



**Densidade de plantas em arroz de terras altas irrigado por aspersão**

*Plant population for upland rice under sprinkler irrigation*

**Douglas de Castilho Gitti<sup>1</sup>, Orivaldo Arf<sup>1</sup>, Flávio Hiroshi Kaneko<sup>1</sup>, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS), Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, Avenida Brasil Centro, 56, CEP: 15385-000, Ilha Solteira, SP. E-mail: gittidouglas@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS), Laboratório de Agrometeorologia e Instrumentação, Ilha Solteira, SP

Recebido em: 08/10/2011

Aceito em: 21/11/2012

**Resumo.** A utilização da população ideal de plantas no campo, para determinada condição de clima, solo, cultivar e tratos culturais conduz a mais alta produtividade por área. Assim, este experimento objetivou avaliar no município de Selvíria, MS, em solo originalmente sob vegetação de cerrado, quatro cultivares de arroz de terras altas (IAC 202, Primavera, Cirad 141 e Best 2000) e cinco densidades de semeadura (100, 150, 200, 250 e 300 sementes viáveis m<sup>-2</sup>), irrigados por aspersão, durante os anos agrícolas de 2005/06 e 2006/07. Os cultivares Best 2000, Cirad 141 e IAC 202 são passíveis de indicação para cultivo com irrigação por aspersão. O cultivar Primavera não é recomendado para cultivo com irrigado por aspersão, principalmente em áreas com alta fertilidade do solo, por causa dos altos índices de acamamento. A densidade de 100 sementes viáveis m<sup>-2</sup> é a mais indicada para os cultivares avaliados, quando cultivados em condições de irrigação por aspersão. O aumento da densidade de semeadura ocasionou redução no tamanho das panículas. Os cultivares avaliados apresentaram valores adequados de rendimento de benefício e de grãos inteiros.

**Palavras-chave.** Cerrado, cultivares, *Oryza sativa* L.

**Abstract.** The use of the adequate plant population in the crops, for a given condition of climate, soil, cultivar and management, leads to higher yields per area. The research was carried out in Selvíria, Mato Grosso do Sul, Brazil, in soil originally under cerrado vegetation. The objective of this study was to evaluate four upland rice cultivars (IAC 202, Primavera, Cirad 141 and Best 2000) with five different plant population (100, 150, 200, 250 and 300 viable seeds m<sup>-2</sup>), under sprinkler irrigation, during two crop cycles (2005/06 and 2006/07). The cultivars Best 2000, Cirad 141 and IAC 202 can be recommended to be under sprinkler irrigation. The cultivar Primavera is not recommended to be under sprinkler irrigation, especially in areas with high soil fertility, because of the high lodging rates. The density of 100 viable seeds m<sup>-2</sup> is the most suitable for the evaluated cultivars, when grown under sprinkler irrigation conditions. Increasing plant population resulted in reduction in panicle size. The cultivars studied are appropriate values of income benefit and whole grains

**Keywords.** Cerrado, cultivar, *Oryza sativa* L.

### **Introdução**

A capacidade produtiva do arroz em sistemas de irrigação por inundação são as maiores, sendo os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina os maiores produtores nacionais de arroz irrigado, com produtividade média entre os anos de 2005 e 2009, de 6.702 e 6.892 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2011). Para a safra 2010, o cultivo do arroz pelo sistema de inundação

foi responsável por mais de 72 % da produção nacional. Por outro lado, o sistema terras altas é responsável por 10 % da produção de arroz brasileiro. Predominante na região Centro-Oeste e representada pelos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás a produtividade média foi de 2.988 kg ha<sup>-1</sup>, sendo a maior dentro desse sistema de cultivo do arroz.



A diferença entre as médias de produtividade de grãos entre os sistemas de cultivo são marcantes. Embora sistemas muito distintos, o potencial produtivo do arroz é expresso no sistema inundado e ainda não obtido no sistema de terras altas, porém não impossível.

Na maioria das regiões brasileiras, o arroz cultivado sob condições de sequeiro é cultivado em áreas sob cobertura anterior de cerrado, e em grande parte para a abertura de novas áreas agrícolas, situadas em solos pobres em nutrientes e com baixa capacidade de retenção de água, ou ainda, utilizado na implantação ou reforma de pastagens, com finalidade de redução dos custos. Apesar de persistirem os cultivos em áreas recém-desmatadas do cerrado, preparadas e corrigidas precariamente, atualmente, está ocorrendo um novo momento para a cultura do arroz de terras altas, onde o arroz se mostra como uma das culturas que podem compor o sistema agrícola de rotação com a soja.

O arroz ainda tem uma expressiva participação como cultura pioneira em áreas de fronteira agrícola e, por enquanto, ainda associada a desmatamentos. No entanto, não se restringe só a isso, uma vez que a implantação da pastagem consorciada com o arroz no “*sistema barreirão*” tem-se mostrado técnica e economicamente eficiente, como método de reforma de pastagens, oferecendo uma capacidade de suporte animal muito superior e, simultaneamente, produzindo arroz com produtividade e qualidade (EMBRAPA, 2005).

