

SEQÜÊNCIA DE CULTIVOS IRRIGADOS NA PRIMAVERA-VERÃO: ARROZ DE TERRAS ALTAS E MILHO OU SORGO

Marcio Furlan Maggi

Renato Beppler Spohr

Reimar Carlesso

Juliano Gomes de Andrade

Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

Cep 97119-900. E-mail: mfmaggi2003@yahoo.com.br

1 RESUMO

A época de semeadura pode ser utilizada para aumentar as perspectivas das plantas escaparem dos períodos em que as variáveis meteorológicas são adversas às culturas. Assim, propôs-se o estudo com o objetivo de determinar a melhor época de semeadura para a produção de grãos de arroz de terras altas e milho ou sorgo irrigados por aspersão na região de Santa Maria, RS, Brasil. O trabalho foi conduzido em área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria, no ano agrícola 2001/2002. Dois experimentos foram conduzidos no delineamento experimental de blocos ao caso com quatro repetições. Os tratamentos do primeiro experimento foram constituídos de quatro épocas de semeadura do arroz (18 de setembro, 04 de outubro, 19 de outubro e 05 de novembro). Os tratamentos do segundo experimento foram constituídos de quatro datas de semeadura do milho e do sorgo, semeados após a colheita do arroz; 28 de janeiro, 08 de fevereiro, 20 de fevereiro e 05 de março. As datas de semeadura do arroz ocasionaram diferenças no rendimento de grãos, apresentando a máxima eficiência técnica ($5,80 \text{ Mg ha}^{-1}$) para estimativa de semeadura realizada em 13 de outubro. A máxima eficiência técnica para o rendimento de grãos de milho ($7,82 \text{ Mg ha}^{-1}$) ocorreu para a estimativa de semeadura realizada em 31 de janeiro. Para o sorgo, o maior rendimento ($8,46 \text{ Mg ha}^{-1}$) ocorreu para a semeadura realizada em 28 de janeiro. Para sucessão de culturas arroz e milho / sorgo, a época recomendada para a semeadura do arroz deve ocorrer na segunda quinzena de setembro.

UNITERMOS: época de semeadura, massa seca, elementos meteorológicos

MAGGI, M.F.; SPOHR, R. B.; CARLESSO, R.; ANDRADE, J. G. DOUBLE-CROPPING IRRIGATION DURING SPRING - SUMMER SEASON USING UPLAND RICE AND MAIZE OR SORGHUM

2 ABSTRACT

The objective of this work was to determine the influence of different sowing dates on grain yield of sprinkler irrigated rice, maize and sorghum in Rio Grande do Sul State - Brazil. Two

experiments were held in the experimental area at the Agricultural Engineering Department - Federal University, Santa Maria – RS, Brazil, during the 2001/2002 growing seasons. A randomized block design was used with four replications. Treatments of the first experiment comprised four sowing dates of upland rice: September 18th, October 4th, October 19th and, November 5th. The treatments of the second experiment comprised four sowing dates of maize and sorghum (after upland rice harvest): January 28th, February 8th, February 20th and, March 5th. The upland rice sowing dates caused differences on grain yield. The maximum technical efficiency (5.80 Mg ha⁻¹) was observed on October 13th sowing. The highest maize yield (7.82 Mg ha⁻¹) was obtained on January 31st sowing (maximum technical efficiency). The highest sorghum yield (8.46 Mg ha⁻¹) was obtained on January 28th sowing (maximum technical efficiency). The total amount of grain production for both: upland rice + maize or upland rice + sorghum was obtained sowing the rice during the second half of September.

KEYWORDS: sowing times, dry matter, meteorological elements.

3 INTRODUÇÃO

A metade Sul do Estado do RS possui como principal atividade econômica a orizicultura e a pecuária de corte. Esta região ao longo das últimas décadas vem enfrentando dificuldades econômicas e sociais devido à perda de dinamismo econômico, com reflexo no aumento das desigualdades regionais. Cultivares de arroz de terras altas altamente produtivas e adaptadas à irrigação por aspersão têm despertado o interesse de muitos produtores do RS, e surge como uma alternativa rentável para diversificar a produção agrícola dessa região.

Trabalhos com a cultura do arroz de terras altas (tipo moderno, longo fino), são relativamente recentes no RS, e não se tem informação a respeito da melhor época de semeadura dessa cultura para as condições climáticas do Estado. A época de semeadura é uma das técnicas de manejo da lavoura de arroz que pode ser utilizada para diminuir a variabilidade das condições meteorológicas, pelo fato de aumentar as perspectivas de as plantas escaparem dos períodos em que as variáveis meteorológicas são adversas à cultura.

Segundo Fornasieri Filho (1983), conhecendo-se os efeitos causados pela temperatura, radiação solar, necessidade hídrica e ciclo da cultura, é possível a determinação do

Para o RS, a época mais adequada para a semeadura do arroz irrigado esta entre 15 de

período para a semeadura nos quais haja maior probabilidade de bons resultados. E que, para o arroz de terras altas cultivado, nas regiões centrais do Brasil, havendo condições adequadas de radiação solar e temperatura, geralmente não são os fatores limitante, o que mais limita e condiciona a época de semeadura é a disponibilidade hídrica durante o ciclo de desenvolvimento da cultura.

