

# MANEJO DE ARROZ VERMELHO ATRAVÉS DO TIPO E ARRANJO DE PLANTAS EM ARROZ IRRIGADO<sup>1</sup>

VALMIR G. MENEZES<sup>2</sup>, PAULO R. F. DA SILVA<sup>3</sup>

## RESUMO

O arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) é considerado a planta daninha que causa mais danos à orizicultura gaúcha. As dificuldades de seu controle químico e o alto grau de infestação das lavouras determinam a necessidade de se desenvolver sistemas de controle cultural. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de densidades de semeadura, espaçamentos entrelinhas e cultivares de arroz irrigado no manejo de arroz vermelho. no rendimento e nas características agronômicas do arroz irrigado no sistema de cultivo mínimo. O experimento foi conduzido a campo na safra 94/95, na Estação Experimental do Arroz do IRGA, em Cachoeirinha, RS. Os

tratamentos constaram dos espaçamentos de 13,5; 20 e 30 cm entrelinhas, das densidades de semeadura de 75, 150 e 225 kg/ha e das cultivares de arroz BR-IRGA 410 e IRGA 416. O uso de uma cultivar de maior ciclo e estatura de planta e a elevação da densidade de semeadura associada com menores espaçamentos entrelinhas conferem ao arroz maior competitividade com o arroz vermelho. A utilização de cultivar de ciclo precoce diminui a quantidade de sementes de arroz vermelho que cai ao solo.

**Palavras chaves:** Controle cultural, densidade de semeadura, espaçamento, planta daninha. *oryza sativa*.

## ABSTRACT

### Management of red rice through type and plant arrangement in irrigated rice

Red rice (*Oryza sativa* L.) is considered the worst weed to the rice crop in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. The difficulty of its chemical control and the high degree of infestation in rice fields determine the necessity of developing systems for cultural control. The objective of this study was to evaluate the effects of three sowing rates, three row spacings and two irrigated rice cultivars on red rice control, grain yield and agronomic characteristics of irrigated rice under minimum tillage system. The experiment was conducted in 1994/95, at Rice Experimental Station, IRGA, Cachoeirinha/RS. The treatments

consisted of row spacings of 13.5, 20 and 30 cm. sowing rates of 75, 150, and 225 kg/ha and cultivars BR-IRGA 410 and IRGA 416. The results indicated that increasing of sowing rate associated with narrowing row spacing in the taller cultivar and higher season. BR-IRGA 410, gave higher competitiveness to rice with regard to red rice. The use of early season rice cultivar, IRGA 416, reduced the amount of red rice seed that fallen to the ground.

**Key words:** Cultural control, sowing rates, row, weed, *oryza sativa*.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 17/07/97 e na forma revisada em 06/01/98.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Msc., Estação Experimental do Arroz - IRGA. Rua João Paetzel, 723. CEP: 91330-281 - Porto Alegre/RS. Fax (051) 470.55.66, e-mail: irgatito@pro.via-rs.com.br.

<sup>3</sup> Eng. Agr., PhD, Prof. Adjunto, Bolsista CNPq. Depto. de Plantas de Lavoura - Faculdade de Agronomia/UFRGS. C.P. 776. CEP: 90001-970 - Porto Alegre/RS.

## INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) constitui-se no principal alimento para a grande maioria da população da América Latina e do Caribe. No Brasil, ele é responsável por 18 % das calorias e por 12 % das proteínas da dieta básica da população brasileira (Pereira *et al.*, 1990).

O Rio Grande do Sul contribui com cerca de 50 % da produção nacional deste cereal. A produtividade, embora considerada elevada (5 t/ha), está aquém dos melhores resultados alcançados pelas lavouras mais tecnificadas e do potencial obtido nos campos experimentais devido ao manejo inadequado e, principalmente, ao controle deficiente de plantas infestantes (Rangel, 1994).

O arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) é considerado a invasora que causa mais danos à lavoura orizícola gaúcha em decorrência da redução da produtividade, da depreciação do produto final, das dificuldades de controle e da extensão e do alto grau de infestação das áreas cultivadas (Souza & Fischer, 1986). Além disto, ele provoca elevação do custo de produção e deprecia o valor comercial das áreas cultivadas com arroz.

O arroz vermelho é classificado como pertencente à mesma espécie do arroz cultivado, cuja coloração do pericarpo do grão é avermelhada, devida à acumulação de tanino (Ogawa, 1992) ou de antocianina (Pantone & Baker, 1991a) nesta camada.

Dentre as plantas daninhas da cultura do arroz, esta é a que interfere mais negativamente no seu rendimento, devido às perdas causadas por competição e acamamento (Smith Jr., 1988). Além disso, os grãos de arroz vermelho estão entre as mais importantes sementes de infestantes que diminuem o rendimento de engenho e depreciam o produto final do arroz (Diarra *et al.*, 1985). A remoção completa da camada pigmentada é difícil no processo de beneficiamento dos grãos. O esforço extra exigido no polimento dos grãos acaba provocando maior quebra de grãos, tanto do arroz vermelho como do arroz cultivado. Ainda assim,

permanecem estrias de cor avermelhada que reduzem o valor de mercado do produto (Baker *et al.*, 1986).

