da superfície do solo são movimentados (Sistemas..., 2005).

O plantio direto de arroz de terras altas está relacionado, basicamente, à conservação do solo. Esse é o sistema que confere maior proteção ao solo contra a erosão, pois há mobilização apenas na linha de semeadura, sendo os restos da cultura anterior e de plantas daninhas mantidos sobre a superfície, protegendo o solo contra o impacto das gotas de chuvas e permitindo que maior quantidade de água se infiltre no perfil do solo (Castro et al., 1987). A eficiência dos sistemas conservacionistas de preparo do solo no controle do



escorrimento superficial e, por conseguinte, nas perdas de água, pode representar maior armazenamento de água, menor risco das culturas quando ocorre veranico e, também, a possibilidade de redução da frequência de irrigação.

Para viabilizar o principal objetivo do plantio direto, que é a conservação do solo, três princípios básicos são fundamentais: a mínima movimentação do solo, a sua permanente cobertura e a prática de rotação de culturas (Sistemas...,2005).

No plantio direto, os valores de densidade do solo são mais altos, porém mais homogêneos ao longo do perfil. O sistema convencional apresenta valores baixos na camada preparada, aparecendo, logo abaixo, valores maiores, caracterizando o "pé-de-arado". Esse efeito é mais pronunciado em solos argilosos (Castro et al., 1987).

No sistema irrigado, comumente, o preparo do solo é efetuado no verão ou no fim do inverno e início da primavera, sendo, no último caso, com antecedência que permita a formação de uma cobertura vegetal.

Stone et al. (1980) obtiveram menores produtividades de arroz de terras altas sem irrigação com o plantio direto. Em condições de irrigação por aspersão, sob pivô central, Santos et al. (1997) verificaram que o plantio direto na cultura do arroz apresentou a menor relação benefício - custo, em comparação às semeaduras efetuadas em solo preparado com grade ou com arado. Nesse estudo, o plantio direto mostrou também ser menos eficaz quanto à produtividade de grãos.

No ecossistema de várzeas, o plantio direto de arroz irrigado por inundação controlada está mais relacionado ao controle de arroz vermelho e à redução dos custos de produção, do que à conservação do solo (Sistemas...,2005). Atualmente, esse sistema, juntamente com o cultivo mínimo, vem sendo empregado no Rio Grande do Sul em aproximadamente 47% da área total cultivada no estado (Gomes et al., 2004).

Vários estudos têm sido dedicados à avaliação do comportamento da cultura de arroz irrigado no plantio direto, em comparação aos sistemas de semeadura convencional e ao cultivo mínimo. Gomes et al. (1995) verificaram que a ocorrência de plantas daninhas nos sistemas de plantio direto e de cultivo mínimo foi menor do que a observada no sistema convencional, embora tenha havido necessidade de controle químico complementar. Na presença de arroz



vermelho, o arroz, cultivado sob os sistemas de plantio direto e de cultivo mínimo, apresentou produtividade superior à observada na semeadura em linha em solo preparado, convencional.

A rotatividade de áreas, que consiste no cultivo de arroz por um ano e de pousio da área durante dois anos subseqüentes ou mais, é comumente utilizada para reduzir a infestação de arroz vermelho. A possível inclusão do arroz irrigado no sistema plantio direto em várzeas da região tropical poderá resultar em menores danos à superfície do solo com a colheita, por apresentar maior resistência às pressões exercidas pelas esteiras das colhedoras. Além de beneficiar as culturas de entressafra, poderá ser incrementado o cultivo da soca, à exemplo do cultivo da safrinha do milho nas terras altas.

Em área anteriormente cultivada no sistema plantio direto por oito safras consecutivas, as produtividades de grãos da cultivar IRGA 422CL de arroz irrigado foram similares nos sistemas de cultivo convencional e pré-germinado e estas maiores que no plantio direto sobre cobertura vegetal de inverno formada por azevém. Apesar da menor produtividade de grãos, o plantio direto tem-se mostrado viável em virtude de apresentar menor custo de produção que os demais (Marcolin et al., 2003).

Quanto à densidade de semeadura e ao espaçamento entre linhas recomendados para o cultivo de arroz irrigado no plantio direto, os resultados são também inconsistentes, assim como para os demais sistemas de plantio (Tabela 13.1). Martins et al. (1991) verificaram aumento do número de plantas, de colmos, de panículas e da porcentagem de esterilidade de espiguetas com o incremento da densidade de semeadura. Por sua vez, o número de grãos por panícula e a massa da panícula comportaram-se de maneira inversa. A maior produtividade de grãos foi obtida com 90 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, sendo, em valor absoluto, 5% superior ao obtido com a densidade de 170 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, que foi o segundo melhor tratamento. Nesse estudo, as produtividades não diferiram com relação aos espaçamentos. Sousa et al. (1993a) obtiveram maior produtividade com 170 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, sendo significativamente superior apenas à obtida com a densidade de 90 kg ha<sup>-1</sup> de sementes. Por outro lado, Sousa et al. (1993b) não verificaram diferenças significativas na produtividade da cultivar BR Irga 410, sob plantio direto, em função da densidade de semeadura, que variou de 90 a 210 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, e de espaçamentos de 15,8 a 24,8 cm entre linhas. Os autores concluíram que a plasticidade apresentada pela cultura de arroz irrigado está associada, em densidades maiores, à produção de maior número de



