

Espaçamento entre Linhas e População de Plantas para Milho Cultivado em Solos de Várzeas

Claudio Alberto Souza da Silva¹
José Maria Barbat Parfitt¹
Marilda Pereira Porto¹
Francisco de Jesus Verneti Jr.¹
Walkyria Bueno Scivittaro¹

O milho é uma das opções para ser cultivado em rotação com o arroz irrigado nas terras baixas de clima temperado, visando a melhoria do sistema de produção, em busca da sua sustentabilidade. Para o estabelecimento do milho nestas áreas, vários fatores relativos ao processo produtivo da cultura deverão ser ajustados em função, principalmente, das características do clima e do solo. Entre estes fatores, encontra-se a distribuição espacial das plantas na semeadura, com o estabelecimento de um arranjo de plantas (espaçamento x população) no qual a cultura possa expressar inteiramente o seu potencial produtivo. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do espaçamento entre linhas e da população de plantas, sobre a produtividade da cultura do milho, em várzea das regiões da Campanha e do Litoral do Rio Grande do Sul.

Os experimentos foram conduzidos nas safras 1997/98, em Jaguarão, RS, em Planossolo Hidromórfico Eutrófico Solódico e em 1999/00, 2000/01 e 2001/02, em Bagé, RS, em Planossolo Háptico Eutrófico Típico. Foram testados os seguintes tratamentos: quatro espaçamentos (30, 50, 70 e 90 cm) e quatro

populações (35.000, 50.000, 65.000 e 80.000 plantas/ha). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em parcelas subdivididas (parcela - espaçamento; subparcela - população). O tamanho das subparcelas correspondeu a quatro linhas da cultura com seis metros de comprimento. Em ambos os locais e em todas as safras, o solo foi preparado de maneira convencional (gradagens e aplainamento). As adubações de base, no plantio, foram realizadas de acordo com a análise química do solo, seguindo-se as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo - RS/SC. A cultivar utilizada em todos os anos foi a Pioneer 3063, de ciclo precoce. As semeaduras foram realizadas em 12/12/1997, em Jaguarão e, em 19/11/1999, 20/12/2000 e 20/12/2001, em Bagé. Buscou-se alcançar populações acima das programadas e, em aproximadamente 20 dias após emergência, fez-se o desbaste de plantas, de modo a atingir as populações desejadas.

A adubação nitrogenada, em cobertura, consistiu de duas aplicações de 90 kg de N/ha, sendo a primeira quando o milho apresentava-se com 5 a 6 folhas e a

¹ Pesquisador(a) da Embrapa Clima Temperado. Caixa Postal 403. CEP 96001-970. Pelotas, RS.
E-mails: claudio@cpact.embrapa.br, parfitt@cpact.embrapa.br, marilda@cpact.embrapa.br, verneti@cpact.embrapa.br, wbscivit@cpact.embrapa.br

segunda com 10 a 11 folhas. Todas as demais técnicas seguiram as recomendações vigentes na região para a cultura do milho. Programou-se irrigar a cultura sempre que a tensão da água no solo atingisse a 0,08 Mpa, sendo o monitoramento da tensão feito através de tensiômetros. O método de irrigação utilizado foi o de inundação intermitente. As análises estatísticas constaram de análise de variância (T-teste), com comparação entre médias pelo teste de Duncan a 1% e 5% de probabilidade. As variáveis analisadas foram: estande final, rendimento de grãos, peso de 100 grãos, índice de espigas e estatura de plantas.

Descrição dos resultados obtidos nas quatro safras

Safra 1997/98 - Jaguarão - A precipitação total durante o ciclo da cultura foi de 910,0 mm, muito acima da média normal da região. Em vista, disso não houve necessidade de irrigação. Em função, principalmente, do excesso de umidade no solo na fase inicial das plantas, as populações médias finais ficaram abaixo das populações programadas.