A agressividade do arroz vermelho e o seu estabelecimento como planta daninha podem ser explicados em função da alta capacidade de produção de matéria seca; estatura mais elevada de suas plantas; ciclo mais longo que a maioria das cultivares; queda precoce e dormência das sementes e de sua viabilidade no solo por vários anos, dependendo das condições de ambiente; do controle seletivo ser muito difícil porque as reinfestações ocorrem através do uso de sementes de arroz contaminadas (Diarra *et al.* 1985; Fischer & Ramirez, 1993; Noldin, 1995).

O crescimento e o desenvolvimento das plantas de arroz vermelho variam consideravelmente conforme a capacidade de perfilhamento, índice de área foliar, estatura e ciclo das cultivares de arroz e de biótipos de arroz vermelho (Fischer, 1992a; Kwon *et al.*, 1992). Plantas mais altas de arroz, com crescimento inicial mais rápido, com grande capacidade de perfilhamento e de ciclo médio ou longo são mais competitivas com o arroz vermelho do que as plantas das cultivares de ciclo curto, porte mais baixo e pouco perfilhadoras (Kwon *et al.*, 1991b). Por outro lado, biótipos de arroz vermelho de porte baixo e com poucos perfilhos são menos competitivos do que os de porte mais alto e com grande capacidade de perfilhamento (Fischer, 1992b).

Em que pesem as diferenças morfológicas, existe similaridade entre as plantas de arroz e de arroz vermelho quanto às características fisiológicas e bioquímicas (Hoagland, 1978; Smith Jr., 1981). Em função disto, as plantas de arroz vermelho são tolerantes à quase totalidade dos herbicidas utilizados em arroz, limitando, deste modo, a utilização do controle químico (Kwon *et al.*, 1991a).

A interferência das espécies cultivadas sobre as plantas daninhas é um dos métodos de controle utilizado pelos produtores. Isto pode ser conseguido através da elevação da densidade e/ou pela melhor distribuição espacial das plantas, que

ocorre ao se diminuir o espaçamento entrelinhas (Moody, 1993). Outro fator cultural que afeta esta relação de competição é a habilidade diferenciada de cada cultivar de arroz em competir com o arroz vermelho.

A elevação da densidade de plantas de arroz dentro de determinados parâmetros e para uma mesma população de arroz vermelho, aumenta a capacidade competitiva do arroz e reduz as perdas devidas a esta infestante (Montealegre & Vargas, 1991; Fischer, 1992b).

Outro fator tão importante quanto a densidade é a distribuição de plantas, de modo que quanto mais equidistante ela for, menor será a competição intra-específica e melhor será a cobertura do solo, dificultando o surgimento e o desenvolvimento de plantas infestantes e a competição por luz (Kavano *et al.*, 1974; Fischer, 1992b).

A redução do espaçamento entre plantas no sistema de transplante torna a cultura do arroz irrigado mais competitiva e diminui as perdas por competição (Sarkar & Moody, 1981). Pitelli (1981) relata que a adoção de maiores espaçamentos na cultura do arroz permite maior densidade e acúmulo de matéria seca pela comunidade infestante e que, em espaçamentos menores, a eficiência do controle químico ou manual foi maior, devido ao efeito complementar da cultura.

Com base nestes pressupostos, o objetivo deste trabalho de pesquisa foi avaliar os efeitos de três densidades de semeadura, três espaçamentos entrelinhas e de duas cultivares de arroz irrigado no manejo de arroz vermelho, e as suas conseqüências no rendimento de grãos e nas características agronômicas do arroz irrigado no sistema de cultivo mínimo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo durante a safra 1994/95, na Estação Experimental do Arroz (EEA), do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), no Município de Cachoeirinha, RS. O solo no local é classificado como planossolo,

pertencente à unidade de mapeamento Vacacai (Embrapa, 1980), e o clima da região é subtropical úmido, conforme classificação de Köppen (Brasil, 1973).

Na área em que foi instalado o experimento, a população média de arroz vermelho era de 270 plantas/m<sup>2</sup> antes de se proceder a dessecação para a implantação do experimento. No entanto, para se obter uma população mais uniforme desta infestante nas diferentes unidades experimentais foram semeadas 50 sementes aptas de arroz vermelho por m<sup>2</sup>, passando-se em seguida o rolo canelado.

A população de arroz vermelho presente no local do experimento era composta dos biótipos de casca de cor amarelo-palha (92 %) e de casca preta (8 %). Entretanto, muitas plantas produziram sementes cuja cor da casca era intermediária às cores preta e amarelo-palha.

Ambos os biótipos apresentam folhas de cor verde-claro, pilosas e decumbentes; colmos finos; sementes de classe grão curto, pilosas e dormentes; debulha natural elevada e alta capacidade de perfilhamento. A estatura de planta no biótipo casca clara (122 cm) é maior do que no biótipo com casca preta (110 cm). A maioria das plantas do biótipo com casca preta produz sementes aristadas, enquanto no biótipo com casca clara a presença de arista nas sementes ocorre em baixa frequência.

Os tratamentos testados constituíram-se de três espaçamentos entrelinhas, três densidades de semeadura e duas cultivares de arroz, os quais foram arranjados em delineamento de blocos ao acaso, dispostos em parcelas subdivididas, com três repetições. Espaçamentos entrelinhas de 13,5; 20 e 30 cm foram locados nas parcelas principais. Nas subparcelas, foram locadas as cultivares BR-IRGA 410 e IRGA 416 associadas às densidades de semeadura de 75, 150 e 225 kg de sementes aptas por ha.