panículas por área e, em densidades menores, à capacidade das plantas em compensar o menor número de panículas com a produção de maior quantidade de grãos por panícula. A plasticidade morfológica apresentada pelas plantas é fortemente afetada pela espécie e pelo genótipo dentro da espécie (Pereira, 1989). Estudos desenvolvidos na Embrapa Clima Temperado, envolvendo o sistema plantio direto (Sousa et al., 1995), demonstram que o comportamento do arroz em função da população de plantas é semelhante ao observado no sistema convencional de cultivo. Gomes et al. (2004) menciona que há vários fatores que podem influenciar a germinação das sementes e a emergência das plântulas. Com isso, atualmente, aplica-se como regra geral, a necessidade de uma quantidade de 200 a 300 plantas de arroz  $m^{-2}$ .

Avaliando o comportamento do arroz irrigado em plantio direto e de espécies forrageiras de inverno, Dias et al. (1995) verificaram que a aveia preta apresentou desempenho destacado em termos de produção de matéria seca da parte aérea. Isto indica que ela poderá ser usada para pastejo e formação de cobertura morta, como espécie alternativa ao azevém, que é a única forrageira atualmente utilizada para essas finalidades. Verificaram também que as produtividades de arroz obtidas no plantio direto foram semelhantes ou superiores às do sistema convencional. Em terras altas, para uma adequada cobertura vegetal, são requeridas em torno de 5 a 6 toneladas de matéria seca  $ha^{-1} ano^{-1}$ . Para o cultivo de arroz irrigado no sistema plantio direto ou cultivo mínimo, Gomes et al. (2004) recomendam em torno de 2 a 3 t  $ha^{-1} ano^{-1}$ .

O controle das plantas daninhas em pós-emergência torna-se mais difícil à medida que aumenta a altura da cobertura vegetal, na superfície do solo, tanto no plantio direto (Marín, 1995) quanto no cultivo mínimo (Marín & Figueroa, 1995). Na presença de uma cobertura vegetal alta, 15 cm, Marín (1995) obteve redução significativa na produtividade do arroz em relação ao verificado nas alturas de corte de 5 cm e 10 cm.

O plantio direto possibilita a utilização mais racional da maquinaria, haja vista o seu custo de operações que, foi 2,5 vezes menor que a semeadura convencional (Marín & Figueroa, 1995).

### Cultivo mínimo

Nesse sistema, efetua-se um preparo reduzido do solo até aproximadamente 60 dias antes da semeadura do arroz irrigado, para promover a germinação das sementes de plantas daninhas e voluntárias, bem como para reduzir as irregularidades da superfície do solo



provocadas pelas esteiras das colhedoras. É o sistema em que se utiliza menor mobilização do solo, em comparação ao convencional. Por ocasião da semeadura do arroz, que é realizada diretamente no solo sem revolvimento, faz-se aplicação prévia de herbicida de ação total para dessecar a cobertura vegetal. O número de operações de preparo não é fixo, podendo variar em função das características do solo e do teor de umidade. No cultivo mínimo, as operações de preparo do solo são semelhantes às realizadas no plantio direto, diferindo apenas na época de realização, visto que estas ocorrem no final do inverno ao início da primavera, de 60 a 45 dias antes da semeadura, possibilitando a formação de uma cobertura vegetal. No cultivo mínimo, a cobertura vegetal é formada apenas por espécies que se estabelecem espontaneamente após o preparo, constituindo-se principalmente das plantas daninhas associadas à cultura do arroz irrigado, como o arroz vermelho e o capim-arroz (*Echinochloa* spp). O preparo do solo antecipado, tanto no cultivo mínimo como no plantio direto, visa a corrigir pequenas imperfeições de microrrelevo, preparar a superfície do solo para receber as sementes de arroz e, principalmente, estimular a germinação de sementes de plantas daninhas, como o arroz vermelho (Gomes et al., 2004). Por ocasião do preparo do solo é conveniente que se faça também o entaipamento, que deverá ser de base larga e de perfil baixo (Sistemas..., 2005). Assim, essas taipas podem ser transpostas por máquinas e tratores sem maiores danos à sua estrutura e permitem, também, realizar a semeadura do arroz sobre elas. A incidência de plantas daninhas, especialmente arroz vermelho, é reduzida devido ao não revolvimento do solo.

Avaliando o comportamento do arroz irrigado nos sistemas de cultivo mínimo e de semeadura convencional, em linhas e a lanço, e a eficiência desses sistemas no controle de arroz vermelho, Menezes (1991) verificou que não houve diferenças na produtividade de grãos, na ausência de arroz vermelho. Entretanto, nas parcelas infestadas, o cultivo mínimo produziu mais que o sistema convencional em linhas e a lanço. A redução da produtividade de grãos devido à competição de arroz vermelho foi de 38 e 36% na semeadura em linha e a lanço, respectivamente. No cultivo mínimo, as plantas tiveram crescimento inicial mais lento e menor altura final, em relação aos demais sistemas avaliados.