Para o arroz irrigado no RS, Steinmetz et al. (2001) relatam que, a temperatura do solo é um dos fatores limitantes para estabelecer o início da semeadura da cultura. A temperatura crítica mínima do solo para a germinação do arroz é de 10 °C e do ar na fase de emergência e estabelecimento das plantas é de 12 a 13 °C (YOSHIDA citado por STEINMETZ et al., 2001). Segundo Infeld (1985), além das baixas temperaturas dificultarem a germinação do arroz quando a semeadura é realizada no início da primavera, há também uma elevada precipitação pluviométrica, dificultando o trabalho de preparo do solo. Semeaduras realizadas no final da primavera ocasionam sérios problemas durante as fases de pré-floração e floração, devido a ocorrência de baixas temperaturas no RS, causando esterilidade das espiguetas. Além disso, as temperaturas altas do verão encurtam o ciclo das plantas na fase vegetativa, reduzindo o potencial produtivo e predispondo as plantas à doenças.

outubro e 15 de novembro. Como orientação geral, independente do ciclo, todas as cultivares

de arroz podem ser semeadas antes de 15 de outubro no Estado. No entanto, somente cultivares precoces e/ou tolerantes ao frio, na fase reprodutiva, poderão ser cultivadas sem riscos após a metade de novembro e até o final do mesmo mês, uma vez que os riscos de perdas no rendimento de grãos aumentam progressivamente a medida que a semeadura ultrapassa essa data, principalmente na zona Sul do Estado (EMBRAPA, 1999).

A partir do terceiro decêndio do mês de outubro, a temperatura do solo é favorável à semeadura do arroz irrigado em praticamente todo o Rio Grande do Sul e, em Santa Maria, de modo particular, a temperatura do solo permite a semeadura no terceiro decêndio de setembro (STEINMETZ et al., 2001).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo determinar a melhor época de semeadura para a produção de grãos de arroz de terras altas e milho ou sorgo irrigados por aspersão cultivados em sucessão.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria, RS, no ano agrícola de 2001/02. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. O solo do local é classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distórfico arênico. (EMBRAPA, 1999).

No primeiro experimento os tratamentos foram constituídos de quatro épocas de semeadura do arroz de terras altas, cultivar Primavera: (i) 18 de setembro; (ii) 04 de outubro; (iii) 19 de outubro e (vi) 05 de novembro. As parcelas experimentais apresentaram dimensões de 8 m x 6 m (48 m²). Na adubação foram aplicados na semeadura 250 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 5-20-20. O restante do nitrogênio, 87,5 kg ha⁻¹, na forma de uréia, foi aplicado em três vezes, no início do perfilhamento, no perfilhamento máximo e na diferenciação do primórdio floral. A semeadura foi feita no sistema de semeadura direta, com

semeadora adubadora com espaçamento entrelinhas de semeadura de 0,17 m.

A população de plantas da cultura do arroz de terras altas, determinado aos 10 dias após a emergência, foi de 305, 294, 290 e 403 plantas por metro quadrado, para as semeaduras realizadas em 18 de setembro, 04 de outubro, 19 de outubro e 05 de novembro, respectivamente. Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura foram feitas duas medições de área foliar de plantas coletadas em 0,6 m de linha: no início da diferenciação do primórdio floral e; na floração. A área foliar de cada folha foi calculada através do somatório do produto das medidas de seu comprimento e largura de cada folha, multiplicada pelo coeficiente 0,75. O índice de área foliar foi calculado pela relação entre área foliar total e a área da superfície de solo ocupado pelas plantas. A massa seca da parte aérea das plantas, coletadas em 0,6 m de linha, foi determinada em estufa a 65 °C até massa constante. A colheita das panículas de arroz foi feita em uma área de 4 m x 6 m (24 m²) em cada parcela. As panículas foram trilhadas e a produção final de grãos foi corrigida para 13% de umidade. Foram colhidos, ao acaso, 20 panículas por parcela, para determinação do número de espiguetas cheias e estéreis por panícula.

No segundo experimento os tratamentos foram constituídos de quatro datas de semeadura do milho e do sorgo (semeados no mesmo local após a colheita do arroz de terras altas): (i) 28 de janeiro; (ii) 08 de fevereiro; (iii) 20 de fevereiro e; (iv) 05 de março, em parcelas com dimensões de 4 m x 6 m (24 m²). Os híbridos utilizados foram o Pioneer 3041 e o Pioneer 8419, de milho e sorgo, respectivamente, ambos de ciclo precoce. A adubação aplicada na semeadura do milho e sorgo foi de 400 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 5-20-20, e 130 kg ha⁻¹ de nitrogênio (uréia) em cobertura em duas aplicações idênticas, na completa expansão da quarta e oitava folha. Junto a primeira aplicação de nitrogênio em cobertura no milho e no sorgo foram aplicados mais 60 e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. O sorgo e o milho foram semeados manualmente, em linha, simulando a semeadura

direta, com espaçamento entrelinhas de 0,50 e 0,70 m, respectivamente.

As populações de plantas das culturas de milho e sorgo foram de 7,2 e 16,5 plantas por metro quadrado, respectivamente. A massa seca da parte aérea das plantas foi determinada colhendo-se uma área de 8,4 m² (12 m) para o milho e de 8 m² (16 m) para o sorgo.

As plantas foram colocadas em estufa a 65 °C até massa constante. A colheita de grãos foi realizada em duas linhas de quatro metros de comprimento de cultivo para as plantas de milho e sorgo. A umidade dos grãos foi corrigida para 13%, para ambas as culturas.

A irrigação foi realizada por um sistema de aspersão convencional fixo, instalado na área experimental. O manejo da irrigação das culturas foi realizado a partir de um programa computacional que efetuava o cálculo da estimava da evapotranspiração da cultura (www.irriga.proj.ufsm.br).

A análise estatística foi realizada utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS), sendo a análise de variância e regressão dos resultados determinados em nível de 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Arroz de terras altas

As precipitações pluviais ocorridas durante os ciclo de desenvolvimento do arroz foram 460, 396, 393 e 399 mm, para as semeaduras realizadas em 18 de setembro, 04 de outubro, 19 de outubro e 05 de novembro, respectivamente. Foram aplicados em média 327 mm de água via irrigação para cada ciclo de cultivo. Os valores de temperatura média e mínima do ar e de radiação solar durante o ciclo de desenvolvimento dos cultivos são apresentados na Figura 1.