Todas unidades experimentais apresentaram o mesmo comprimento (7,2 m); entretanto, as larguras foram diferenciadas segundo o espaçamento entrelinhas. A largura das unidades experimentais com os espaçamentos entrelinhas de

13,5 e 20 cm foi de 2,4 m, totalizando 18 e 12 linhas, respectivamente. Para o espaçamento entrelinhas de 30 cm, as unidades experimentais apresentaram 3 m de largura e 10 linhas. Por outro lado, a área útil de cada unidade experimental foi a mesma, medindo 6 m de comprimento por 1,2 m de largura e contendo nove, seis e quatro linhas para os espaçamentos de 13,5, 20 e 30 cm, respectivamente.

As duas cultivares utilizadas são do tipo filipino e apresentam colmos fortes, folhas eretas e pilosas, porte baixo e grãos da classe longo-fino. A cultivar BR-IRGA 410 é a mais semeada pelos produtores no RS, ocupando 23 % da área cultivada (IRGA, 1993). Seu ciclo (125 dias) e o vigor inicial são considerados médios e sua capacidade de perfilhamento alta. A cultivar IRGA 416, lançada na safra 1991/92, já ocupa cerca de 10 % da área cultivada no Estado (IRGA, 1993), sendo de ciclo curto (110 dias). Sua arquitetura de planta é mais compacta que a da cultivar BRIRGA 410 e a estatura se situa em torno de 10 a 15 cm mais baixa. O vigor inicial das plântulas é considerado bom e a capacidade de perfilhamento média.

O arroz foi semeado em 26 de novembro de 1994 e a emergência das plântulas ocorreu em 3 de dezembro de 1994. A diferenciação do primórdio da panícula (estádio 6 da escala de Feekes & Large - ZADOKS *et al.*, 1974) e o pleno florescimento ocorreram, respectivamente, em 18 de janeiro e 15 de fevereiro de 1995, para a cultivar IRGA 416, e em 26 de janeiro e 24 de fevereiro de 1995, para a cultivar BR-IRGA 410. As colheitas das cultivares foram realizadas nos dias 24 de março e 6 de abril de 1995, para as cultivares IRGA 416 e BR-IRGA 410, respectivamente.

O controle das demais plantas daninhas que não o arroz vermelho, foi feito aos 15 dias após a emergência das plântulas de arroz, utilizando-se uma mistura dos herbicidas quinclorac (350 g/ha) e pyrazosulfuron-ethyl (15 g/ha). Os procedimentos de preparo de solo e as demais práticas culturais seguiram as recomendações da pesquisa para a cultura do arroz irrigado no Sul do Brasil (IRGA, 1995).

Face às dificuldades de se diferenciar as plântulas das cultivares de arroz das de arroz vermelho nas linhas de semeadura, os estandes de plantas e o número de perfilhos de arroz e arroz vermelho foram avaliados na fase de alongamento do colmo (estádio 9), contando-se os colmos principais e o número de perfilhos em quatro subamostras de 1 m de linha para as cultivares de arroz e em quatro subamostras de 1 m<sup>2</sup> para o arroz vermelho.

Os números de panículas de arroz e de arroz vermelho foram contadas por ocasião da colheita (estádio 11.3) em uma amostra de 1 m<sup>2</sup> em cada unidade experimental.

As estaturas de plantas de arroz e de arroz vermelho foram medidas em 20 colmos em cada unidade experimental, no estágio de maturação, tomando-se a distância entre o colo da planta e o ápice da panícula.

Os rendimentos de grãos das cultivares e de arroz vermelho foram obtidos com a colheita manual das panículas das plantas das cultivares de arroz e do arroz vermelho, separadamente, em 4,0 m<sup>2</sup> de cada unidade experimental, sendo os resultados expressos em kg/ha, a 13 % de umidade nos grãos.

O número de grãos formados por panícula e a esterilidade de espiguetas de arroz foram obtidos em uma amostra de 20 panículas colhidas ao acaso em cada unidade experimental. Obteve-se o número de grãos formados através da contagem de espiguetas férteis. A esterilidade foi determinada através do número de espiguetas estéreis, sendo o resultado expresso em percentagem em relação ao total de espiguetas.

O peso de grão de arroz com casca foi determinado a partir do peso médio de cinco subamostras de 50 g e o resultado expresso em peso de 1000 grãos, em gramas, a 13 % de umidade.

A matéria seca da parte aérea das plantas de arroz e de arroz vermelho foi determinada, separadamente, por ocasião do início do florescimento da cultivar de ciclo precoce em uma amostra de 1 m<sup>2</sup> de cada unidade experimental, deixando-se em estufa a 65°C até atingir peso seco

constante. Os resultados foram expressos em g/planta em função da maior variação da população de arroz vermelho.

Os parâmetros avaliados foram analisados estatisticamente através do F-teste. Para a comparação entre médias foi utilizado o teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Arroz vermelho

A população inicial de plantas de arroz vermelho (44 por m<sup>2</sup>) não variou significativamente

entre os tratamentos, indicando que houve uniformidade de infestação desta planta daninha nas unidades experimentais. Para número de perfilhos por planta de arroz vermelho e número de panículas por área foram significativos, os efeitos simples de densidade de semeadura do arroz cultivado (Tabela 1). O número de perfilhos por planta de arroz vermelho diminuiu com o aumento da densidade de semeadura de arroz (Tabela 1). O número de panículas por área foi maior na menor densidade de semeadura do arroz, diminuindo nas densidades intermediária e mais elevada (Tabela 1).