Dentre outros fatores que influenciam diretamente o rendimento do arroz, está o arranjo das plantas no campo, pois a mesma população de plantas pode ter diversos arranjos. À medida que as plantas menos competitivas são selecionadas, menor pode ser o espaçamento entre linhas. Para determinada condição de solo, clima, cultivar e tratamentos culturais, existem um número de plantas por unidade de área que conduz a mais alta produtividade por área (Santos, 1990).

Os resultados experimentais sobre a influência do espaçamento entre linhas e da densidade de semeadura na produtividade do arroz de terras altas são específicas do cultivar, por sua dependência da capacidade de perfilhamento, da estatura, da arquitetura e da suscetibilidade a brusone da cultivar, da disponibilidade de água e da fertilidade do solo. Em geral, são utilizadas densidades de 100 a 120 sementes viáveis por m<sup>2</sup> para cultivares tradicionais de arroz de terras altas, com espaçamentos que variam de 30 a 50 cm entre

linhas (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2006). Já cultivares do tipo moderno indica-se de 150 a 200 sementes viáveis por m<sup>2</sup>, maiores densidades são interessantes, pois devido à estatura reduzida destas plantas, folhas menores, e mais eretas, a redução no espaçamento entre as linhas possibilita o aumento do índice de área foliar (IAF), da duração da taxa de crescimento da cultura e da duração da área foliar, favorecendo os resultados da produtividade de grãos (Santos & Costa, 1997).

Trabalhos com o cultivar IAC 201 em espaçamentos entre linhas de 30, 40 e 50 cm e três densidades de semeadura (100, 150 e 200 sementes viáveis por m<sup>2</sup>), irrigado por aspersão, mostraram que o número de colmos e de panículas é incrementado com a redução do espaçamento e a densidade de 100 sementes viáveis por m<sup>2</sup> é a mais indicada para este cultivar, por proporcionar menor gasto de sementes; o espaçamento de 30 cm entre linhas proporcionou a maior produtividade de grãos e o aumento da densidade de semeadura reduziu o perfilhamento por planta (Crusciol et al., 1999b). O cultivar IAC 201, cultivado sob sistema de sequeiro, apresentou aumento da produção de massa seca e da quantidade de nutrientes absorvidos, com a redução do espaçamento, no entanto a variação da densidade de semeadura não afetou os parâmetros estudados (Crusciol et al., 1999c).

Segundo Fornasieri Filho & Fornasieri (2006) a densidade de semeadura recomendada para os cultivares do tipo de plantas tradicional, intermediário e moderno são de 60, 70 e 80 sementes viáveis por metro, respectivamente. Atualmente foram lançadas no mercado cultivares com menor porte e arquitetura de plantas pertencentes ao grupo moderno. Assim, acredita-se que para cultivares com essa característica possa ser utilizada densidade de semeadura mais elevada, entretanto a literatura ainda é carente dessas informações.

O experimento foi realizado objetivando avaliar o efeito da densidade de semeadura nos componentes de produção e produtividade de quatro cultivares de arroz de terras altas irrigado por aspersão.

#### **Material e Métodos**

O trabalho foi desenvolvido nos anos agrícolas de 2005/06 e 2006/07, no município de Selvíria – MS, em solo originalmente sob vegetação de cerrado, apresentando como coordenadas geográficas 51° 22' de longitude Oeste de

Greenwich e 20° 22' de latitude sul, com altitude de 335 metros, a precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5° C e a umidade relativa do ar varia entre 70 e 80% (média anual).

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área e realizadas as análises químicas, cujos resultados estão demonstrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas do solo avaliadas na camada de 0 a 20 cm.

Ano	P resina mg dm <sup>-3</sup>	M.O. g dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al -----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	Al	CTC	V (%)
2005/06	7	17	4,9	4,2	21	12	31	0,0	68	54
2006/07	22	17	4,9	4,0	23	12	31	0,0	70	70

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com 20 tratamentos disposto em esquema fatorial 4 x 5. Os tratamentos foram constituídos por quatro cultivares de arroz (IAC 202, Primavera, Cirad 141 e Best 2000) e cinco densidades de semeadura (100, 150, 200, 250 e 300 sementes por m<sup>2</sup>), com quatro repetições.

Nos dois anos agrícolas o preparo da área foi realizado previamente com aração e gradagem. Em ambos os anos, o arroz foi semeado manualmente, nos dias 21 e 6 de novembro, respectivamente. De acordo com Arf et al. (2000), este é o mês mais indicado para a semeadura do arroz irrigado por aspersão na região propiciando a obtenção de produtividade mais elevada. As parcelas foram constituídas de seis linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas 30 cm entre si.