As cultivares comportam-se diferentemente em relação aos sistemas de plantio (Silva et al., 1995b). O número de colmos por metro quadrado das cultivares Bluebelle, Irga 416, BR-Irga 409 e Embrapa 7 Taim foi maior no sistema convencional em relação ao cultivo mínimo





(Silva et al., 1993b). Em outro estudo, Silva et al. (1995b) verificaram que, no cultivo mínimo, as cultivares Irga 416 e Embrapa 7-Taim apresentaram, respectivamente, produtividades de grãos 23 e 20% superiores, em relação ao sistema convencional, ao passo que as produtividades das cultivares Bluebelle e BR Irga 409 não diferiram. As respostas das cultivares variam de ano para ano. No cultivo mínimo houve menor número de panículas por área e maior número de grãos por panículas em comparação ao sistema convencional (Silva et al., 1995b) e maior duração do período de enchimento de grãos, que foi mais longo nas cultivares de ciclo curto em relação às de ciclo médio (Silva et al., 1993a).

Em estudo desenvolvido por Silva et al. (1995a), com duas cultivares de arroz irrigado no sistema de cultivo mínimo, a densidade de semeadura não influenciou a produtividade de grãos. Contudo, à medida que o espaçamento foi ampliado de 10 para 30 cm, a produtividade de grãos reduziu em 9 e 15% nas distâncias de 20 e 30 cm entrelinhas, respectivamente. A maior produtividade de grãos no espaçamento mais estreito foi atribuída ao maior número de panículas por área, uma vez que os outros dois componentes da produtividade, número de grãos por panícula e massa de grãos, não foram afetados pelo espaçamento.

Assim como no plantio direto, no cultivo mínimo os orizicultores tendem a usar maior densidade de semeadura do que a empregada no sistema convencional de plantio. Com isso, com regra geral, admite-se que a população adequada para esse sistema é de 200 a 300 plantas de arroz por metro quadrado.

## TRANSPLANTIO

O transplântio é amplamente usado nos países asiáticos e, na América Latina, além do Brasil, é empregado no Equador, Peru e Panamá. No Brasil, a adoção do sistema mecânico de transplante de arroz iniciou-se na década de quarenta, no vale do Paraíba, em São Paulo, e no Estado de Santa Catarina. Esse sistema passou a ser utilizado para produção de sementes, principalmente em regiões onde não havia mais disponibilidade de novas áreas e aquelas já cultivadas se encontravam infestadas de arroz vermelho e plantas voluntárias (Petrini et al., 2004). Na Região Nordeste, é usado em pequenas lavouras. No sul do Brasil é muito pouco utilizado e está restrito aos campos de produção de sementes. É um sistema de semeadura indireta, no qual o arroz é semeado inicialmente em sementeira ou viveiro, em solo bem preparado e, assim que as mudas atingem tamanho adequado para o



transplântio, são levadas para o campo definitivo. Esse sistema possibilita a obtenção de um produto de qualidade mais elevada, sendo recomendado, portanto, para a produção de sementes de alta qualidade. Para conseguir alta pureza varietal, a técnica de eliminação de plantas, atípicas no campo de produção, também denominada de purificação ou "roguing", é prática fundamental e torna-se facilitada quando se emprega o sistema de transplântio. Dessa forma, são arrancadas e destruídas todas as plantas fora do padrão da cultivar em multiplicação, ou plantas pertencentes a outras cultivares e espécies. Nesse processo de eliminação devem ser incluídas as plantas com sintomas de doença, mormente daquelas cujos patógenos são veiculados pela semente. As plantas daninhas nocivas, que não foram controladas pelos sistemas convencionais e são problemáticas, devem ser eliminadas.

O transplântio manual é mais indicado para utilização em áreas menores ou onde não haja deficiência de mão-de-obra. Para transplantar manualmente um hectare, é necessário o equivalente ao trabalho diário de 30 a 40 homens. Esse sistema compreende as fases de produção de mudas e de transplântio propriamente dito e constitui-se no método mais eficiente de controle do arroz vermelho.

### Produção de mudas

Para o transplântio manual, as mudas são produzidas em canteiros e a sementeira deve situar-se próxima ao local do plantio definitivo, onde haja facilidade de irrigação por inundação e drenagem, e protegido do ataque de animais.

Inicialmente, o solo é preparado e feita a adubação adequada. A seguir, são construídos os canteiros, medindo 5 a 10 cm de altura por 1,00 a 1,50 m de largura. O comprimento varia de acordo com a quantidade prevista de mudas. Os canteiros devem estar nivelados de forma a permitir uma lâmina de 1 a 2 cm de água após a semeadura. Um canteiro, ou vários, com área de 300 a 500 m<sup>2</sup>, pode receber de 40 a 50 kg de sementes e pode produzir mudas suficientes para um hectare. Recomenda-se empregar de 60 a 100 g m<sup>-2</sup> de fertilizante nitrogenado, o qual deve ser incorporado ao solo antes da semeadura.