A evapotranspiração máxima acumulada, estimada pelo método de Penman-Monteith (Monteith, 1965), durante o ciclo de desenvolvimento das plantas foi de 453 mm (4,08 mm dia⁻¹), 473 mm (4,46 mm dia⁻¹), 469 mm (4,59 mm dia⁻¹) e 465 mm (4,51 mm dia⁻¹), para as semeaduras realizadas em 18 de setembro, 04 de outubro, 19 de outubro e 05 de novembro, respectivamente.

A demanda média diária de água, para as quatro épocas de semeadura da cultura do arroz foi de 3,35 mm dia⁻¹ para o período entre a semeadura e a diferenciação do primórdio floral, 6,05 mm dia⁻¹ para o período entre a diferenciação do primórdio floral e o florescimento e 5,85 mm dia⁻¹ para o período entre o florescimento e a maturação fisiológica. Stone et al. (2002) obtiveram um consumo de 5,14 mm dia⁻¹ para o período entre a diferenciação do primórdio floral e o florescimento.

As temperaturas médias do ar entre os estádios de desenvolvimento das plantas de arroz de terras altas (Tabela 1) foram crescentes com o retardamento na época de semeadura, exceto no intervalo entre o florescimento e a maturação fisiológica para a semeadura realizada em 05 de novembro, devido as temperaturas mais baixas no mês de fevereiro. A maior diferença da temperatura do ar entre a primeira e a última época de semeadura (18 de setembro e 05 de novembro, respectivamente) foi de 2,9 °C, e ocorreu no intervalo entre a semeadura e a emergência das plantas. A temperatura mínima do ar (13,2 °C) ocorreu no estádio de florescimento para a semeadura realizada em 05 de novembro. Durante o florescimento (considerando o período de 14 dias antes a sete dias após a emissão da panícula) houve a ocorrência de seis dias com temperatura mínima inferior a 17°C para a semeadura realizada em 19 de outubro (cinco dias consecutivos) e três dias consecutivos com temperatura mínima inferior a 15°C para as semeaduras realizadas em 19 de outubro e 05 de novembro.

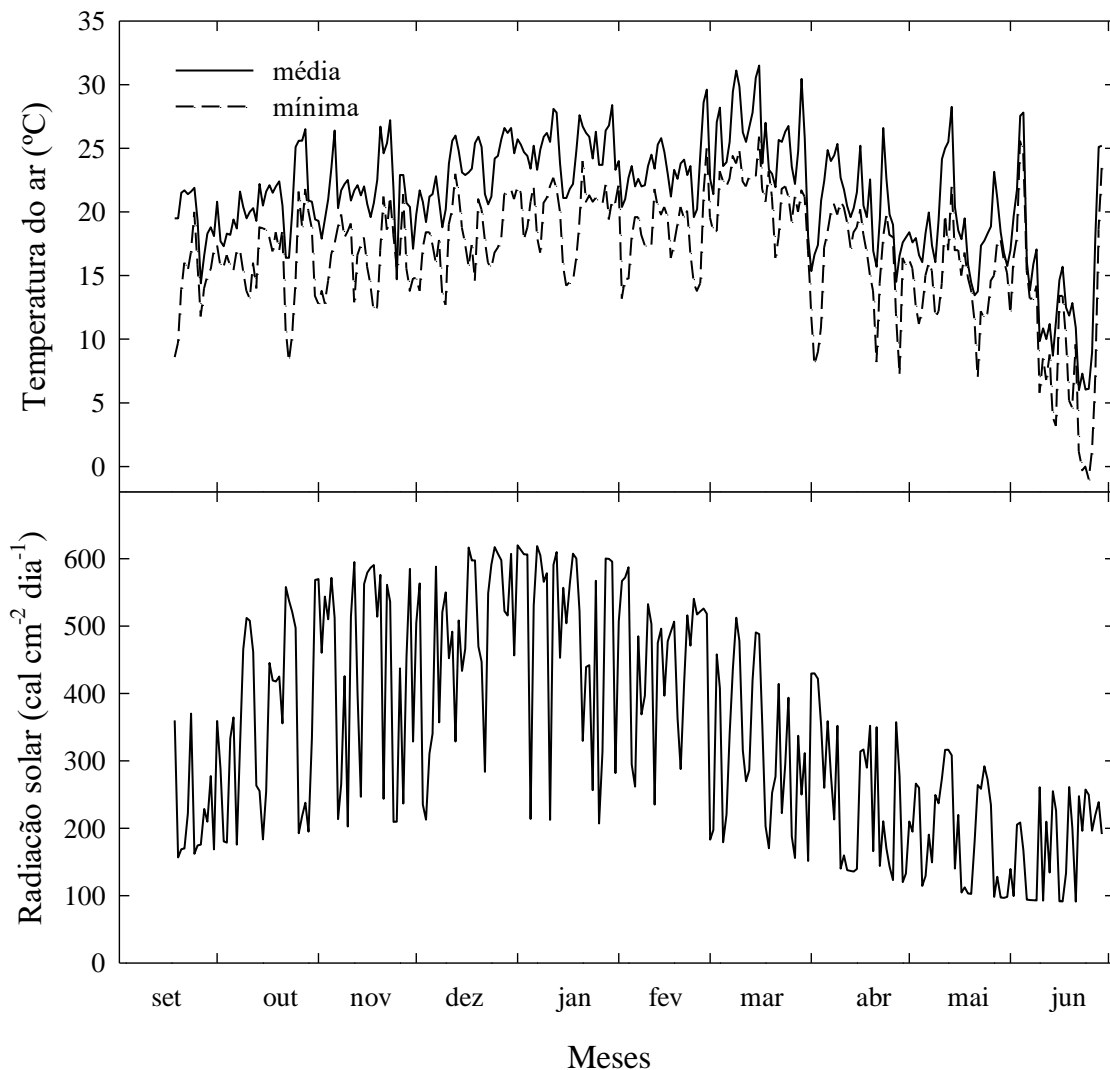


Figura 1. Valores de temperatura mínima e média do ar e radiação solar ocorridos durante o ciclo de desenvolvimento do arroz, milho e sorgo. Santa Maria, RS. 2001/02.