A adubação química básica na semeadura foi de 250 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-30-10 + 0,4% de Zn, levando em consideração as características químicas do solo (Tabela 1) e as recomendações de Cantarella & Raij (1997). A adubação nitrogenada em cobertura no ano agrícola 2005/06 foi parcelada em 2 aplicações de 45 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo a primeira aos 20 dias após emergência (DAE) e a segunda aos 45 DAE. Já no ano agrícola 2006/07 foi de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, aplicada 30 DAE, utilizando-se como fonte a uréia.

A colheita foi realizada, manualmente, utilizando como área útil as quatro linhas centrais das parcelas quando 90% das panículas apresentavam os grãos com coloração típica de maduros, descartando-se 0,5 m das extremidades das linhas.

Foram realizadas as seguintes avaliações:

1) Emergência das plântulas: número de dias transcorridos entre a semeadura e a emergência da maioria das plântulas (ponto de agulhamento);

2) Floração: número de dias transcorridos entre a emergência e a floração de 50% das plantas das parcelas;

3) Maturação: número de dias transcorridos entre a emergência e a maturação de 90% das panículas da parcela;

4) Altura de plantas: durante o estágio de grãos na forma pastosa foi determinada em 10 plantas ao acaso, na área útil de cada parcela a distância média compreendida desde a superfície do solo até a extremidade superior da panícula mais alta;

5) Acamamento de plantas: obtido pela observação visual na fase de maturação, utilizando-se a seguinte escala de notas: 0 – sem acamamento; 1 – até 5% de plantas acamadas; 2 – 5 a 25%, 3 – 25 a 50%; 4 – 50 a 75% e 5 – 75 a 100% de plantas acamadas;

6) Número de colmos por metro quadrado: determinado pela contagem do número de colmos em 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas e depois calculado por metro quadrado;

7) Número de panículas por metro quadrado: determinado pela contagem do número de panículas em 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas e posteriormente calculado por metro quadrado;

8) Número total de grãos por panícula: obtido pela contagem do número de grãos de 20 panículas coletadas no momento da colheita, em cada parcela;

9) Número de grãos granados e chochos por panícula: determinado pela contagem do número de grãos granados e chochos de 20 panículas após separação dos mesmos por fluxo de ar;

10) Massa de 100 grãos: avaliado pela coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de 100 grãos de cada parcela (13% base úmida);

11) Produtividade de grãos: determinada pela pesagem dos grãos com casca, provenientes da área



útil das parcelas, corrigindo-se a umidade para 13% e convertendo em kg ha<sup>-1</sup>;

12) Massa hectolétrica: avaliada em balança especial para massa hectolétrica, com teor de água nos grãos corrigidos para 13% (base úmida), utilizando-se duas amostras por parcela e,

13) Rendimento de engenho: determinada por amostra de 100g de grãos de arroz em casca de cada parcela, a qual foi processada em engenho de prova, por 1 minuto; em seguida, os grãos brunidos (polidos) foram pesados e o valor encontrado foi considerado como rendimento de benefício, sendo os resultados expressos em porcentagem. Posteriormente, os grãos brunidos (polidos) foram colocados no “Trieur” nº 2 e a separação dos grãos foi processada por 30 segundos; os grãos que permaneceram no “Trieur” foram pesados, obtendo-se o rendimento de inteiros e os demais, grãos quebrados, ambos expressos em porcentagem.

Para a análise estatística foi utilizado o programa Sisvar (Ferreira, 2000). Quando o valor de F foi significativo a 5% ou 1% de probabilidade,

aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias para cultivares. Para densidades de semeadura utilizou-se análise de regressão.

### Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na avaliação do número de dias para emergência de plantas foram todos de 5 dias após a semeadura, em ambos os anos agrícolas. O florescimento e ciclo fenológico médio se encontram na Tabela 2, onde se observa menor ciclo do cultivar Primavera em relação aos demais cultivares. Em relação à duração em dias da emergência de plantas ao florescimento e a maturação dos grãos, se observa semelhança na duração dos períodos em ambos os anos agrícolas avaliados. Comportamento semelhante foi encontrado por Arf et al. (2000) e Meira et al. (2005) para o cultivar IAC 202 em relação ao florescimento e ciclo, em período diferente de cultivo, fato que se explica pela uniformidade do clima nos períodos avaliados.

**Tabela 2.** Número de dias após a emergência (DAE) para florescimento e ciclo em arroz de terras altas irrigado por aspersão, em Selvíria (MS), 2005/06 e 2006/07.