A Tabela 1 mostra os rendimentos de grãos de milho obtidos em função dos espaçamentos e populações estudadas. O espaçamento de 30 cm entre linhas foi o que proporcionou o maior rendimento médio de grãos, porém não apresentou diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, entre as populações médias. A maior produtividade com este espaçamento foi de 7303 kg/ha na população de 44610 pl/ha. O espaçamento de 50 cm apresentou a segunda maior produtividade com média de 6209 kg/ha, sendo que as três maiores populações médias diferiram estatisticamente da população de 33147 pl/ha. Os rendimentos de grãos obtidos com o espaçamento de 70 cm foram maiores nas populações intermediárias, embora não diferindo da população de 70631 pl/ha. Neste espaçamento, a maior produtividade ocorreu com a população média de 56834 pl/ha. Não houve diferença significativa entre os rendimentos obtidos com as quatro populações médias no espaçamento de 90 cm. Os espaçamentos de 30 e 50 cm diferiram estatisticamente dos espaçamentos de 70 e 90 cm. De uma maneira geral, houve um decréscimo de produtividade à medida que se aumentou o espaçamento entre linhas.

O peso de 100 grãos e o índice de espigas do milho encontram-se nas Tabelas 2 e 3. Em média, o peso de 100 grãos foi maior nos menores espaçamentos e menores populações, mostrando tendência de redução no peso médio de grãos à medida que se aumentou a população e o espaçamento. O peso médio de 100 grãos foi de 32,37 g. O índice de espigas não variou entre os espaçamentos. Esta variável apresentou diferenças significativas entre populações, sendo que

os maiores índices ocorreram nas menores populações à exceção da população de 70631 pl/ha, com o espaçamento de 50cm. O maior índice de espigas foi de 1,130 com o espaçamento de 30 cm e com a população de 33147 pl/ha. O índice de espigas e o peso de 100 grãos correlacionaram-se positivamente com o rendimento de grãos, evidenciando resposta positiva à melhor distribuição espacial das plantas devido, provavelmente, à menor competição entre as mesmas.

A estatura de plantas do milho (Tabela 4) não foi influenciada pelos espaçamentos e populações, não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos. A média das estaturas foi de 2,08 m.

Safras 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002 - Bagé. A precipitação pluviométrica total durante o cultivo de 1999/00 foi de apenas 374,2 mm e com má distribuição ao longo do ciclo, sendo necessária a realização de três irrigações. Em 2000/01 ocorreu grande volume de chuvas (761,0 mm), porém concentradas nos meses de março e abril, tendo-se que realizar duas irrigações. As chuvas em excesso ocorreram quando as plantas de milho já se encontravam bem desenvolvidas, em estádios que já não são mais sensíveis ao encharcamento do solo e, ao contrário, parece que foram beneficiadas pela alta umidade, tendo em vista as altas produtividades obtidas nesta safra. Em 2001/02 também ocorreram grandes precipitações (705 mm), mais concentradas em dezembro e janeiro, no início do ciclo das plantas, o que justifica, em parte, as baixas produtividades obtidas nesta safra. As populações médias finais obtidas ficaram muito próximas das programadas, em todos os anos.

O efeito da população, dentro de cada ano de estudo, sobre o rendimento de grãos do milho, encontra-se na Tabela 5. A análise mostrou significância para este fator, em todos os anos, com respostas positivas para as populações maiores de 50000 plantas/ha. Destacaram-se, em valores absolutos, as produtividades dos dois primeiros anos, respectivamente, com 10712 e 13244 kg/ha com 80000 plantas/ha e com 13315 kg/ha, no segundo ano, com 65000 plantas/ha. Cabe salientar que estes resultados foram obtidos em ambiente favorável, no que diz respeito à qualidade do solo de Bagé (boa fertilidade física e química) e sem restrição de umidade (cultivos irrigados e/ou anos com boa distribuição de chuvas). Quando comparados com os resultados obtidos em Jaguarão, observa-se que mesmo sendo aquele cultivo irrigado, por ser o ambiente menos favorável, principalmente na qualidade do solo, lá destacaram-se as populações intermediárias.