A radiação solar média diária nos subperíodos de diferenciação do primórdio floral - maturação fisiológica e do florescimento - maturação fisiológica foram decrescentes com o retardamento na data de semeadura (Tabela 1). Comparando o arroz de terras altas semeado em 18 de setembro com o semeado em 05 de novembro pode-se observar que houve uma redução de 55 e 87 $\text{cal cm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ para os subperíodos de diferenciação do primórdio floral - maturação fisiológica e da floração - maturação fisiológica, respectivamente. Isto deve-se, principalmente, ao maior número de dias nublados, causando uma redução na insolação diária. Na Tabela 1 pode-se observar que houve uma redução de duas horas diárias de insolação no subperíodo

florescimento - maturação fisiológica, ao se comparar com a semeadura realizada em 18 de setembro (9,6 horas dia^{-1}) e 05 de novembro (7,6 horas dia^{-1}).

Na Tabela 1 observa-se também que, os valores de soma térmica necessária para a cultura atingir o florescimento e a maturação fisiológica foram semelhantes para as quatro datas de semeadura. A soma térmica média para a cultura do arroz de terras altas atingir o estágio de florescimento foi de 1.141 graus, e de 1.405 graus para completar o ciclo. Oliveira et al. (2000) trabalhando com as variedades Douradão, Guarani e Rio Doce, obteve uma soma térmica de 1.175, 1.151 e 1.179 graus, respectivamente, para o subperíodo semeadura - floração.

Tabela 1. Elementos meteorológicos, soma térmica e duração dos subperíodos de desenvolvimento do arroz de terras altas, para as diferentes épocas de semeadura, Santa Maria, RS. 2001/02

Elemento	Data de semeadura			
	18 /set.	04 /out.	19 /out.	05 /nov.
	Temperatura média do ar ¹ (°C)			
Semeadura – emergência	19,6	20,0	21,9	22,5
Emergência – DPF	20,8	21,4	22,1	23,0
DPF – florescimento	23,6	24,3	24,7	25,0
Florescimento – MF	24,8	24,8	24,4	23,1
	Temperatura mínima do ar (°C)			
Florescimento ²	14,6	16,8	14,2	13,2
	Número de dias			
Temp. mínima do ar < 17°C no florescimento	4	2	6	4
Temp. mínima do ar < 15°C no florescimento	1	0	3*	3*
	Radiação solar (cal cm ⁻² d ⁻¹)			
DPF – MF	509	507	495	454
Florescimento – MF	526	483	459	439
	Insolação (horas dia ⁻¹)			
Florescimento – MF	9,6	8,4	7,8	7,6
	Graus dia acumulados (°C)			
Semeadura – DPF	821	795	832	848
Semeadura – florescimento	1161	1123	1125	1155
Semeadura – MF	1387	1412	1412	1411
	Ciclo (dias)			
Emergência – DPF	69	62	61	62
Emergência – florescimento	95	86	81	83
Emergência – MF	111	106	102	103

¹ metodologia proposta pelo INMET;

² intervalo de 14 dias antes da emissão da panícula a 7 dias após a emissão da panícula;

* Consecutivos; DPF = diferenciação do primórdio Floral; MF = maturação fisiológica

Houve uma redução no ciclo de desenvolvimento das plantas com o retardamento da semeadura de setembro para novembro (Tabela 1). O estágio de desenvolvimento vegetativo teve uma redução de sete dias entre a semeadura realizada em 18 de setembro e em 05 de novembro (69 e 62 dias, respectivamente), no estágio reprodutivo a diferença entre as duas épocas foi de cinco dias (26 e 21 dias, respectivamente), isto está relacionado à ocorrência de temperaturas mais baixas nos meses de setembro e outubro, retardando o desenvolvimento das plantas de arroz. O ciclo da cultura teve uma variação de oito dias entre a primeira e a última época de semeadura. Estes valores estão próximos aos

encontrados por Toescher & Köpp (2002) que obtiveram um ciclo de 112 dias para a mesma cultivar em Uruguaiana - RS. Steinmetz et al. (2001) explicam que, a redução no ciclo de desenvolvimento das plantas se deve ao aumento das temperaturas médias do início para o fim da primavera, isto faz com que a soma térmica exigida pelas plantas de arroz seja atingida em um menor número de dias.

Os resultados da análise da variância para o número de espiguetas por panícula (cheios, estéreis), massa seca acumulada e rendimento de grãos do arroz de terras altas e massa seca acumulada e rendimento de grãos do milho e sorgo são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultado do quadrado médio da análise de variância para: espiguetas cheias e estéreis por panícula do arroz de terras altas; massa seca acumulada e rendimento de grãos do arroz de terras altas, milho e sorgo e; somatório dos rendimentos de grãos em quatro diferentes épocas de semeadura. Santa Maria, RS. 2001/02.