Cultivares	Florescimento (DAE)		Ciclo (DAE)	
	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07
Primavera	68	64	98	94
IAC 202	80	81	104	103
Cirad 141	90	87	119	109
Best 2000	92	91	120	117

Os resultados obtidos na avaliação das demais características estão apresentados nas Tabelas de 3 a 6. Pelos dados contidos na Tabela 3, referentes aos efeitos dos tratamentos em diversas características agrônomicas da planta de arroz, verifica-se que a altura de plantas em ambos os anos agrícolas foram semelhantes para todos os cultivares avaliados. O cultivar Best 2000 apresentou menor altura de plantas (90 e 93 cm), ao contrário deste o cultivar Primavera foi o mais alto (125 e 126 cm). Os cultivares Cirad 141 e IAC 202 apresentaram alturas semelhantes, lhes conferindo posição intermediária em relação aos demais cultivares. Em relação às densidades os valores obtidos na avaliação de altura de plantas ajustaram-se as funções lineares ( $y = 118,94 - 0,0226x$ ) e ( $y = 117,79 - 0,0238x$ ), nos anos de 2005/06 e 2006/07, respectivamente. A altura de plantas decresceu com o aumento da densidade de semeadura. Estes resultados discordam dos resultados obtidos por Arf et al. (1996), Oliveira

et al. (1997), Crusciol et al. (2000) e Silva et al. (2006), onde os autores não obtiveram diferenças significativas na utilização de diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre fileiras na cultura do arroz.

Quanto ao acamamento de plantas o cultivar Best 2000 em nenhum momento apresentou problemas quanto a esta característica. Os cultivares IAC 202 e Cirad 141 apresentaram, apenas no ano 2005/06, notas de acamamento de plantas de 3,25 e 1,55, respectivamente, fato este que não se confirmou no ano 2006/07. O cultivar Primavera obteve elevado acamamento de plantas em ambos os anos avaliados. Não houve influência da densidade de semeadura sobre o acamamento de plantas.

Diversas características do colmo acham-se relacionadas com o acamamento de plantas do arroz. A relação entre massa da parte aérea e altura do colmo é importante para determinar a resistência do arroz ao acamamento. Além disso, a bainha foliar

pode contribuir para aumentar a resistência do colmo. O cultivar Primavera apresentou maior altura de plantas e, possivelmente possui baixa resistência do colmo, o que contribuiu para o acamamento de plantas.

Quanto ao número de panículas por m<sup>2</sup>, o cultivar Best 2000 apresentou maior valor em relação aos demais cultivares no ano agrícola 2005/06, e junto ao IAC 202, no ano agrícola 2006/07, de modo que estes cultivares apresentaram maior capacidade de perfilhamento quando comparado aos demais, com destaque para o cultivar Best 2000.

Quanto à influência da densidade de sementeira sobre o número de panículas por m<sup>2</sup>, não houve diferença entre os tratamentos para esse parâmetro em ambos os anos agrícolas avaliados. Já resultados obtidos por Oliveira et al. (1997), ajustaram-se à função linear  $y = 111,87 + 0,2264x$ , ou seja, o aumento da densidade de sementeira propiciou aumento do número de panículas por m<sup>2</sup>.

Os resultados do presente trabalho sugerem que houve maior perfilhamento dos cultivares nas menores densidades de sementeira. A competição proporcionada em densidades elevadas pode ter influenciado na produção de panículas e resultados em perfilhos inférteis ou sem panículas.

Segundo Murata & Matsushita (1978), a redução no número de perfilhos, com o aumento da densidade de plantas por área, seria consequência da competição por fotoassimilados, seja por sombreamento das folhas ou pelo aumento da respiração de manutenção. Há indícios de que o sombreamento das folhas inferiores da planta causaria um aumento na concentração de auxina na planta, o que levaria a um aumento da dominância apical, reduzindo, em consequência, o desenvolvimento das gemas de perfilhos. A adequada disponibilidade de nutrientes, notadamente de nitrogênio, em quantidade e época adequada, também contribui para aumentar o número de perfilhos produtivos.

**Tabela 3.** Valores médios obtidos na avaliação das características agrônômicas de cultivares de arroz de terras altas irrigado por aspersão, em Selvíria (MS), 2005/06 e 2006/07.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)		Acamamento <sup>(1,2)</sup>		Nº de panículas m <sup>-2</sup>	
	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07
<b>Cultivares</b>						
Best 2000	90 c	93 c	0,00 d	0,00 b	369 a	315 a
Cirad 141	120 b	118 b	1,55 c	0,00 b	306 b	233 c
IAC 202	121 b	113 b	3,25 b	0,00 b	313 b	301 ab
Primavera	125 a	126 a	5,00 a	4,80 a	270 b	262 bc
<b>Densidade de sementeira (sementes m<sup>-2</sup>)</b>						
100	117 <sup>(3)</sup>	117 <sup>(4)</sup>	2,43	1,12	309	263
150	115	111	2,43	1,12	310	282
200	112	113	2,25	1,25	311	276
250	113	111	2,37	1,25	317	279
300	112	111	2,75	1,25	327	289
<b>Teste F</b>						
Cultivares (C)	368,71 **	83,23 **	84,44 **	183,69 **	11,74 **	67,09 **
Densidade (D)	5,07 **	2,18 *	0,49 ns	1,09 ns	0,31 ns	4,47 ns
C x D	0,90 ns	1,09 ns	0,98 ns	1,09 ns	0,46 ns	1,50 ns
DMS (C)	3,12	5,82	0,87	0,21	44,65	45,16
CV (%)	3,26	6,15	42,84	21,80	16,92	19,38