Tabela 1. Rendimento de grãos (kg/ha) de milho cultivado com quatro espaçamentos e quatro populações. Jaguarão, 1998.

Espaçamento (m)	População (plantas/ha)				Média
	70631	56834	44610	33147	
30 m	6203	6447	7303	6833	6697 a
50 m	6571	6666	6446	5093	6194 a
70 m	4793	5993	5727	4265	5194 b
90 m	5124	5296	5156	5532	5277 b
Média	5673 A	6100 A	6158 A	5431 A	5840
F pop. ns	F esp. **	F int. ns	CV esp.- 8,18	CV pop.-14,92	

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 2. Peso de 100 grãos (g) de milho cultivado com quatro espaçamentos e quatro populações. Jaguarão, 1998.

Espaçamento (m)	População (plantas/ha)				Média
	70631	56834	44610	33147	
30 m	31,38	33,31	33,06	34,14	32,97 a
50 m	30,76	32,13	33,83	34,95	32,92 a
70 m	28,88	30,40	32,87	34,22	31,59 b
90 m	29,40	30,58	33,23	34,73	31,99 ab
Média	30,10 D	31,61 C	33,25 B	34,51 A	32,37
F pop. **	F esp. *	F int. ns	CV esp.- 2,1	CV pop.-4,3	

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 3. Índice de espigas de milho cultivado com quatro espaçamentos e quatro populações. Jaguarão, 1998.

Espaçamento (m)	População (plantas/ha)				Média
	70631	56834	44610	33147	
30 m	0,935	0,975	1,022	1,130	1,016 a
50 m	1,000	0,980	1,000	1,115	1,024 a
70 m	0,930	0,985	0,980	1,087	0,996 a
90 m	0,930	0,945	0,977	1,072	0,981 a
Média	0,949 B	0,971 B	0,995 B	1,101 A	1,004
F pop. **	F esp. NS	F int. ns	CV esp.- 4,2	CV pop.-7,96	

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 4. Estatura de plantas (m) de milho cultivado com quatro espaçamentos e quatro populações. Jaguarão, 1998.

Espaçamento (m)	População (plantas/ha)				Média
	70631	56834	44610	33147	
30 m	2,07	2,00	2,07	2,07	2,05 a
50 m	2,09	2,12	2,11	2,10	2,11 a
70 m	2,02	2,11	2,08	2,06	2,07 a
90 m	2,08	2,11	2,05	2,16	2,10 a
Média	2,07 A	2,09 A	2,08 A	2,10 A	2,08
F pop. ns	F esp. ns	F int. ns	CV esp.- 2,5	CV pop.-2,6	

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 5. Efeito da população, dentro de cada ano, no rendimento de grãos (kg/ha) de milho. Bagé, 2002. (análise conjunta de 3 anos).

Ano	População (pl/ha)				Média
	80000	65000	50000	35000	
1999/00	10712 A	10121 AB	9500 BC	8998 C	9833 b
2000/01	13244 A	13315 A	11826 B	10190 C	12144 a
2001/02	6623 A	5553 B	4843 B	4749 B	5442 □
Média	10193 A	9663 A	8556 B	8146 B	9139
F pop. **	F ano. **	F int. **	CV sp.- 5,3	CV pop.-9,5	CV anos-17,01

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Na análise conjunta dos três anos (Tabela 6), observa-se a mesma tendência de aumento de rendimento de grãos, à medida que se aumentou a população, com destaque para os resultados obtidos com 80000 plantas/ha, nos espaçamentos de 30 e 50 cm e com 65000 plantas/ha no espaçamento de 30 cm (11225, 10302 e 10287 kg/ha, respectivamente). Comparando-se a produtividade média obtida com a população de 50000 plantas/ha (população de uso predominante nas lavouras da região) com a obtida com 80000 plantas/ha, houve um acréscimo de 1637 kg/ha.