**TABELA 1.** Número de perfilhos e matéria seca por planta de arroz vermelho e número de panículas por m<sup>2</sup>, em função de três densidades de semeadura de arroz, na média de duas cultivares e de três espaçamentos entrelinhas, EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1994/95.

DENSIDADE DE SEMEADURA (kg/ha)	ARROZ VERMELHO			
	Perfilhos por planta (N <sup>o</sup> )	Matéria Seca (g/planta)	Paniculas por m <sup>2</sup> (N <sup>o</sup> )	Rendimento de grãos (kg/ha)
75	2,3 a*	5,2 a	111 a	885 a
150	1,9 b	4,8 ab	82 b	717 b
225	1,6 c	4,4 b	74 b	589 b
C.V.	17,8	15,1	28,4	28,3
DMS	0,23	0,40	17	140

\* Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

As reduções dos números de perfilhos por planta e de panículas por área de arroz vermelho, verificadas na maior densidade de semeadura do arroz são indicativas da maior capacidade de competição da cultura, uma vez que a população da infestante foi similar em todos os tratamentos.

Para rendimento de matéria seca (MS) por planta de arroz vermelho foram significativos os efeitos simples de cultivar e de densidade de semeadura de arroz. O rendimento de MS do arroz vermelho foi 23 % maior quando em competição com a cultivar IRGA 416 em relação à BR-IRGA 410 (Tabela 2).

A medida que se incrementou a densidade de semeadura do arroz, houve redução da MS

produzida por planta de arroz vermelho (Tabela 1). O menor rendimento de MS por planta de arroz vermelho constatado nas densidades média e alta deve-se, basicamente, a maior população de arroz. A redução da fitomassa da comunidade infestante, em função do aumento da densidade de semeadura do arroz ou de outras espécies cultivadas, também foi constatada por outros autores (Pantone & Baker, 1991 b; Graf & Hill, 1992; Tollenar *et al.*, 1994)

O maior ciclo e a maior estatura de planta proporcionaram vantagens para a cultivar BR-IRGA 410 em relação à cultivar IRGA 416, em termos de competição com o arroz vermelho, reduzindo a MS por planta dessa infestante. O

efeito diferencial de cultivares sobre o rendimento de matéria seca do arroz vermelho tem sido verificado por diversos autores.

A estatura de planta de arroz vermelho variou significativamente em função da cultivar de arroz em competição. Sendo maior quando em competição com a cultivar BR-IRGA 410 do que

com a cultivar IRGA 416 (Tabela 2). Este comportamento pode ser atribuído à alteração da qualidade da luz, provocada pela competição entre plantas de arroz de estaturas diferenciadas, onde a cultivar BR-IRGA 410, de porte maior, causou maior sombreamento das plantas de arroz vermelho do que a cultivar IRGA 416.

**TABELA 2.** Matéria seca, estatura de planta e rendimento de grãos de arroz vermelho em competição com duas cultivares de arroz, na média de três densidades de semeadura e de três espaçamentos entrelinhas. EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1994/95.

CULTIVARES DE ARROZ EM COMPETIÇÃO	ARROZ VERMELHO		
	Matéria Seca (g/planta)	Estatura de planta (cm)	Rendimento de grãos (kg/ha)
BR-IRGA 410	4,18 b	141 a	395 b
IRGA 416	5,43 a	137 b	1066 a
C.V.	15,1	2,4	28,3
DMS	0,64	2,0	140

\* Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Na presença de feixes de luz de comprimento vermelho-distante, que são predominantes em situações de sombreamento, o fitocromo que está presente em altas concentrações nos tecidos meristemáticos, promove o crescimento do colmo e dos entrenós das gramíneas e, por conseqüência, aumenta a estatura de planta. Já quando predominam os feixes de luz de comprimento vermelho, em condições de alta luminosidade, a ação do fitocromo é inibida, provocando inibição do crescimento do colmo e dos entrenós (Salisbury & Ross, 1992)

O rendimento de grãos de arroz vermelho colhido no momento da colheita das cultivares de arroz variou significativamente em função da cultivar e da densidade de semeadura de arroz cultivado. O rendimento de grãos de arroz vermelho foi 170 % maior quando associado à cultivar IRGA 416 do que à BR-IRGA 410 (Tabela 2).

O efeito da cultivar de arroz na quantidade de grãos de arroz vermelho colhido pode ser atribuído, em maior parte, ao menor ciclo da

cultivar IRGA 416, em relação à BR-IRGA 410, e ao arroz vermelho. No momento da colheita da cultivar de ciclo precoce, a maioria das panículas de arroz vermelho apresentava o terço inferior com grãos em estágio leitoso e apenas os grãos do terço superior encontravam-se no estágio de maturação fisiológica, porém, já começavam a cair ao solo. Já, por ocasião da colheita da cultivar de ciclo médio, a maioria das panículas de arroz vermelho encontrava-se no estágio de maturação completa e os grãos dos dois terços superiores das panículas já haviam caído ao solo.