\*\*; \* e ns – significativo em nível de 1% e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente; DMS – diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação; Médias seguidas por letra iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey; <sup>(1)</sup> Escala de notas para acamamento: 0 - sem acamamento, 1 - 1 a 5% de plantas acamadas; 2 - 5 a 25%; 3 - 25 a 50%; 4 - 50 a 75%; 5 - 75 a 100% de plantas acamadas; <sup>(2)</sup> = Análise se refere aos dados transformados em  $(x + 0,5)^{0,5}$ . <sup>(3)</sup>  $y = 118,94 - 0,0226x$  ( $R^2 = 0,73$ ); <sup>(4)</sup>  $y = 117,79 - 0,0238x$  ( $R^2 = 0,54$ ).

Os resultados referentes ao número de grãos por panícula estão apresentados na Tabela 4. Pode-se observar que o cultivar IAC 202 apresentou o maior número de grãos total e granado quando comparado aos demais. Os cultivares Primavera, Cirad 141 e Best 2000 apresentaram número de

grãos totais e número de grãos granados semelhantes no ano 2005/06, porém os fatos não se confirmam no ano seguinte, onde se nota uma ordem decrescente de valores de grãos totais e grãos granados do cultivar Primavera para o Best 2000.

**Tabela 4.** Valores médios obtidos na avaliação das características agrônômicas de cultivares de arroz de terras altas irrigado por aspersão, em Selvíria (MS), 2005/06 e 2006/07.

Tratamentos	Número de grãos por panícula					
	Total		Granados		Chochos	
	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07
<b>Cultivares</b>						
Best 2000	143 b	116 d	101 b	90 d	42,3 b	26,8 a
Cirad 141	128 b	151 c	104 b	134 c	24,2 c	17,1 b
IAC 202	213 a	205 a	150 a	177 a	62,9 a	28,6 a
Primavera	143 b	178 b	112 b	152 b	30,8 c	25,8 a
<b>Densidade de semeadura (sementes m<sup>-2</sup>)</b>						
100	172 <sup>(1)</sup>	171 <sup>(2)</sup>	126	143 <sup>(3)</sup>	46,0 <sup>(4)</sup>	28,0 <sup>(5)</sup>
150	159	174	120	149	39,3	25,8
200	154	155	113	132	40,6	23,7
250	155	148	116	126	39,0	22,0
300	143	165	108	142	35,4	23,3
<b>Teste F</b>						
Cultivar (C)	47,48 **	67,09 **	22,44 **	62,56 **	55,33 **	15,78 **
Densidade (D)	2,86 *	4,47 *	1,68 ns	3,12 *	2,25 *	2,68 *
C x D	1,32 ns	1,50 ns	1,02 ns	1,32 ns	1,15 ns	0,89 ns
DMS (C)	20,66	17,37	17,93	17,41	8,53	4,80
CV (%)	15,71	17,72	18,30	15,01	25,45	23,37

\*\*; \* e ns – significativo em nível de 1% e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente; DMS – diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação; Médias seguidas por letra iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey; <sup>(1)</sup>  $y = 181,9 - 0,124x$  ( $R^2 = 0,88$ ); <sup>(2)</sup>  $y = 178,4 - 0,076x$  ( $R^2 = 0,30$ ); <sup>(3)</sup>  $y = 148,6 - 0,050x$  ( $R^2 = 0,18$ ); <sup>(4)</sup>  $y = 48,6 - 0,043x$  ( $R^2 = 0,78$ ); <sup>(5)</sup>  $y = 29,9 - 0,026x$  ( $R^2 = 0,78$ ).

O cultivar Cirad 141 e o cultivar Primavera, no ano agrícola 2005/06, apresentaram as menores quantidades de chochos por panícula, no entanto o fato se repete no ano 2006/07 somente para o cultivar Cirad 141. Os valores obtidos na avaliação do número de grãos por panícula total e chochos ajustaram-se às funções lineares negativas,  $y = 181,9 - 0,124x$  e  $y = 48,6 - 0,043x$ , respectivamente, em relação às densidades utilizadas, no ano de 2005/06, o mesmo se confirma para grãos totais, granados e chochos, no segundo ano de avaliação, onde os resultados se ajustaram às funções lineares  $y = 178,4 - 0,076x$ ,  $y = 148,6 - 0,050x$  e  $y = 29,9 - 0,026x$ , respectivamente. Assim pode-se dizer que

houve diminuição no tamanho das panículas com o aumento nas densidades de semeadura o que pode ser explicado pela maior competição entre as plantas nas densidades maiores, concordando com Arf et al. (1996) para os valores de grãos granados por panícula, Crusciol et al. (2000) e Silva et al. (2006) para grãos totais por panícula, onde seus resultados se ajustaram a uma função linear negativa, onde o aumento da densidade de semeadura propiciou redução no número de grãos granados e totais por panícula. Já Oliveira et al. (1997) não obtiveram efeito significativo da densidade de semeadura sobre o número de grãos por panícula.