Compo- nente	Causas de variação						CV (%)
	Bloco	Data de Semeadura	Modelo Linear	Modelo Quadrático	Resíduo		
	GL	3	3	1	1	9	
Grãos por panícula de arroz							
Cheios	174,98 ^{ns}	538,30 [*]	223,42 ^{ns}	1254,44 [*]	80,52	11,06	
Estéreis	46,06 [*]	372,72 [*]	21,92 ^{ns}	838,92 [*]	7,73	7,24	
Massa seca acumulada (Mg ha ⁻¹)							
Arroz	14,12 ^{ns}	39,97 [*]	3,37 ^{ns}	75,91 [*]	9,13	15,50	
Milho	2,42 ^{ns}	21,36 [*]	58,15 [*]	0,08 ^{ns}	2,88	15,96	
Sorgo	8,25 [*]	39,49 [*]	101,48 [*]	7,02 ^{ns}	1,50	13,17	
Rendimento de grãos (Mg ha ⁻¹)							
Arroz	3,82 [*]	1,12 [*]	0,06 ^{ns}	2,94 [*]	0,23	9,25	
Milho	0,05 ^{ns}	49,84 [*]	127,02 [*]	17,83 [*]	0,16	7,91	
Sorgo	0,35 ^{ns}	34,12 [*]	83,79 [*]	4,93 [*]	0,89	16,00	
Somatório dos rendimentos de grãos (Mg ha ⁻¹)							
Arroz	+	3,32 [*]	55,19 [*]	119,75 [*]	38,45 [*]	0,61	7,47
Milho							
Arroz	+	2,75 ^{ns}	32,77 [*]	77,54 [*]	17,53 [*]	1,86	12,20
Sorgo							

*= Significativo em nível de probabilidade 0,05; ns = não significativo em nível de probabilidade de 0,05; CV = coeficiente de variação; GL = graus de liberdade.

Os valores do índice de área foliar no estágio de diferenciação do primórdio floral foram de 3,3, 3,7, 5,0 e 4,4 para a semeadura realizada em 18 de setembro, 04 de outubro, 19 de outubro e 05 de novembro, respectivamente. No estágio de florescimento os valores de índice de área foliar foram de 5,1, 6,1, 8,3 e 6,3 para a semeadura realizada em 18 de setembro, 04 de outubro, 19 de outubro e 05 de novembro, respectivamente. Em ambos os estádios houve aumento no índice de área foliar com o retardamento na época de semeadura, para semeadura realizada em 05 de novembro (309 dias do ano). A provável causa do menor incremento no índice de área foliar para a semeadura realizada em 05 de novembro foi a emergência de um maior número de plantas (403 plantas m⁻²), favorecidas pela maior umidade do solo e temperatura do ar (22,5°C), aumentando a competição por luz e nutrientes entre as plantas, com reflexo no índice de área foliar. Oliveira & Machado (1995) trabalhando com a cultivar de terras altas IAC 201, irrigados

por aspersão, obtiveram valores que variaram de 4,35 a 7,15, e Stone & Steinmetz (1979) trabalhando com a cultivar CICA 4 obtiveram valores de índice de área foliar de 5,2 na floração. Para a cultivar IAC 47, Pinheiro & Guimarães (1990) demonstraram que, o índice de área foliar ótimo situava-se ao redor de 4,5, o qual atingiu produção de 4.000 kg ha⁻¹.

A massa seca acumulada (Figura 2) no final ciclo de desenvolvimento das plantas de arroz variou de 17,2 a 24,0 Mg ha⁻¹. A máxima eficiência técnica (22,5 Mg ha⁻¹) foi verificada para a semeadura realizada aos 284 dias do ano (11 de outubro). A redução da massa seca acumulada para a semeadura realizada em 05 de novembro deve-se, principalmente, a maior população de plantas ao menor índice de área foliar. Conforme Stone & Steinmetz (1979), altos valores de índice de área foliar são desejáveis para maximizar a produtividade das culturas, uma vez que há uma relação direta com massa seca produzida, no entanto, esta relação não aumenta linearmente, pois aumenta

o autosombreamento das folhas, reduzindo a taxa fotossintética média por unidade de área foliar. Os valores de massa seca acumulada estão próximos aos encontrados por Stone & Pereira (1994) que, trabalhando com várias cultivares, obtiveram valores de massa seca acumulada de 6,5 a 18 Mg ha⁻¹ e com valores de índice de área foliar de até 10,3. Santos & Costa (1997) trabalhando com arroz de terras altas irrigado, cultivar Guarani, obtiveram valores de aproximadamente 11 Mg ha⁻¹.

O número de grãos por espiguetas (cheias e estéreis) do arroz de terras altas são apresentados na (Figura 2). A máxima eficiência técnica para o número de espiguetas cheias por panícula (98,8 grãos) foi obtida com a semeadura realizada em 09 de outubro e para o número de espiguetas estéreis por panícula (37,8 espiguetas) foi obtida com a semeadura realizada em 12 de outubro. A redução no número de espiguetas cheias por panícula para a semeadura realizada em 05 de novembro, provavelmente seja reflexo da maior população de plantas, redução da radiação solar e temperatura do ar, no período entre o florescimento e a maturação fisiológica (Tabela 1). Já, o maior número de espiguetas estéreis por panícula que ocorreu na semeadura realizada em 19 de outubro foi consequência das baixas temperaturas do ar que ocorreram na floração (Tabela 1), pois, segundo Buriol et al. (1991), Steinmetz & Didonet (1995) e Mota (1994), na floração, temperaturas do ar entre 15 e 17°C reduzem a fecundação das panículas de arroz.

O rendimento de grãos do arroz de terras altas (Figura 2) está diretamente relacionado ao número de espiguetas cheias por panícula, que apresentou um comportamento semelhante e, também, devido a menor disponibilidade de radiação solar e temperaturas mais baixas no período entre o florescimento e a maturação fisiológica da última data de semeadura (Tabela 1). A máxima eficiência técnica foi de 5,8 Mg ha⁻¹ para semeadura realizada em 13 de outubro. Estes valores estão abaixo dos encontrados por Toeschler & Köpp (2002) que obtiveram 6,75 Mg ha⁻¹ para a mesma cultivar, semeada em 22 de novembro e irrigada por aspersão em Uruguiana - RS.