Na Tabela 7, encontra-se a análise do efeito do espaçamento, dentro de cada ano de estudo, sobre o rendimento de grãos do milho. Com exceção da última safra, 2001/02, onde ocorreram prejuízos às plantas, por excesso de umidade nas fases iniciais do ciclo da cultura, nas demais ocorreu clara tendência de aumento da produtividade, à medida que se reduziu o espaçamento entre linhas do milho. Cabe destacar a produtividade de 14070 kg/ha obtida na safra 2000/01, com o espaçamento de 30 cm, o que mostra o grande potencial produtivo que possui esta cultura, mostrando a boa possibilidade da mesma vir a melhorar o sistema produtivo das áreas de várzeas, desde que os fatores de produção sejam bem ajustados. A média geral dos três anos de cultivo em Bagé foi de 9139 kg/ha.

Observando-se a análise conjunta dos três anos da variável rendimento de grãos (Tabela 6), embora, pelo

teste F, a interação espaçamento X população não tenha sido significativa, em valores absolutos, os espaçamentos de 30 e 50 cm, com as duas maiores populações, proporcionaram os melhores resultados. Comparando-se as produtividades médias dos espaçamentos, com a redução de 70 para 50 e de 70 para 30 cm entre linhas, obteve-se um acréscimo de 607 e de 1137 kg/ha, respectivamente. Com a redução de 90 para 50 e de 90 para 30 cm, os aumentos no rendimento de grãos foram de 461 e de 991 kg/ha, respectivamente. Setenta cm é o espaçamento atualmente recomendado pela pesquisa e o de 90 cm é o de uso predominante em lavouras de pequenas propriedades, geralmente não mecanizadas.

O efeito da população e do espaçamento, dentro de cada ano de estudo e análise conjunta dos três anos, sobre o peso de 100 grãos, índice de espigas e estatura de plantas do milho, estão nas Tabelas 8 a 16. A população afetou significativamente o peso de grãos e o índice de espigas, reduzindo-os com o aumento do número de plantas por área devido, provavelmente, à maior competição entre plantas. Os maiores pesos de grãos e índices de espigas foram obtidos com a população de 35000 plantas/ha, com média de 40,03 g e 1,152 espigas/planta, respectivamente. Estas variáveis não foram influenciadas pelo espaçamento entre linhas. A estatura de plantas do milho aumentou com o aumento da população e do espaçamento, embora tenha diferido estatisticamente apenas na menor população, com 2,34 m e no menor espaçamento, com 2,45 m.

Tabela 6. Rendimento de grãos (kg/ha) de milho cultivado com quatro espaçamentos e quatro populações. Bagé, 2002. (análise conjunta de 3 anos).

Espaçamento (cm)	Populações (pl/ha)				Média
	80000	65000	50000	35000	
30 cm	11225 a A	10287 a A	9008 a B	8694 a B	9804 a
50 cm	10302 ab A	9805 ab A	8547 a B	8441 ab B	9274 ab
70 cm	9608 b A	9018 b A	8570 a AB	7473 b B	8667 b
90 cm	9636 b A	9543 ab A	8097 a B	7977 ab B	8813 b
Média	10193 A	9663 A	8556 B	8146 B	9139
F pop. **	F esp. ns	F int. ns	CV esp.- 6,5	CV pop.-8,5	CV anos - 16

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 7. Efeito de espaçamento, dentro de cada ano, no rendimento de grãos (kg/ha) do milho. Bagé, 2002 (análise conjunta de 3 anos).