A semeadura pode ser feita em linhas ou a lanço. No método em linhas, deve-se empregar o espaçamento de 10 a 15 cm e 100 a 150 sementes m<sup>-1</sup> para facilitar o arranquio das mudas, por ocasião do



transplante, e reduzir os danos causados às raízes. No método a lanço, a densidade de semeadura deve ser de 100 g m<sup>-2</sup> (Cultivo..., 1985).

Cinco dias após a semeadura, a sementeira deve ser irrigada, procurando-se manter uma lâmina de, aproximadamente, 1 cm. Com o desenvolvimento das plântulas, a lâmina de água deve ser aumentada até 5 cm de altura para propiciar o controle de plantas daninhas. É recomendável que a sementeira seja drenada periodicamente para estimular a produção de mudas vigorosas. A inundação do solo com quantidade excessiva de água, durante longo período, produz mudas altas e débeis, que não se recuperam com facilidade após o transplante. Um dia antes do arranquio das mudas, a sementeira deve ser inundada a fim de tornar o solo mais brando e facilitar a sua extração. As mudas de arroz são tenras e os colmos podem romper-se, se manejadas bruscamente. Dano demasiado às raízes ou colmos prolonga o ciclo, reduz o perfilhamento e, conseqüentemente, diminui a produtividade de grãos.

Após o arranquio, as mudas são separadas, selecionadas, lavadas em água corrente e agrupadas em feixes de tamanho conveniente, facilitando o manejo durante o transplante. O transplântio realizado em linhas facilita o “roguing”.

Para o transplante mecânico, as mudas são produzidas em caixas apropriadas, de madeira ou plásticas, com fundo perfurado, com 5 cm de altura e o comprimento e a largura de acordo com a transplantadora a ser usada. Em geral, essas dimensões são de 60 cm de comprimento e 30 cm de largura. São necessárias cerca de 120 a 130 caixas para trasplantar um hectare, com possibilidade de reutilização a cada 20 dias. O solo a ser utilizado deve ser, preferencialmente, de textura franco arenosa, baixo teor de matéria orgânica e livre de sementes de espécies nocivas, toleradas ou proibidas. Após peneirado em malha de 5 mm, é colocado nas caixas numa espessura de 2,5 cm. O volume de solo para o enchimento de uma caixa é de cerca de cinco litros, dependendo do tamanho da caixa que pode variar de acordo com o tipo de transplantadora. Recomendam-se semear 200 a 300 g de sementes por caixa, previamente pré-germinadas, cobrindo-as com uma camada de 1 cm de solo (Cultivo..., 1985; Sistemas..., 2005).

Um procedimento alternativo no preparo das bandejas para a produção de mudas de arroz seria: a) revestir as bandejas com papel; b) colocar em cada bandeja 2 L de uma mistura de areia e solo na proporção de 1:2; c) semear cerca de 200 g de sementes; e d) cobrir as sementes com 1 L da mesma mistura de areia e solo (Fig. 13.4).



Foto: Embrapa Arroz e Feijão



Fig. 13.4. Preparo das bandejas para produção de mudas de arroz irrigado.

Após a semeadura, regam-se e empilham-se as caixas em camadas de dez, cobrindo-as com lona plástica, de preferência à sombra, até a emergência das plântulas. Após essa fase, espalham-se as caixas em um viveiro protegido contra o ataque de pássaros e ratos, e irriga-se diariamente até que as mudas atinjam o estágio de duas a três folhas, cerca de 12 a 18 dias, quando estarão aptas para o transplante mecânico. Caso ocorram pragas e doenças durante esse período, devem ser controladas por meio de pulverizações com defensivos específicos. Não há necessidade de adubar o solo a ser utilizado nas caixas; caso as mudas apresentem sintomas de deficiência de nitrogênio, deve ser aplicado, em cobertura, de 50 a 100 g m<sup>-2</sup> de sulfato de amônio ou 20 a 40 g m<sup>-2</sup> de uréia. No transplante mecânico são necessários aproximadamente 30 a 40 kg ha<sup>-1</sup> de sementes.

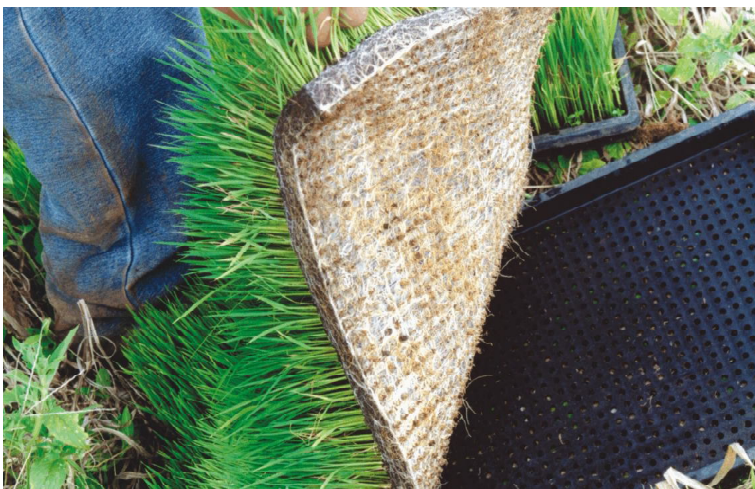
### Transplante

No método manual, as mudas devem ser transplantadas em áreas previamente drenadas ao atingirem 20 a 30 dias de idade, o que corresponde a uma altura ao redor de 25 cm, enquanto no método mecânico, ao atingirem ao redor de 12 cm de altura, o que se verifica por volta de 18 dias após a semeadura (Fig. 13.5). No momento do transplante, as caixas devem estar com umidade adequada para facilitar o desempenho da transplantadora.