5.2 Milho e sorgo

As precipitações pluviais ocorridas durante os ciclos de desenvolvimento da cultura do milho e sorgo foram de 632, 585, 794 e 727 mm, para as semeaduras realizadas em 28 de janeiro, 08 de fevereiro, 20 de fevereiro e 05 de março, respectivamente. Foram aplicados em média 150 mm de água via irrigação para as diferentes épocas de semeadura.

Na Figura 3 observa-se que houve redução na massa seca acumulada do milho e sorgo com o retardamento na época de semeadura. A maior produção de massa seca acumulada de milho (12,9 Mg ha⁻¹) e sorgo (13,6 Mg ha⁻¹), foram obtidas quando a semeadura foi realizada em 28 de janeiro. A redução na disponibilidade de radiação solar e as baixas temperaturas nos meses de outono foram as prováveis causas para a redução na produção de massa seca acumulada do milho e sorgo (Figura 1). Além disso, a ocorrência de uma geada quando as plantas do milho encontravam-se no estágio de grão leitoso, causou a morte das plantas, provocando a antecipação na determinação da massa seca acumulada para a semeadura realizada em 5 de março. Portanto, os riscos de ocorrer a morte de plantas, devido a geadas, aumenta a medida em que há o retardamento na época de semeadura do milho e sorgo. Lamb (1991) avaliando as características agrônomicas do milho irrigado encontrou produções de massa seca semelhantes, variando de 10,9 a 15,6 Mg ha⁻¹ para semeadura realizada em 16 de janeiro.

Pode-se observar que houve uma redução no rendimento de grãos de milho e sorgo com o retardamento na época de semeadura (Figura 3). A máxima eficiência técnica para o rendimento de grãos de milho foi de 7,82 Mg ha⁻¹ para semeadura realizada aos 32 dias do ano (01 de fevereiro), para a cultura do sorgo o maior rendimento de grãos foi de 8,46 Mg ha⁻¹ para a semeadura realizada em 28 de janeiro. Estes valores estão acima dos encontrados por Quiessi (1999), que encontrou valores inferiores a 3,0 Mg ha⁻¹ de rendimento de grãos de milho, para semeaduras realizadas em janeiro, fevereiro e março.

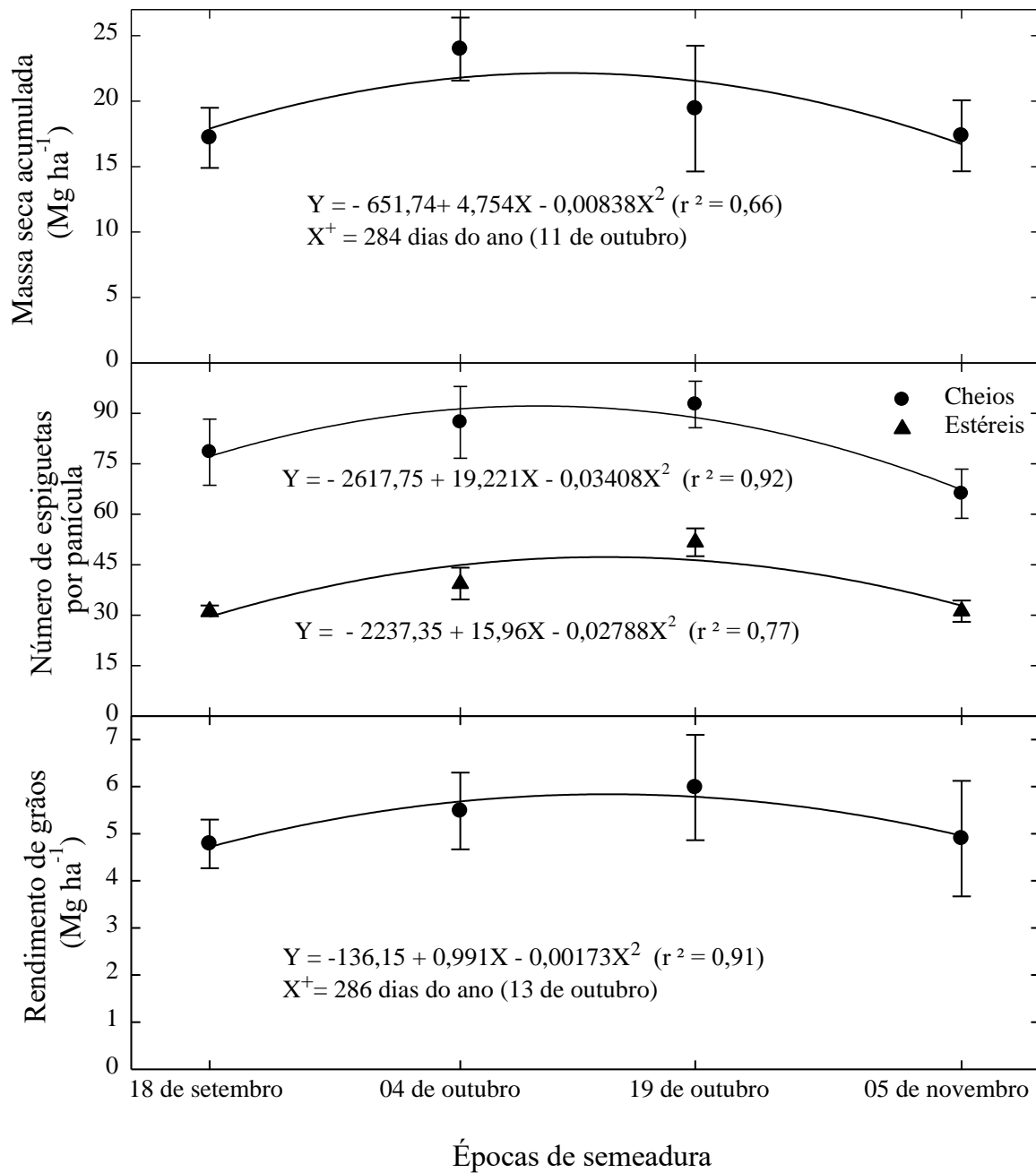


Figura 2. Número de espiguetas cheias e estéreis por panícula, massa seca acumulada e rendimento de grãos de arroz de terras altas, irrigado por aspersão, em quatro diferentes épocas de semeadura. Santa Maria, RS. 2001/02