**Tabela 5.** Médias da massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade de diferentes cultivares e densidades de semeadura de arroz de terras altas irrigado por aspersão em Selvíria (MS), 2005/06 e 2006/07.

Tratamentos	Massa de 100 grãos (g)		Hectolétrica (kg hl <sup>-1</sup> )		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	
	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07
<b>Cultivares</b>						
Best 2000	2,10 ab	2,00 b	54,7 a	52,5 ab	4.725 a	3.063 b
Cirad 141	2,35 a	2,24 a	50,8 b	54,1 a	4.248 a	3.925 a
Primavera	2,0 b	1,97 b	47,6 c	51,4 bc	4.324 a	4.192 a
IAC 202	2,0 b	1,93 b	43,8 d	50,8 c	3.621 b	4.375 a
<b>Densidade de semeadura (sementes m<sup>-2</sup>)</b>						
100	2,25	2,07	50,9	53,2	4.617 <sup>(1)</sup>	4.154 <sup>(2)</sup>
150	2,06	2,01	48,1	51,8	4.352	4.142
200	2,12	2,03	48,5	51,9	4.149	3.720
250	2,06	2,02	48,9	52,2	3.951	3.473
300	2,06	2,02	49,8	51,8	4.077	3.954
<b>Teste F</b>						
Cultivar (C)	6,08 **	37,74 **	45,39 **	42,55 **	11,55 **	10,59 **
Densidade (D)	1,18 ns	0,80 ns	2,20 ns	1,46 ns	3,03 *	2,14 *
C x D	0,62 ns	0,71 ns	0,27 ns	1,04 ns	0,40 ns	0,68 ns
DMS (C)	0,25	0,08	2,56	1,60	502,45	668,13
CV (%)	14,18	5,00	6,23	3,68	14,19	20,52

\*\*\*, \* e ns – significativo em nível de 1% e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente; DMS – diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação; Médias seguidas por letra iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey; <sup>(1)</sup>  $y = 4823,6 - 2,97x$  ( $R^2 = 0,81$ ); <sup>(2)</sup>  $y = 4.317,4 - 2,14x$  ( $R^2 = 0,34$ ).

Para ter reduzido o tamanho da panícula, a competição entre plantas originou-se na iniciação do primórdio da panícula, que sob condições climáticas normais e para cultivar de ciclo médio, normalmente ocorre 32 dias após o florescimento (“ponto de algodão”) (Fornasieri Filho & Fornasieri, 2006).

Os valores obtidos para a massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade de grãos estão apresentados na tabela 5. Quanto à massa de 100 grãos verificou-se influência dos cultivares utilizados. O cultivar Cirad 141 apresentou a maior massa de 100 grãos (2,35 e 2,24 g) em relação aos demais cultivares nos dois anos de avaliação. As diferentes densidades de semeadura utilizadas não exerceram influência sobre a massa de 100 grãos, concordando com Arf et al. (1996), Oliveira et al. (1997) e Crusciol et al. (2000) que Também não observaram efeito significativo do aumento da densidade de semeadura sobre esse parâmetro. No entanto valores obtidos por Silva et al. (2006) se ajustaram a uma função linear negativa ( $y = 2,80 - 0,003x$ ) para a massa de 100 grãos, ou seja, o aumento da densidade de semeadura propiciou

redução na massa de 100 grãos, para os cultivares Curinga, Guarani e BRS Talento.

A massa hectolétrica foi influenciada pelos cultivares, onde o cultivar Best 2000 apresentou o maior valor (54,6 g), no ano 2005/06, seguido pelos cultivares, Cirad 141, Primavera e IAC 202 e os cultivares Cirad 141 e Best 2000 com os maiores valores (54,0 e 52,4 g) para o ano 2006/07. Observa-se que os cultivares Primavera e IAC 202, em ambos os anos de avaliação, foram os que apresentaram menor massa de grãos e também os menores valores de massa hectolétrica o que talvez possa ser explicado pelo tipo de grãos mais finos apresentado por esses cultivares, deixando mais espaços entre os mesmos dentro do recipiente utilizado para avaliar a massa hectolétrica. Não houve influência das densidades de semeadura sobre a massa hectolétrica em ambos os anos agrícolas. Os valores de massa hectolétrica obtidos para os cultivares não se enquadraram dentro dos Padrões Estaduais de Sementes, ou seja, 55 a 57 kg hl<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 1993).