A idade adequada da muda para o transplante pode variar de acordo com a temperatura do ar e com o ciclo da cultivar. As cultivares de ciclo longo são menos afetadas pelo transplante tardio que as de ciclo curto ou médio. Para cada dia de atraso no transplante, após 30 dias de idade das mudas, o ciclo aumenta em 0,65 dia.



Foto: Embrapa Arroz e Feijão



**Fig. 13.5.** Mudas com tamanho adequado para o transplante.

O espaçamento entre mudas pode variar de 10 x 10 cm a 30 x 30 cm. Espaçamentos superiores a 30 x 30 cm reduzem a produtividade de grãos e favorecem a competição das plantas daninhas, enquanto que, abaixo de 10 x 10 cm, requerem excessiva mão-de-obra. O número de mudas recomendado por cova deve ser de 2 a 6, sendo o maior número utilizado nos casos de mudas de maior idade ou em espaçamentos maiores.

O desenvolvimento da cultura do arroz irrigado, cultivar CICA 8, foi similar em todos os espaçamentos utilizados no transplante e números de mudas por cova. Entretanto, espaçamentos mais estreitos, 20 x 20 cm, favoreceram a cobertura mais rápida do solo com a folhagem do arroz (Ciat, 1979). As produtividades de grãos foram maiores quando o arroz foi transplantado em espaçamentos menores, independente do número de mudas por cova. Isto indica que a cultivar CICA 8 pode ser transplantada no espaçamento 20 x 20 cm com duas a seis mudas por cova. O número de perfilhos efetivos que cada planta produziu em cada cova foi menor na distância de 20 x 20 cm que em distâncias maiores, mas a produtividade total de grãos foi maior e o número total de perfilhos por unidade de área foi aumentado, indicando uma melhor utilização do espaço disponível e da energia que a planta necessita durante a fase reprodutiva.

Ahmed & Moody (1980) verificaram mudança drástica da flora de plantas daninhas no transplante conduzido em área anteriormente cultivada com arroz semeado diretamente. No transplante, o número de plantas daninhas foi menor que 50% e a produção de matéria seca



foi apenas 5% da observada na semeadura direta. Avaliando diferentes sistemas de plantio de arroz irrigado, Silveira Filho (1987) também observou menor incidência de plantas daninhas no transplante.

Existe correlação inversa entre o número de mudas e a produção de matéria seca de plantas daninhas. Estas, por sua vez, estão em relação direta com o espaçamento entre covas.

Estudos realizados no CIAT (Ciat, 1979) destacaram o transplante como o sistema de plantio mais apropriado para prevenir a competição de plantas daninhas e para eliminar o arroz vermelho, em comparação à semeadura a lanço com sementes secas ou pré-germinadas. Ademais, propiciou a maior produtividade de grãos com menor custo no cultivo principal e resultou no melhor cultivo da soca.

As transplantadoras permitem regulagens de três a dez mudas por cova, espaçamento entre 14 e 22 cm entre covas e 30 cm entre linhas (Fig. 13.6). O rendimento médio de uma transplantadora com seis linhas é em torno de 3.000 m<sup>2</sup> por hora, ou seja, três horas para transplantar um hectare, sendo necessárias 120 a 130 caixas de mudas por hectare. A inundação permanente deve ser feita após o pegamento das mudas, o que ocorre dois a três dias após o transplante.

Foto: Embrapa Arroz e Feijão



**Fig. 13.6.** Transplante mecanizado de mudas de arroz irrigado.

O preparo do solo, manejo da água, controle de plantas daninhas, de insetos e de doenças são idênticos ao recomendado para o sistema pré-germinado (Fig. 13.7).





Fig. 13.7. Lavoura de arroz irrigado com 30 dias após o transplântio.

## REFERÊNCIAS

AHMED, N. U.; MOODY, K. Effect of method of seeding and weed control on weed growth and yield of two rice crops grown in sequence. **Tropical Pest Management**, London, v. 26, n. 3, p. 303-308, 1980.

ANDRADE, W. E. de B.; AMORIM NETO, S. Densidade de semeadura e espaçamento entre linhas em cultivares de arroz irrigado no Estado do Rio de Janeiro. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 48, n. 420, p. 9-11, mar./abr. 1995.

BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. p. 13-48.

CASTRO, A. P.; SOARES, A. A.; SANTOS, P. G. CARVALHO, S. P. de. Efeito do espaçamento e da densidade de semeadura sobre a produção de grãos de arroz de sequeiro cultivado sob condições irrigadas por aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 191-194.