5.3 Rendimentos acumulados de grãos

Na utilização da sucessão de culturas arroz de terras altas e milho/sorgo para produção de grãos, deve-se considerar o incremento no rendimento de grãos do arroz de terras altas e a redução no rendimento de grãos do milho e sorgo com o retardamento na data de semeadura. Para determinar a melhor data de semeadura do arroz de terras altas e do milho / sorgo para produção de grãos devem ser somadas as produtividades dos dois cultivos (arroz de terras altas + milho e arroz de terras

altas + sorgo) para cada uma das quatro épocas de semeadura.

Na Figura 4 é apresentado o somatório dos rendimentos de grãos do arroz de terras altas + milho e do arroz de terras altas + sorgo. Pode-se observar que houve redução nos rendimentos de grãos acumulados com o retardamento da semeadura do arroz de terras altas. A máxima eficiência técnica para a sucessão arroz + milho ($13,1 \text{ Mg ha}^{-1}$) e arroz + sorgo ($13,0 \text{ Mg ha}^{-1}$) ocorreram para as semeaduras realizadas em 29 de setembro e 26 de setembro, respectivamente.

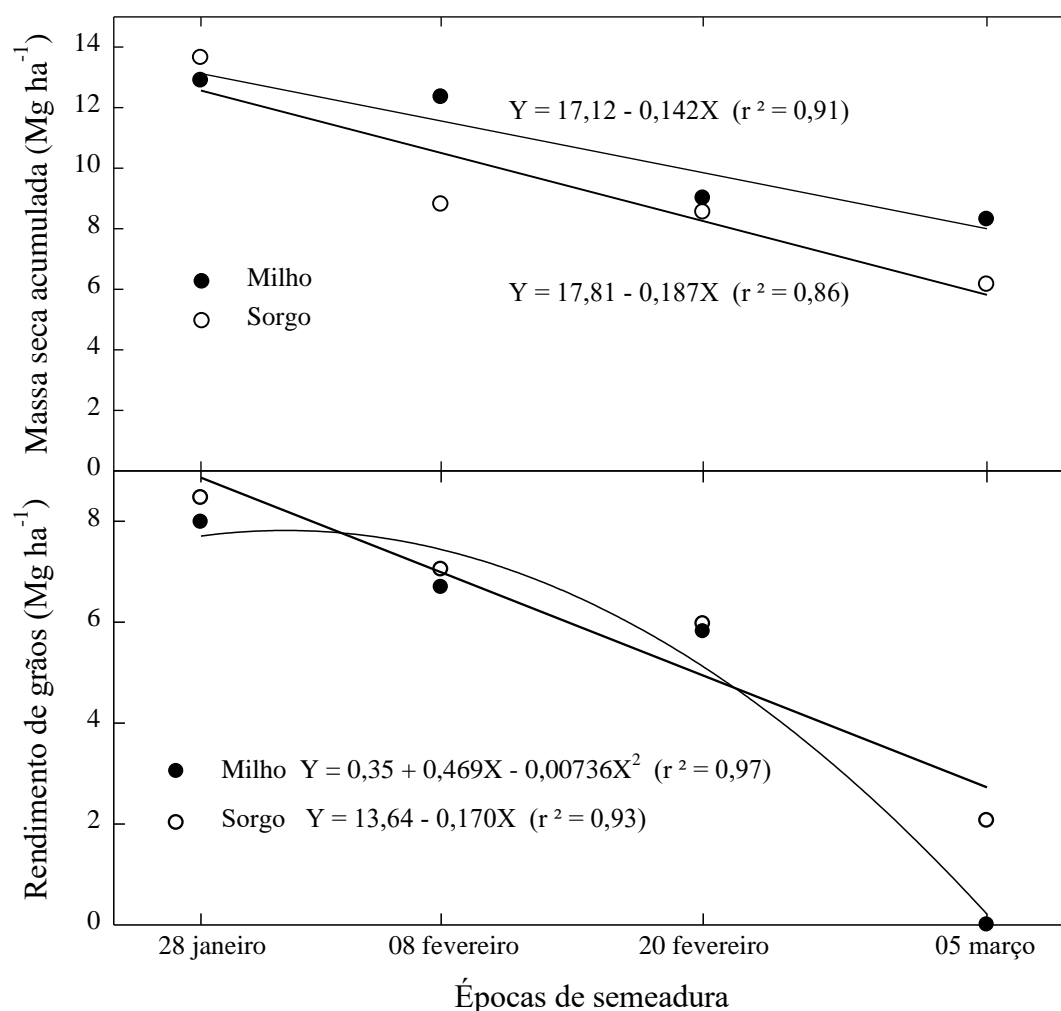


Figura 3. Massa seca acumulada e rendimento de grãos de milho e sorgo semeados em sucessão ao arroz de terras altas. Santa Maria, RS. 2003.