Pelos resultados de produtividade de grãos (Tabela 5), verifica-se que as maiores



produtividades do ano de 2005/06 foram obtidas com os cultivares Best 2000 (4.725 kg ha<sup>-1</sup>), Cirad 141 (4.248 kg ha<sup>-1</sup>) e Primavera (4.324 kg ha<sup>-1</sup>). Em relação ao ano 2006/07 as maiores produtividades foram obtidas com os cultivares IAC 202 (4.375 kg ha<sup>-1</sup>), Primavera (4.192 kg ha<sup>-1</sup>) e Cirad 141 (3.925 kg ha<sup>-1</sup>), com destaque para os cultivares Primavera e Cirad 141 que obtiveram elevadas produtividades significativas, simultaneamente nos dois anos avaliados. Os dados referentes à produtividade, ajustam-se à função linear negativas ( $y = 4.823,6 - 2,97x$  e  $y = 4.317,4 - 2,14x$ ) em relação às densidades de semeadura, ou seja, o aumento da densidade de semeadura propiciou redução na produtividade de grãos, uma vez que esta plasticidade apresentada pela cultura esta associada, a produção de menor número de grãos granados por panícula, refletindo em decréscimo de produtividade, isto pode ser atribuído ao autossombreamento, ocasionando redução da atividade fotossintética das plantas, como afirma Sousa (1995). De outro lado, resultados obtidos por

Arf et al. (1996) e Crusciol et al. (2000) não demonstraram diferença de produtividade de grãos com o aumento da densidade. No entanto, resultados obtidos por Silva et al. (2006), sobre a produtividade dos cultivares de arroz Curinga, Guarani e BRS Talento se ajustaram a uma função quadrática ( $y = 1.543,4 + 16,65x - 0,132x^2$ ), onde a densidade de 63 sementes viáveis por m<sup>2</sup> atingiu a maior produtividade (2.069 kg ha<sup>-1</sup>).

Os resultados obtidos na avaliação do rendimento de engenho estão apresentados na Tabela 6. Pode-se verificar que o cultivar Best 2000 apresentou o maior valor de rendimento de benefício (68 %) para o ano de 2005/06, no entanto os cultivares IAC 202 e Cirad 141, no ano 2006/07, foram os que apresentaram os maiores valores de rendimento de benefício (73 e 72 %, respectivamente). Quanto às densidades, apenas no ano 2005/06 os dados se ajustaram a uma equação linear  $y = 65,6 - 0,009x$ , ou seja, neste ano houve diminuição no rendimento de benefício com o aumento na densidade de semeadura.

**Tabela 6.** Médias de rendimento de benefício, de inteiros e grãos quebrados de diferentes cultivares e densidades de semeadura em cultura de arroz de terras altas irrigado por aspersão, em Selvíria (MS), 2005/06 e 2006/07.

Tratamentos	Rendimento de benefício		Rendimento de Grãos (%)			
	(%)		Inteiros		Quebrados	
	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07
<b>Cultivares</b>						
Best 2000	68,3 a	68,2 b	56,1 a	56,1 b	12,1 bc	12,0 b
Cirad 141	63,5 b	72,0 a	54,5 a	60,8 a	8,9 c	11,1 b
Primavera	62,2 bc	68,9 b	41,5 c	52,7 b	21,8 a	16,0 a
IAC 202	61,2 c	72,9 a	48,0 b	60,9 a	13,6 b	11,8 b
<b>Densidade de semeadura (sementes m<sup>-2</sup>)</b>						
100	65,6 <sup>(1)</sup>	71,1	52,5	58,8	12,9	12,2
150	63,2	70,4	48,7	58,4	15,7	12,1
200	63,6	70,2	50,4	56,5	13,8	13,0
250	63,6	70,5	48,4	58,1	15,1	12,3
300	63,0	70,3	50,1	56,3	12,8	13,9
<b>Teste F</b>						
Cultivares (C)	29,44 **	34,76 **	23,55 **	161,52 **	38,83 **	179,20 **
Densidade (D)	2,53 *	0,85 ns	1,10 ns	1,48 ns	1,67 ns	1,25 ns
C x D	1,14 ns	1,11 ns	0,66 ns	0,88 ns	0,97 ns	0,85 ns
DMS (C)	2,15	1,54	5,16	5,26	28,03	3,26
CV (%)	4,03	2,61	12,32	12,74	3,30	30,65

\*\*\*, \* e ns – significativo em nível de 1% e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente; DMS – diferença mínima significativa; CV – coeficiente de variação; Médias seguidas por letra iguais, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey; <sup>(1)</sup>  $y = 65,6 - 0,009x$  ( $R^2 = 0,51$ ).



No que se refere ao rendimento de inteiros e grãos quebrados, verifica-se que houve destaque para o cultivar Cirad 141 em ambos os anos de avaliação, uma vez que apresentou simultaneamente as maiores porcentagens de rendimento de inteiros (54 e 61 %) e menores de grãos quebrados (9 e 11 %). Já o Primavera, foi o cultivar que apresentou simultaneamente, nos dois anos de estudos, os menores valores de rendimento de benefício (62 e 69 %) e inteiros (41 e 53 %) e maiores porcentagens de grãos quebrados (22 e 16 %), entre os cultivares avaliados. Vale ressaltar que esse cultivar apresentou acamamento total das plantas, em ambos os anos avaliados na fase final do ciclo, o que pode ter contribuído para a obtenção de baixo rendimento de inteiros e maiores valores de grãos quebrados, além das características do cultivar, existem outros fatores que interferem na produção de grãos inteiros, como temperatura, umidade relativa, teor de umidade do grão na colheita e outros.