O uso de uma cultivar de arroz de ciclo precoce e a sua colheita na época oportuna, permitem a retirada da maioria dos grãos de arroz vermelho da lavoura. Esta estratégia pode ser utilizada pelos orizicultores, em conjunto com outras técnicas, para o manejo dessa infestante, visto que uma das principais formas de reinfestação de arroz vermelho nas áreas cultivadas com arroz dá-se através das sementes que caem ao solo. Usando-se os índices percentuais de grãos de arroz vermelho colhidos, determinou-se o rendimento de

grãos dessa infestante que é realmente produzido em cada cultivar. Após estimou-se os números de grãos por m<sup>2</sup> que realimentaram o banco de sementes do solo, que foram 3273 e 1024, respectivamente, junto às cultivares de ciclo médio (BR-IRGA 410) e de ciclo precoce (IRGA 416).

Na menor densidade de semeadura de arroz, o rendimento de grãos de arroz vermelho foi 19 % e 45 % maior em relação às densidades intermediária e elevada, respectivamente (Tabela 1). Isto evidencia que o aumento da densidade de semeadura proporciona ao arroz maior capacidade de competição com o arroz vermelho. Esses resultados estão de acordo com os dados obtidos neste trabalho para a produção de MS de arroz vermelho por planta e confirmam que a utilização de altas densidades de semeadura pelos produtores é uma alternativa viável para reduzir a interferência do arroz vermelho e a produção de seus disseminulos.

Nenhum dos parâmetros de arroz vermelho analisados apresentaram diferenças significativas para espaçamentos entrelinhas. Existem três razões que, possivelmente, expliquem estes resultados. A primeira, pode ser em função do planejamento

estatístico do experimento de campo, onde o fator espaçamento ficou locado nas parcelas principais e, por conseguinte, com poucos graus de liberdade. A segunda, decorre de que a competição entre esses dois tipos de arroz é, fundamentalmente, por luz e esta é mais intensa da metade para o final do ciclo (Kown *et al.*, 1991b; Fischer & Ramirez, 1993), quando não se observava mais efeito de espaçamentos entrelinhas. A terceira hipótese é de que, quando a comunidade infestante se desenvolve desde o início do ciclo da cultura, sem qualquer tipo de controle, o efeito de espaçamento pode ser anulado, uma vez que a presença de plantas daninhas nestas condições elimina as vantagens da menor competição intra-específica, proporcionada pela melhor distribuição espacial (Pitelli, 1981).

### Arroz cultivado

A população inicial de plantas de arroz variou em função da densidade de semeadura, aumentando à medida que se incrementou a densidade de semeadura (Tabela 3). Estes dados evidenciam que foi alcançado o propósito de se obter três populações distintas de plantas de arroz.

**TABELA 3.** Estande inicial de plantas, número de perfilhos e matéria seca por planta e número paniculas de arroz cultivado em competição com o arroz vermelho em função de três densidades de semeadura de arroz, na média de duas cultivares e de três espaçamentos entrelinhas. EEA/IRGA. Cachoeirinha, RS, 1994/95.

DENSIDADE DE SEMEADURA (kg/ha)	ARROZ VERMELHO			
	Plantas por m <sup>2</sup> (N <sup>o</sup> )	Perfilhos por planta (N <sup>o</sup> )	Paniculas por m <sup>2</sup> (N <sup>o</sup> )	Matéria seca (g/planta)
75	137 c*	1,8 a	241 c	4,6 b
150	233 b	1,5 b	335 b	6,2 a
225	307 a	1,2 c	358 a	6,4 a
C.V.	11,7	10	8,2	6,7
DMS	15	0,10	17	1,2

\* Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Para número de perfilhos por planta de arroz foram significativos os efeitos simples de

densidade de semeadura e de espaçamento entrelinhas. O número de perfilhos por planta

diminuiu à medida que se incrementou a densidade de semeadura (Tabela 3). Houve redução no número de perfilhos por planta no espaçamento entrelinhas de 30 cm, respectivamente, de 13 e 19 %, em relação aos espaçamentos de 20 e 13,5 cm (Tabela 4).

O maior número de perfilhos por planta de arroz, nos dois espaçamentos menores, deve-se a menor competição entre plantas de arroz,

proporcionada pela melhor distribuição espacial entre elas. A diminuição do número de perfilhos com o incremento da densidade de semeadura deve-se à população total de plantas. Devido a sua plasticidade, o arroz tende a compensar o menor número de plantas nas densidades mais baixas, emitindo maior número de perfilhos por planta (Loomis & Connor 1992).

**TABELA 4.** Número de perfilhos por planta de arroz cultivado em três espaçamentos entrelinhas, na média de duas cultivares e de três densidades de semeadura. EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1994/95.

ESPAÇAMENTO ENTRELINHAS (cm)	PERFILHOS POR PLANTA DE ARROZ (Número)
13,5	1,6 a*
20	1,5 a
30	1,3 b
C.V.	10,0
DMS	0,14

\* Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

No entanto, mesmo havendo maior emissão de perfilhos por planta nas densidades menores, esta não foi suficiente para compensar o maior número de colmos férteis obtidos na densidade maior. Isto deveu-se, provavelmente, a competição exercida pelo arroz vermelho, pois em experimento conduzido na ausência desta infestante Silva *et al.*, 1995, não observou diferenças significativas para colmos férteis entre densidades de semeadura do arroz.

O número de panículas por área variou em função da densidade de semeadura (Tabela 3). À medida que se incrementou a densidade de semeadura, o número de panículas por área aumentou. O menor número de panículas de arroz por área, observado nas densidades de semeadura de arroz baixa e intermediária, deveu-se ao menor número de perfilhos obtidos nestas densidades.