CASTRO, O. M. de; VIEIRA, S. R.; MARIA, I. C. de. Sistemas de preparo do solo e disponibilidade de água. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 27-51.

CIAT. **Annual Report 1978**. Cali, 1979. p. D8-D9.

CRUSCIOL, C. A. C.; MACHADO, J. R.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Desenvolvimento de plantas em função do espaçamento entre linhas e da densidade de semeadura em arroz irrigado por aspersão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1998a. v. 1, p. 21-24. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 85).



CRUSCIOL, C. A. C.; MACHADO, J. R.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Produção de matéria seca e nutrição do arroz, cv. IAC 201, em função do espaçamento entre linhas e da densidade de semeadura, sob irrigação por aspersão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1998b. v. 1, p. 25-28. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 85).

CRUSCIOL, C. A. C.; MACHADO, J. R.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Produtividade do arroz irrigado por aspersão em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 6, p. 1093-1100, jun. 2000.

CULTIVO por transplântio. In: RAMOS, M. G.; ZANINI NETO, J. A.; MOREL, D. A.; NOLDIN, J. A.; MARQUES, L. F.; MIURA, L.; SCHMITT, A.T.; FROSI, J. F.; ALTHOFF, D. A. **Manual de produção do arroz irrigado**. Florianópolis: EMPASC, 1985. p. 101-106. (Sistemas de Produção. Boletim, 270).

DARIO, G. J. A.; DARIO, P. W.; ONODA, S. M.; RIBEIRO, R. C. S.; VIEIRA, J. V. Efeitos de espaçamentos e densidades de semeadura na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado em várzea do Vale do Sapucaí, Minas Gerais. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 17., 1988, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1988. p. 126-130.

DIAS, A. D.; GOMES, A. da S.; PEÑA, Y. A.; SOUSA, R. O. Desempenho do arroz irrigado em plantio direto sob diferentes coberturas vegetais. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995. p. 146-149.

DINGKUHN, M.; SCHNIER, H. F. DE DATTA, S. K.; DORFFLING, K.; JAVELLANA, C. Relationships between ripening-phase productivity and crop duration, canopy photosynthesis and senescence in transplanted and direct-seeded lowland rice. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 26, n. 3/4, p. 327-345, June 1991.

DOENÇAS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO NACIONAL DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 89-96.

EBERHARDT, D. S. Consumo de água em lavoura de arroz irrigado sob diversos métodos de preparo do solo. In: ENCONTRO ESTADUAL DO SISTEMA PRÉ-GERMINADO, 1., Pelotas, 1995. **Resumos...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1995. p. 46-51.

EBERHARDT, D. S.; BACHA, R. E. Preparo do solo e manejo da água. In: EPAGRI. **Arroz irrigado: sistema pré-germinado**. Florianópolis, 2002. p. 61-70.

EPAGRI. **Arroz irrigado: sistema pré-germinado**. Florianópolis, 2002. 273 p.

FAGUNDES, P. R. R.; MACHADO, M. O.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de; TERRES, A. L. LANNES, S. D.; SILVA, G. F. dos. Efeito da densidade de semeadura e do espaçamento entre fileiras sobre o rendimento de grãos de cinco genótipos de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). **Agropecuária de Clima Temperado**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 203-210, 1998.

FAGUNDES, P. R. R.; PETRINI, J. A.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de; TERRES, A. L. FRANCO, D. F. Densidade de semeadura para três cultivares de arroz irrigado, no sistema pré-germinado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 199-201.





GOMES, A. de 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.

GOMES, A. de S.; PAULETTO, E. A.; PETRINI, J. A.; SOUSA, R. O. Manejo da água em arroz irrigado: implicações e recomendações técnicas. In: GOMES, A. de S.; PAULETTO, E. A. (Ed.). **Manejo do solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999a. p. 163-200.

GOMES, A. de S.; PETRINI, J. A.; VERNETTI JUNIOR, F de J. Sistema de cultivo de arroz em várzeas, na região Sul. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., 1998, Goiânia. **Perspectivas para a cultura do arroz nos ecossistemas de várzeas e terras altas**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1999b. v. 2, p. 213-237. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 96).

GOMES, A. de S.; PAULETTO, E. A.; VERNETTI JUNIOR, F de J.; SOUSA, R. O. Plantio direto e cultivo mínimo em arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 349-386.

GRAVOIS, K. A.; HELMS, R. S. Path analysis of rice yield and yield components as affected by seeding rate. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 1, p. 1-4, Jan./Feb. 1992.

HUSSAIN, A.; REDDY, P. R. Influence of sowing depth, soil compaction and rate of imbibition by cariopsis and seed hardness on seedling growth of upland rice. **Indian Journal of Agriculture Sciences**, New Delhi, v. 43, n. 10, p. 942-945, 1973.

ISHIY, T. Semeadura. In: EPAGRI. **Arroz irrigado: sistema pré-germinado**. Florianópolis, 2002. p. 125-131.

JONES, D. B.; SNYDER, G. H. Seeding rate and row spacing effects on yield and yield components of drill-seed rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 4, p. 623-626, July/Aug. 1987.