A no	Espaçamento (m)				M é dia
	30	50	70	90	
1999/00	10568 A	10177 A B	8997 B	9588 A B	9833 b
2000/01	14070 A	11619 B	11609 B	11278 B	12144 a
2001/02	4774 A	6025 A	5395 A	5573 A	5442
M é dia	9804 A	9274 A B	8667 B	8813 B	9139
F A N O . **	F esp. n.s.	F int. **	CV esp.- 6,5	CV pop.-8,5	CV anos-16,0

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 8. Efeito de população, dentro de cada ano, no peso de 100 grãos (g) do milho. Bagé, 2002 (análise conjunta de 3 anos).

A no	População (pl/ha)				M é dia
	80000	65000	50000	35000	
1999/00	36,28	36,66	37,67	38,26	37,22 b
2000/01	37,16	37,87	39,44	40,91	38,84 a
2001/02	37,16	37,87	39,44	40,91	38,84 a
M é dia	36,86 C	37,47 C	38,85 B	40,03 A	38,30
F pop.**	F ano.**	F int. ns	CV esp.- 3,0	CV pop.-3,9	CV anos - 3,9

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 9. Efeito de espaçamento, dentro de cada ano, no peso de 100 grãos (g) do milho. Bagé, 2002 (análise conjunta de 3 anos).

A no	Espaçamento (m)				M é dia
	30	50	70	90	
1999/00	36,11	37,67	37,32	37,76	37,22 b
2000/01	38,69	38,63	38,67	39,38	38,84 a
2001/02	38,69	38,63	38,67	39,38	38,84 a
M é dia	37,83 A	38,31 A	38,22 A	38,84 A	38,30
F A N O . **	F esp. n.s.	F int. NS	CV esp.- 3,0	CV pop.-3,9	CV anos - 3,9

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 10. Peso de 100 grãos (g) de milho cultivado com quatro espaçamentos e quatro populações Bagé, 2002 (análise conjunta de 3 anos).

Espaçamento (m)	População (pl/ha)				M é dia
	80000	65000	50000	35000	
30 m	36,33	37,58	38,40	39,01	37,83 a
50 m	37,35	37,19	38,42	40,29	38,31 a
70 m	35,73	37,14	39,63	40,38	38,22 a
90 m	38,04	37,96	38,94	40,43	38,84 a
M é dia	36,86 C	37,47 C	38,85 B	40,03 A	38,30
F pop.**	F esp. ns	F int. ns	CV esp.- 3,0	CV pop.-3,9	CV anos - 3,9

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 11. Efeito de população, dentro de cada ano, no índice de espigas do milho. Bagé, 2002 (análise conjunta de 3 anos).

A no	População (pl/ha)				Média
	80000	65000	50000	35000	
1999/00	1,011 A	1,010 A	1,079 A	1,127 A	1,057 b
2000/01	1,048 B	1,074 B	1,153 B	1,357 A	1,158 a
2001/02	1,044 A	0,937 A	0,996 A	0,971 A	0,987 □
Média	1,034 B	1,007 B	1,076 B	1,152 A	1,067
F pop.**	F ANO.**	F int.**	CV esp.- 5,4	CV pop.-9,7	CV anos - 15,4

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 12. Efeito de espaçamento, dentro de cada ano, no índice de espigas do milho. Bagé, 2002 (análise conjunta de 3 anos).

A no	Espaçamento (□m)				Média
	30	50	70	90	
1999/00	1,004	1,031	1,111	1,081	1,057 b
2000/01	1,222	1,165	1,120	1,126	1,158 a
2001/02	0,917	1,041	0,986	1,004	0,987 □
Média	1,048 A	1,079 A	1,072 A	1,070 A	1,067
F ANO.**	F esp.ns	F int. ns	CV esp.- 5,4	CV pop.-9,7	CV anos - 15,4

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 13. Índice de espigas de milho cultivado com quatro espaçamentos e quatro populações. Bagé, 2002 (análise conjunta de 3 anos).