Para esterilidade de espiguetas houve interação significativa entre cultivares e densidades de semeadura (Tabela 5). Não houve diferença significativa entre cultivares para esterilidade de espiguetas na densidade mais baixa. No entanto, à medida que se aumentou a densidade para 150 e 225 kg/ha, a esterilidade de espiguetas da cultivar BR-IRGA 410 foi inferior a da cultivar IRGA 416.

O incremento da densidade de semeadura não interferiu significativamente na esterilidade de espiguetas na cultivar BR-IRGA 410, mas aumentou a esterilidade na cultivar IRGA 416 (Tabela 5). Este efeito pode ser atribuído à formação de um ambiente desfavorável a essa cultivar, seja devido ao autosombreamento, seja ao maior sombreamento provocado pela maior diferença de estatura de suas plantas com as do arroz vermelho quando comparada com a cultivar

BR-IRGA 410. Segundo DE DATTA (1981), a incidência de menor radiação solar interfere negativamente na fertilidade das espiguetas de arroz. Entretanto, deve ser salientado que não houve relação entre rendimento de grãos e esterilidade de espiguetas no presente trabalho.

O número de grãos por panícula e o peso de 1000 grãos de arroz com casca variaram somente em função da cultivar (Tabela 6).

Para rendimento de matéria seca foram significativos os efeitos simples de cultivar e de densidade de semeadura. O rendimento de matéria seca foi maior na cultivar BR-IRGA 410 do que na

cultivar IRGA 416 (Tabela 6). Este resultado deve-se a maior capacidade de competição por luz da cultivar BR-IRGA 410 com o arroz vermelho, em função de sua maior estatura em relação à da IRGA 416. A análise de rendimento de matéria seca em ensaio sem infestação de arroz vermelho (Silva *et al.*, 1995) confirma esta hipótese, pois não houve diferenças significativas entre estas duas cultivares para este parâmetro. Smith Jr. (1991), também evidenciou que o arroz vermelho foi mais competitivo com a cultivar de arroz de menor estatura do que com a de maior estatura.

**TABELA 5.** Esterilidade de espiguetas de duas cultivares de arroz cultivado em três densidades de semeadura, na média de três espaçamentos entrelinhas. EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1994/95.

DENSIDADE DE SEMEADURA (kg/ha)	ESTERILIDADE - %	
	BR-IRGA 410	IRGA 416
75	A 12,3 a*	A 15,2 b
150	B 12,8 a	A 18,1 ab
225	B 9,7 a	A 18,8 a
C.V.		24,10
DMS		3,35

\* Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra, ou nas linhas, médias antecedidas pela mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

**TABELA 6.** Número de grãos por panícula, peso de 1000 grãos, matéria seca por planta e estatura de duas cultivares de arroz, na média de três densidades de semeadura e de três espaçamentos entrelinhas, EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS, 1994/95.

CULTIVARES DE ARROZ	Grãos por panícula (N°)	Peso de 1000 grãos (g)	Matéria Seca de Arroz (g/planta)	Estatura de planta (cm)
IRGA 416	99 b*	27,6 a	5,9 a	86 b
BR-IRGA 410	126 a	26,6 b	5,5 b	101 a
C.V.	8,2	0,6	6,7	2,0
DMS	6,0	0,09	0,2	1,0

\* Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

O rendimento de matéria seca de arroz nas densidades intermediária e elevada foi 35 % e 39 %

maior do que o obtido na menor densidade (Tabela 3). Isto reflete a maior capacidade de

competição do arroz cultivado com o arroz vermelho à medida que se incrementa a população de plantas. Graf & Hill (1992), observaram maiores rendimentos de fitomassa aparente de arroz em competição com *Echinochloa crusgalli* à medida que houve elevação da densidade de semeadura.

Para estatura de plantas houve efeito simples de cultivar. As plantas da cultivar BR-IRGA 410 foram maiores do que as da cultivar IRGA 416 (Tabela 6). Em outro experimento, Menezes (1991) também não observou efeito da competição do arroz vermelho sobre estatura de plantas das cultivares BR-IRGA 409 e BR-IRGA 410.

A variável rendimento de grãos apresentou interação tríplice significativa entre densidades de

semeadura, espaçamentos entrelinhas e cultivares. Quando se compara densidades de semeadura do arroz nos diferentes espaçamentos entrelinhas (Tabela 7), verificou-se que na cultivar de ciclo médio (BR-IRGA 410), o rendimento de grãos obtido com a densidade intermediária foi similar ao da densidade mais elevada em todos os espaçamentos. Por outro lado, para essa cultivar, não houve efeito de densidade de semeadura no espaçamento de 30 cm. Para a cultivar de ciclo precoce (IRGA 416), houve aumento do rendimento de grãos à medida que se incrementou a densidade de semeadura, especialmente para a maior, independente do espaçamento entrelinhas. Apenas para o espaçamento entrelinhas de 13,5 cm, a densidade intermediária produziu rendimento de grãos similar ao da maior densidade.

**TABELA 7.** Rendimento de grãos de duas cultivares de arroz em competição com arroz vermelho, sob três densidades de semeadura e três espaçamentos entre-linhas. EEA/IRGA, Cachoeirinha, RS. 1994/95.