LAURETTI, R. L. B.; CRUCIOL, C. A. C.; SILVA, R. H.; GONÇALVES, J. R. P.; BARELA, C. F. Efeito da densidade de semeadura na participação do colmo principal e dos perfilhos na produtividade da cultura do arroz irrigado por inundação em cultivo tardio na região de Botucatu - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 227-229.

MARCOLIN, E.; CORRÊA, N. I.; LOPES, M. S.; MACEDO, V. R. M.; MARQUES, J. B. B. Determinação do consumo de água em três sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 22., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 263-265.

MARCOLIN, E.; MACEDO, V. R. M.; GENRO JÚNIOR, S. A. Rendimento de grãos da cultivar IRGA 422CL em três sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 210-211.

MARÍN, A. R. Efecto de la cubierta vegetal sobre el comportamiento de arroz en siembra directa. In: INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA. Estación Experimental Agropecuária Corrientes. **Proyecto arroz: campaña 1994-1995**. Corrientes, 1995. p. 39-42.



- MARÍN, A. R.; BONAPELCH, E. Efecto del espaciamento y densidad de sementeira sobre el rendimento de arroz. In: INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA. Estación Experimental Agropecuária Corrientes. **Proyecto arroz:** campaña 1994-1995. Corrientes, 1995. p. 71-76.
- MARÍN, A. R.; FIGUEROA, E. Evaluación de sistemas de labranzas y siembra en arroz. In: INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA. Estación Experimental Agropecuária Corrientes. **Proyecto arroz:** campaña 1994-1995. Corrientes, 1995. p. 25-34.
- MARIOT, C. H. P.; SILVA, P. R. F. da; MENEZES, V. G. RIEFFEL NETO, S. R.; TEICHMANN, L. L. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado à densidade de sementeira e à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 2, p. 233-241, fev. 2003.
- MARTINS, J. F. da S.; SOUSA, R. O.; DIAS, A. D.; GOMES, A. da S. Densidade de sementeira e espaçamento entre linhas para o arroz irrigado cultivado no sistema de plantio direto. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 19., 1991, Balneário Camboriú. **Anais...** Florianópolis: EMPASC, 1991. p. 99-101.
- MENEZES, V. G. Avaliação do sistema de cultivo mínimo em arroz irrigado no controle de arroz vermelho. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 19., 1991, Balneário Camboriú. **Anais...** Florianópolis: EMPASC, 1991. p. 276-279.
- PEDROSO, B. A. Efeito de métodos de seleção no desempenho de arroz irrigado em quatro densidades, com e sem controle de plantas daninhas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 4., 1990, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1990. p. 81. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 26).
- PEDROSO, B. A. Efeito do ponto de colheita de duas cultivares de arroz irrigado em quatro densidades de sementeira. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 47, n. 415, p. 3-5, jul./ago. 1994.
- PEDROSO, B. A. Densidade e espaçamento entre linhas para arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos...** Brasília, DF: EMBRAPA-DDT, 1987. p. 125. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 19).
- PEDROSO, B. A.; GIORGI, I. U. Avaliação da cultivar IRGA 416 em seis épocas e três densidades de sementeira. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993. p. 109-111.
- PEÑA, Y. A.; GOMES, A. da S.; DIAS, A. D. Avaliação preliminar do comportamento do sistema radicular de cultivares de arroz irrigado testadas sob diferentes sistemas de cultivo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995. p. 143-146.
- PEREIRA, A. R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **O Agrônomo**, Campinas, v. 41, n. 1, p. 5-11, jan./abr. 1989.
- PETRINI, J. A.; FRANCO, D. F.; SOUZA, P. R. de; BACHA, R. E.; TRONCHONI, J. G. Sistema de cultivo de arroz pré-germinado e transplante de mudas. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de. (Ed.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 387-416.
- PETRINI, J. A.; FRANCO, D. F.; XAVIER, F. E.; SILVA, O. S.; SMIDERLE, O.; ARTUZI, J. P. Estudo preliminar do desempenho do sistema de sementeira de arroz pré-germinado no controle do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.). In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993. p. 128-130.



PETRINI, J. A.; TAVARES, W. R. F.; FRANCO, D. F. Avaliação da densidade de semeadura no sistemas de cultivo de arroz pré-germinado. In: ENCONTRO ESTADUAL DO SISTEMA DO ARROZ PRÉ-GERMINADO, 2.; SEMINÁRIO DO ARROZ PRÉ-GERMINADO DO MERCOSUL, 1., 1998, Torres. **Anais...** Pelotas: Grupo do Arroz Pré-germinado, 1999. p. 115-117.

RIEFFEL NETO, S. R.; SILVA, P. R. F. da; MENEZES, V. G.; MARIOT, C. H. P. Resposta de genótipos de arroz irrigado ao arranjo de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 12, p. 2383-2390, dez. 2000.

SANTOS, A. B. dos. Sistemas de plantio. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B. dos; SANT'ANA, E. P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 354-374.

SANTOS, A. B. dos; COSTA, J. D. Comportamento de cultivares de arroz de sequeiro em diferentes populações de plantas, com e sem irrigação suplementar. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 1-8, jan./abr. 1995.