Para a densidade de semeadura não houve interferência nesses dois parâmetros avaliados para os anos avaliados. No entanto, Arf et al. (1996) verificaram efeito significativo com o aumento da densidade de semeadura, proporcionando aumento na porcentagem de grãos inteiros e, conseqüentemente, redução na porcentagem de grãos quebrados, uma vez que os dados obtidos se ajustaram a uma função linear ( $y = 54,82 + 0,0214x$  e  $y = 18,36 - 0,0229x$ , respectivamente). Crusciol et al. (1999a) aumentando a densidade de semeadura de plantas de arroz de terras altas encontrou acréscimos na porcentagem de grãos quebrados, devendo-se utilizar baixas densidades de plantas que resulta em maior rendimento de inteiros

### Conclusões

Os cultivares Best 2000, Cirad 141 e IAC 202 são passíveis de indicação para cultivo com irrigação por aspersão. O cultivar Primavera não é recomendado para cultivo com irrigação por aspersão, principalmente em áreas com alta fertilidade do solo, por causa dos altos índices de acamamento.

A densidade de 100 sementes viáveis por metro quadrado é a mais indicada para os cultivares avaliados, quando cultivados em condições de irrigação por aspersão.

O aumento da densidade de semeadura ocasionou redução no tamanho das panículas dos cultivares avaliados.

Os cultivares avaliados apresentaram valores adequados de rendimento de benefício e de grãos inteiros.

### Referências

ARF, O.; RODRIGUES R.A.F.; SÁ, M.E.; CRUSCIOL, C.A.C. Influência da época de semeadura no comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão em Selvíria, MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1967-1976, 2000.

ARF, O.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F.; BUZETTI, S.; STRADIOTO, M.F.; PASTANA, A.R.M.P. Efeito do espaçamento entre linhas e de densidade populacional sobre o comportamento de cultivares de arroz para sequeiro irrigado por aspersão. **Científica**, v. 1, n. 24, p. 101-116, 1996.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p. 48-49. (Boletim técnico, 100).

CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J.R.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F. Rendimento de benefício e de grãos inteiros em função do espaçamento e da densidade de semeadura no arroz de sequeiro. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 1, p. 47-52, 1999a.

CRUSCIOL, C.A.C. ; MACHADO, J.R.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F. Componentes de produção e produtividade de grãos de arroz de sequeiro em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 1, p. 53-62, 1999b.

CRUSCIOL, C.A.C.; MACHADO, J.R.; ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F. Matéria seca e absorção de nutrientes em função do espaçamento e da densidade de semeadura em arroz de terras altas. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 1, p. 63-70, 1999c.

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**, v. 35, p. 1093-1100, 2000.



- EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Padrões estaduais de sementes**. Brasília, DF: Embrapa/SPI, 1993.
- EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manejo da brusone em terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2002. (Circular técnica, 52).
- EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rotação soja e arroz no Mato Grosso. **Planeta Arroz**, Cachoeira do Sul, v. 5, n. 14, p. 4, 2005. (Planeta arroz Brasil documento).
- FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).
- FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. **Manual da cultura do arroz**, 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), 2005 – 2009**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 de abril de 2011.
- MEIRA, F.A. BUZETTI, S.; FREITAS, J.G.; ARF, O.; SÁ, M.E. Resposta de dois cultivares de arroz à adubação nitrogenada e tratamento foliar com fungicidas. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 91-95, 2005.
- MURATA, Y.; MATSUSHITA, S. Rice. In: EVANS, L.T. (ed) **Crop physiology**. 4 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. p. 73-96.
- OLIVEIRA, G.S.; ARF, O.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F. Efeito de densidades de semeadura no desenvolvimento de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em condições de sequeiro e de irrigado por aspersão. I. Características agronômicas. **Científica**, v. 1, n. 25, p. 67-83, 1997.
- SANTOS, A.B. **Comportamento de cultivares de arroz de sequeiro em diferentes populações de plantas, com e sem irrigação suplementar**. 1990. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.
- SANTOS, A.B.; COSTA, J.D. Crescimento de arroz de sequeiro em diferentes populações e irrigação suplementar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 591-599, 1997.
- SILVA, D.C. SILVA, F.S.; REIS, C.M.; CHADUD, C.R.R.; TEIXEIRA, I.R.; PELA, A. Comportamento de cultivares de arroz de terras altas submetidas a diferentes densidades de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 2., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 8, 2006.
- SOUSA, R.O.; GOMES, A.S.; MARTINS, J.F.S.; PEÑA, Y.A. Densidade de semeadura e espaçamento entre linhas para o arroz irrigado no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 1, n. 2, p. 69-74, 1995.