DENSIDADE DE SEMEADURA DO ARROZ (kg/ha)	RENDIMENTO DE GRÃOS DE ARROZ (kg/ha)	
	BR-IRGA 410	IRGA 416
ESPAÇAMENTO ENTRELINHAS - 13,5 CM		
75	A 3253 b*	A 3232 b
150	A 5339 a	A 4977 a
225	A 5972 a	B 5014 a
ESPAÇAMENTO ENTRELINHAS - 20 CM		
75	A 2940 b	A 3174 b
150	A 4455 a	B 3009 b
225	A 5255 a	B 4001 a
ESPAÇAMENTO ENTRELINHAS - 30 CM		
75	A 3711 a	B 2960 b
150	A 4303 a	B 3405 b
225	B 3628 a	A 4118 a
C.V.		8,88
DMS		787

\* Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra minúscula, ou nas linhas, médias antecedidas pela mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

E interessante ressaltar que, enquanto na cultivar BR-IRGA 410 a maior produtividade já foi alcançada na densidade intermediária, em função de uma melhor capacidade competitiva com o arroz vermelho, na cultivar IRGA 416 o maior rendimento de grãos só foi atingido na densidade mais elevada.

Ao se comparar os espaçamentos entrelinhas numa mesma densidade de semeadura (Tabela 8), observou-se que para a menor densidade não houve efeito de espaçamento em ambas as cultivares. Nas densidades intermediária e mais elevada, o rendimento de grãos obtido no menor espaçamento foi superior aos dos espaçamentos de 20 e 30 cm, em ambas as cultivares. No entanto, na densidade de 225 kg/ha para a cultivar BR-IRGA 410, os rendimentos de

grãos obtidos nos espaçamentos de 13,5 e 20 cm foram similares e superaram o obtido no espaçamento maior.

Os maiores rendimentos de grãos obtidos nas maiores densidades, associadas ao menor espaçamento, devem-se ao aumento da capacidade de competição do arroz sobre o arroz vermelho, na medida em que diminuiu a competição entre as plantas de arroz e, em contra-partida, aumentou sua capacidade de competição interespecífica. Estes resultados estão de acordo com os dados referidos por Sarkar & Moody (1981) que consideram que a melhor distribuição de plantas e a elevação da densidade de semeadura reduziram o peso de MS da comunidade infestante e incrementaram o rendimento de grãos do arroz.

**TABELA 8.** Rendimento de grãos de duas cultivares de arroz em competição com arroz vermelho, sob três espaçamentos entrelinhas e três densidades de semeadura. EEA/IRGA. Cachoeirinha, RS, 1994/95.

ESPAÇAMENTO ENTRELINHAS DO ARROZ (cm)	RENDIMENTO DE GRÃOS DE ARROZ (kg/ha)	
	BR-IRGA 410	IRGA 416
DENSIDADE DE SEMEADURA - 75 kg/ha		
13,5	A 3253 a*	A 3232 a
20	A 2940 a	A 3134 a
30	A 3711 a	B 2960 a
DENSIDADE DE SEMEADURA - 150 kg/ha		
13,5	A 5339 a	A 4977 a
20	A 4455 b	B 3009 b
30	A 4303 b	B 3405 b
DENSIDADE DE SEMEADURA - 225 kg/ha		
13,5	A 5972 a	B 5014 a
20	A 5255 a	B 4001 b
30	A 3628 b	A 4118 b
C.V.		8,88
DMS		787

\* Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra minúscula, ou nas linhas, médias antecedidas pela mesma letra maiúscula, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

A vantagem competitiva do arroz cultivado sobre o arroz vermelho com o uso de espaçamentos

menores só se manifestou quando se elevou a densidade de semeadura para 150 e 225 kg/ha,

devido, basicamente, ao melhor arranjo de plantas. Entretanto, a ausência de efeito de espaçamento entrelinhas sobre o rendimento de grãos na menor densidade deveu-se, possivelmente, a maior capacidade competitiva do arroz vermelho com essa menor população de arroz. Desta maneira, reduz-se qualquer benefício que se poderia esperar pela melhor distribuição de plantas na área.

O menor rendimento de grãos obtido nos maiores espaçamentos para as densidades média e alta deveu-se, provavelmente, a maior competição intra-específica devida a maior população de plantas na linha, propiciando-se, desta maneira, condições favoráveis para o desenvolvimento da população de arroz vermelho.

A provável razão para o baixo rendimento de grãos obtido junto a maior densidade de sementeira para a cultivar BR-IRGA 410 no maior espaçamento, em relação aos espaçamentos de 13,5 e 20 cm (Tabela 8), deve-se ao menor número de panículas de arroz constatado nesse tratamento por problemas de estande de plantas, embora não se tenha detectado significância estatística para esta característica.

Por outro lado, é importante considerar-se que o incremento de plantas na comunidade de arroz, além de determinados parâmetros, pode proporcionar competição intra-específica indesejável (Fischer, 1992a) e também criar ambiente favorável ao desenvolvimento de patógenos (Ribeiro, 1984). Além disso, se a semente de arroz utilizada pelos produtores não for isenta de sementes de arroz vermelho, a utilização de maior densidade de sementeira de arroz contribuirá para o aumento da população dessa infestante.