SANTOS, A. B. dos; COSTA, J. D. Crescimento de arroz de sequeiro em diferentes populações e irrigação suplementar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 6, p. 591-599, jun. 1997.

SANTOS, A. B. dos; FERREIRA, E.; AQUINO, A. R. L. de; SANT'ANA, E. P.; BALDT, A. F. População de plantas e controle de pragas em arroz de sequeiro com complementação hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 4, p. 397-404, abr. 1988.

SANTOS, A. B. dos; SILVA, O. F. da; FERREIRA, E. Avaliação de práticas culturais em um sistema agrícola irrigado por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 3, p. 317-327, mar. 1997.

SANTOS, P. G.; CASTRO, A. P. de; SOARES, A. A.; CORNÉLIO, V. M. de O. Efeito do espaçamento e densidade de semeadura sobre a produção de arroz de terras altas irrigado por aspersão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 480-487, 2002.

SCHIOCCHET, M. A.; NOLDIN, J. A. Densidade de semeadura para arroz irrigado no sistema pré-germinado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993. p. 130-132.

SCHIOCCHET, M. A.; NOLDIN, J. A. Efeito da densidade de semeadura de três cultivares de arroz irrigado sobre o rendimento de grãos e algumas características agronômicas. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 19., 1991, Balneário Camboriú. **Anais...** Florianópolis: EMPASC, 1991. p. 106-110.

SILVA, P. R. F. da; MARIOT, C. H. P.; MENEZES, V. G.; CARMONA, R. de C.; TEICHMANN, L. L. Competição intra-específica em plantas de arroz irrigado em função de densidade de semeadura e adubação nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 216-218.

SILVA, P. R. F. da; MENEZES, V. G.; MARIOT, C. H. P.; CARMONA, R. C.; REZERA, F. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado a três densidades de semeadura e a três espaçamentos entre linhas. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995a. p. 153-154.

SILVA, P. R. F. da; MENEZES, V. G.; MARIOT, C. H. P.; CARMONA, R. de C.; REZERA, F. Comparação de cultivares de arroz irrigado nos sistemas de semeadura convencional e em cultivo mínimo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 21., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 1995b. p. 155-156.



- SILVA, P. R. F. da; SOUZA, P. R. de; MENEZES, V. G.; TREZZI, M. M.; SILVA, P. R. A. Crescimento e desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado em dois sistemas de semeadura. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993a. p. 124-125.
- SILVA, P. R. F. da; SOUZA, P. R. de; MENEZES, V. G.; TREZZI, M. M.; ROCHA, A. B. da; SILVA, P. R. A. Taxa e duração do enchimento de grãos de cultivares de arroz irrigado, em dois sistemas de semeadura. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993b. p. 121-123.
- SILVEIRA FILHO A. Práticas culturais e controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3., 1987, Goiânia. **Resumos...** Brasília, DF: EMBRAPA-DDT, 1987. p. 129. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 19).
- SISTEMAS de cultivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO NACIONAL DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. **Arroz irrigado:** recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2005. p. 43-50.
- SNYDER, F. W.; CARLSON, G. E. Selecting for partitioning of photosynthetic products in crops. **Advances in Agronomy**, New York, v. 37, p. 47-72, 1984.
- SOUSA, R. O.; GOMES, A. da S.; MARTINS, J. F. da S.; PEÑA, Y. A. Densidade de semeadura e espaçamento entre linhas para o arroz irrigado no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 69-74, 1995.
- SOUSA, R. O.; GOMES, A. da S.; SBICIGO, M. Densidade de semeadura para o arroz irrigado no sistema de plantio direto. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993a. p. 138-139.
- SOUSA, R. O.; MARTINS, J. F. da S.; GOMES, A. da S.; SILVA, L. S. Densidade de semeadura e espaçamento entre linhas para o arroz irrigado cultivado no sistema de plantio direto. In: REUNIÃO DA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993b. p. 139-141.
- STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 11, p. 1701-1713, nov. 1994.
- STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos; STENMETZ, S. Influência de práticas culturais na capacidade de retenção de água do solo e no rendimento do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 15, n. 1, p. 63-68, jan. 1980.
- TOZANI, R.; MONTEIRO, L. R.; MOREIRA, L. B.; SILVA, E. R.; LOPES, H. M. Interferência de *Cyperus rotundus* em arroz de sequeiro em diversas densidades e espaçamentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: SBHED, 1993. p. 69-70.
- VARADE, S. B.; GHILDYAL, B. P. Effect of bulk density and seed placement on upland rice seedling emergence. **Agronomy Journal**, Madison, v. 60, n. 2, p. 240-241, Mar./Apr. 1968.
- WU, G.; WILSON, L.; McCLUNG, A. M. Contribution of rice tillers to dry matter accumulation and yield. **Crop Science**, Madison, v. 90, n. 3, p. 317-323, 1998.
- YOSHIDA, S. Rice. In: ALVIM, P. de T.; KOZLOWSKI, T.T. (Eds.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p. 57-87.