Espaçamento (□m)	População (pl/ha)				Média
	80000	65000	50000	35000	
30 □m	0,951	1,038	1,055	1,147	1,048 a
50 □m	1,107	0,970	1,049	1,189	1,079 a
70 □m	1,052	1,015	1,132	1,090	1,072 a
90 □m	1,027	1,005	1,067	1,182	1,070 a
Média	1,034 B	1,007 B	1,076 B	1,152 A	1,067
F pop.**	F esp.ns	F int. ns	CV esp.- 5,4	CV pop.-9,7	CV anos - 15,4

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 14. Efeito de população, dentro de cada ano, na estatura altura de plantas (m) do milho. Bagé, 2002 (análise conjunta de 3 anos).

A no	População (pl/ha)				Média
	80000	65000	50000	35000	
1999/00	2,43	2,40	2,38	2,35	2,39 b
2000/01	2,58	2,58	2,56	2,48	2,55 a
2001/02	2,58	2,58	2,56	2,48	2,55 a
Média	2,53 A	2,52 A	2,50 AB	2,43 B	2,50
F pop.*	F ANO.**	F int. ns	CV esp.- 2,2	CV pop.-3,7	CV anos - 4,1

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 15. Efeito de espaçamento, dentro de cada ano, na estatura de plantas (m) do milho. Bagé, 2002. (análise conjunta de 3 anos).

A no	Espaçamento (m)				M é dia
	30	50	70	90	
1999/00	2,34	2,35	2,38	2,49	2,39 b
2000/01	2,50	2,56	2,58	2,56	2,55 a
2001/02	2,50	2,56	2,58	2,56	2,55 a
M é dia	2,45 B	2,49 AB	2,51 AB	2,53 A	2,50
F A N O . * *	F esp . ns	F int . ns	C V esp . - 5,4	C V pop . - 9,7	C V anos - 4,1

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Tabela 16. Estatura de plantas (m) de milho cultivado com quatro espaçamentos e quatro populações. Bagé, 2002. (análise conjunta de 3 anos).

Espaçamento (m)	População (pl/ha)				M é dia
	80000	65000	50000	35000	
30 m	2,49	2,48	2,42	2,42	2,45 b
50 m	2,53	2,52	2,48	2,43	2,49 ab
70 m	2,53	2,49	2,55	2,48	2,51 ab
90 m	2,59	2,59	2,55	2,41	2,53 a
M é dia	2,53 A	2,52 A	2,50 AB	2,43 B	2,50
F pop . *	F esp . ns	F int . ns	C V esp . - 2,2	C V pop . - 3,7	C V anos - 4,1

Maiúscula na horizontal, minúscula na vertical

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

A redução do espaçamento entre linhas para o cultivo do milho, em várzeas das regiões Litoral Sul e Campanha do Rio Grande do Sul, de 90 e 70 cm (espaçamento de uso predominante em lavouras de pequenas propriedades, geralmente não mecanizadas, e espaçamento atualmente recomendado pela pesquisa, respectivamente) para 50 cm ou menos, proporcionou aumento na produtividade da cultura.

Dentre as populações de plantas de milho estudadas, as superiores a 50000 plantas por hectare proporcionaram maiores rendimentos de grãos, em ambiente de cultivo mais favorável, enquanto que em ambiente de menor potencial produtivo as populações intermediárias deram melhores respostas.

Comunidade Técnica, 92

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Clima Temperado
 Endereço: Caixa Postal 403
 Fone/fax: (53) 275 8199
 E-mail: sac@cpact.embrapa.br



1ª edição
 1ª impressão 2003: 100 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: Mário Franklin da Cunha Gastal
Secretário-Executivo: Joseane M. Lopes Garcia
Membros: Ariano Martins Magalhães Junior, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Darcy Bitencourt, Cláudio José da Silva Freire, Vera Allgayer Osório, **Suplentes:** Carlos Alberto Medeiros e Eva Choer

Expediente

Revisão de texto: Sadi Sapper / Ana Luiza Barragana Viegas
Editoração eletrônica: Oscar Castro