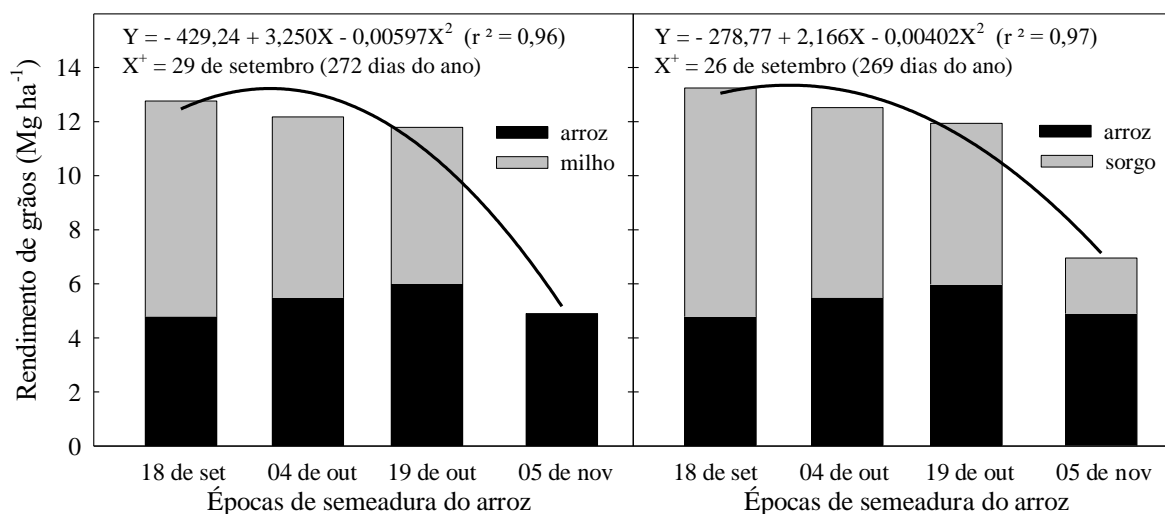


Figura 4. Somatório dos rendimentos de grãos de arroz de terras altas com milho e sorgo. Santa Maria, RS, 2001/02.

6 CONCLUSÕES

1. Para sucessão de culturas arroz de terras altas e milho / sorgo, em Santa Maria – RS, a época recomendada para a semeadura do arroz de terras altas é na segunda quinzena de setembro;

2. Os maiores valores de massa seca acumulada e rendimento de grãos são obtidos com a semeadura do arroz de terras altas realizada na primeira quinzena de outubro;

3. Há uma redução no rendimento de grãos e na massa seca acumulada do milho e sorgo com retardamento na época de semeadura.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURIOL, G.A. et al. Ocorrência e duração mínima diária do ar prejudiciais à fecundação das flores do arroz em Santa Maria, RS. 1 – Probabilidade de ocorrências. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p.23-34, 1991.

EMBRAPA Clima Temperado. **Arroz irrigado, recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Pelotas, 1999. 124 p. (Documento, 57).

FORNASIERI FILHO, D. Manejo da cultura do arroz de terras altas: semeadura e cultivos. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS: FATORES AFETANDO A PRODUTIVIDADE, 1983, Jaboticabal. **Anais...** Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1983, p.271-281.

INFELD, J.A.; SILVEIRA JR.; P. Produção e esterilidade em três cultivares de arroz irrigado em função de épocas de semeadura. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 14.1985, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado - EMBRAPA, 1985, p.144-148

LAMB, P. R. **Desenvolvimento e componentes do rendimento do milho irrigado a diferentes níveis de potencial de água no solo**. 1991. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.

MONTEITH, J.L. Evaporation and environment. **Symposium Societies Experimentation Biology**. London, v. 119, n. 1, p.205-234, 1965.

MOTA, F.S.da; ZAHLER, P.J.M. **Clima, agricultura e pecuária no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Mundial: 1994. p.23-30.

OLIVEIRA, A.D.; et al. Caracterização do período sementeira-floração, de cultivares de arroz de terras altas no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.8, n.1, p.63-68, 2000.

OLIVEIRA, C. M. M.; MACHADO, J. R. Índice de área foliar e produtividade do arroz (*oriza sativa* l.) submetido a irrigação pôr aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.4, p.381-387, 1995.

PINHEIRO, B. da S.; GUIMARÃES, E.P. Índice de área foliar e produtividade do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.6, p.863-872, 1990.

QUIESSI, J. A. **Rendimento de grãos e características agrônômicas da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função de cultivares e épocas de sementeira**. 1999. 78f. Dissertação (Mestrado em agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

SANTOS, A. B. dos; COSTA, J. D. Crescimento de arroz de terras altas em diferentes populações e irrigação suplementar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.6, p.174-194. 1997.

STEINMETZ, S.; DIDONET, I.A. Frequência de temperaturas mínimas do ar em áreas produtoras de arroz irrigado na região sul do

Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1995, Porto Alegre. **Anais...** Instituto Riograndense do Arroz, 1995. p.137-138.

STEINMETZ, S. et al. Espacialização da temperatura do solo visando determinar o início da sementeira do arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24, e CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2. 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Instituto Riograndense do Arroz, 2001, p.137-139.

STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos do espaçamento entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo de água do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 10, p.1577 – 1592, 1994.

STONE, L. F.; STEINMETZ, S. Índice de área foliar e adubação nitrogenada em arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p.25-28, 1979.

STONE, L.F. et al. Consumo de água da consorciação arroz de terras altas – *Brachiaria brizantha* em comparação com o arroz solteiro. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ. 2002, Florianópolis. **Anais...** Embrapa Arroz e Feijão. 2002, p.328-330.

TOESCHER, C.F.; KÖPP, L. M. Produtividade do arroz sob irrigação por aspersão em Uruguaiana – RS. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ. 2002, Florianópolis. **Anais...** Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.405-406.