Os menores rendimentos de grãos obtidos para a cultivar IRGA 416 em relação aos da cultivar BR-IRGA 410, observados na maioria das combinações de densidades de sementeira e de espaçamentos entrelinhas, devem-se a menor capacidade de competição desta cultivar com o arroz vermelho. Estes resultados confirmam os dados verificados para matéria seca do arroz e do arroz vermelho, vistos anteriormente, onde a cultivar IRGA 416 demonstrou ser menos

competitiva com esta infestante do que a cultivar BR-IRGA 410, principalmente, em função de sua menor estatura de planta. Estes resultados estão de acordo com as observações de Kavano *et al.* (1974), que consideraram a maior estatura de planta das cultivares de arroz como um fator que proporciona melhores condições de competição intra-específica ou interespecífica.

Já o maior rendimento de grãos da cultivar IRGA 416 em relação ao da cultivar BR-IRGA 410, verificado na maior densidade de sementeira e no maior espaçamento entrelinhas (Tabela 8), deve ser considerado como uma exceção, face ao problema de baixo estande de plantas obtido na cultivar BR-IRGA 410, que se refletiu em menor número de panículas.

#### LITERATURA CITADA

- BAKER, J.B.; SONNIER, E.A.; SHREFLER, A.W. Integration of molinate use water management for red rice (*Oryza sativa*) control in water-seeded rice (*Oryza sativa*). *Weed Sci.*, v. 34, p.916-922, 1986.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento de solo do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 165p. (Boletim Técnico n. 30), 1973.
- DE DATTA, S.K. The climatic environment and its effects on rice. In: **Principles and Practices of Rice Production**. New York, J. Wiley, p. 9-40, 1981.
- DIARRA, A.; SMITH, JR. R. J.; TALBERT, R. E. Growth and morphological characteristics of red rice (*Oryza sativa*) biotypes. *Weed Sci.*, v. 33, p.310-314, 1985.
- EMBRAPA. Serviço nacional de levantamento e conservação de solos. **Estudo expedito de solos do Estado do Rio Grande do Sul e parte de Santa Catarina, para fins de classificação, correlação e**

- legenda preliminar.** Rio de Janeiro, 262p (Boletim Técnico n. 17), 1980.
- FISCHER, A.J. Enfoques para el estudio de la interferencia de las malezas con cultivos. (Trabalho apresentado no Congresso Internacional Manejo Integrado de Plagas, 4, El Zamorano 1992), 1992a.
- FISCHER, A.J. Manejo de malezas: componentes y criterios para su integración. (Trabalho apresentado no Congresso Internacional Manejo Integrado de Plagas, 4, El Zamorano 1992), 1992b.
- FISCHER, A.J.; RAMIREZ, A. Red rice (*Oryza sativa*): competition studies for management decisions. London, **Int. J. Pest. Manag.**, v. 39, n. 2, p. 133-138, 1993.
- GRAF, B.; HILL, J.E. Modelling the competition for light and nitrogen between rice and *Echinochloa crus-galli*. **Agric. Syst.**, v. 40, p.345-359, 1992.
- HOAGLAND, R.E. Isolation and some properties of an acylamidase from red rice, *Oryza sativa* L., that metabolizes 3,4-dichloropropionalide. **Plant Cell Physiol.**, v. 19, p.1019-1027, 1978.
- IRGA 1993. **Diagnóstico do complexo arroz nos Estados do RS, SC e MS no âmbito do Mercosul.** Porto Alegre, 1993. 103p.
- IRGA. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil.** 3 ed. rev., 1996, p.40, 1995.
- KAVANO, K.; GONZALES, H.; LUCENA, M. Intraespecific competition, competition with weeds, and spacing response in rice. **Crop Sci.**, v.14, p.841-845, 1974.
- KWON, S.L.; SMITH JR, R.J.; TALBERT, R.E. Interference durations of red rice (*Oryza sativa*) in rice (*O. sativa*). **Weed Technol.**, v. 39, p. 363-368, 1991a.
- KWON, S.L.; SMITH JR, R.J.; TALBERT, R.E. Red rice (*Oryza sativa*) control and suppression in rice (*O. sativa*). **Weed Technol.**, v. 5, p.811-816, 1991b.
- KWON, S.L.; SMITH JR, R.J.; TALBERT, R.E. Comparative growth and development of red rice (*Oryza sativa*) and rice (*O. sativa*). **Weed Technol.**, v. 40, p.57-62, 1992.
- LOOMIS, R.S.; CONNOR, D.J. **Crop ecology: productivity and management in agricultural systems.** Cambridge, Cambridge University Press, p.32-59, 1992.
- MENEZES, V.G. Avaliação do sistema de cultivo mínimo em arroz irrigado no controle de arroz vermelho. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 19, 1991, Balneário de Camboriú. **Anais...** Florianópolis, EMPASC, p.276-279, 1991.
- MONTEALEGRE, F.A.; VARGAS, J.P. Tecnologia para el manejo de arroz rojo en América Latina. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 1991, Villahermosa, 1991. **Anais...** Cali, CIAT, p.130-140, 1991.
- MOODY, K. Weed control in wet-seeded rice. **Exp. Agric.**, v. 29, p.393-403, 1993.
- NOLDIN, J.A. **Characterization, seed longevity, and herbicide sensitivity of red rice (*Oryza sativa* L.) ecotypes, and red rice control in soybeans [*Glycine max* (L.) Merr.]** Texas A&M University. 218 p. Dissertation (Doctor in Agronomy). Texas A&M University, Texas, 1995.
- OGAWA, M. Red rice. **Chemistry and organisms.** v. 30, n. 6, p.385-388, 1993.