

EFEITOS DE ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS E DE POPULAÇÕES DE PLANTAS EM MILHO (*Zea mays*) DE TIPO PRECOCE¹

CLÁUDIO MÁRIO MUDSTOCK²

RESUMO. - Em dois experimentos conduzidos a campo, em Guaíba, Rio Grande do Sul, foram estudados os efeitos em três espaçamentos entre linhas (50, 80 e 110 cm) combinados com quatro populações de plantas (30, 50, 70 e 90 mil plantas/ha) sobre um híbrido de milho precoce. No primeiro experimento (1969/70), houve um prolongado período de deficiência hídrica por ocasião da polinização. Os espaçamentos não afetaram a produção de grãos (média de 1.250 kg/ha) em virtude da alta esterilidade de plantas (29% em média) e acentuada redução da área foliar das plantas. No segundo experimento (1970/71), o espaçamento de 50 cm entre linhas foi superior em rendimento de grãos ao espaçamento de 110 cm nas populações de 70.000 e 90.000 plantas/ha, com aumentos de 21,8 e 10,8% respectivamente, igualando-se nos demais. A diferença foi devida ao maior peso médio de espiga, não sendo afetados o número de plantas estéreis (3%) e o número de dias entre a liberação do pólen e a emissão dos estigmas.

Termos para indexação: espaçamento entre linhas, população de plantas, milho, competição, densidade.

INTRODUÇÃO

Com a introdução, no Rio Grande do Sul, de híbridos de milho do tipo mais precoce, de menor estatura, mais rápido desenvolvimento e menor produção de massa vegetativa do que os híbridos tradicionais, surgiu o interesse por estudos sobre a utilização de afastamentos entre linhas menores do que o de um metro, tradicionalmente utilizado. Em virtude de suas características, os híbridos precoces têm demonstrado aumentos em rendimento de grãos quando a distância entre fileiras é mantida entre 60 e 70 cm, mas raramente os incrementos são superiores a 20%. A redução do espaço entre as linhas e o conseqüente aumento da distância entre plantas na linha (dentro de um mesmo número de plantas por unidade de área) resulta em menor competição intra-específica por luz, aproximando-se assim do espaçamento equidistante, que, teori-

camente, produz os melhores rendimentos.

A melhor utilização de luz e água pela comunidade de plantas de milho é o principal fator para explicar as alterações de rendimento ligadas a variações da distância entre fileiras (PENDLETON 1966). A distribuição da luz dentro da comunidade é considerada como a razão principal para a utilização de menores afastamentos entre linhas de milho. A maior penetração de luz na folhagem, especialmente nas folhas médias e inferiores (SCARSBROOK & DOSS 1973, YAO & SHAW 1964b), aumenta a contribuição da luz para a formação de produtos elaborados que são translocados aos grãos.

A economia de água em espaçamentos menores também pode contribuir para aumentos na produção de grãos, quando a disponibilidade hídrica é limitada (NUNEZ & KAMPRATH 1969, YAO & SHAW 1964b). A distribuição mais equidistante das plantas provoca o sombreamento do solo em menor espaço de tempo, diminuindo a evaporação. Com isto haverá maior disponibilidade de água para a comunidade e a eficiência de utilização é incrementada.

Com este trabalho procurou-se determinar a reação de um híbrido precoce a diversos espaçamentos entre linhas e sua interação com o número de plantas por unidade de área. Também se objetivou testar qual a fase do desenvolvimento mais afetada pelos diferentes arranjos das plantas no solo.

¹ Aceito para publicação em 4 de outubro de 1977. O Experimento, conduzido em 1970/71, foi realizado com o auxílio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) Proc. Agron. 100/70

² Professor-Assistente, Ph.D., do Departamento de Fito-tecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 776, 90000, Porto Alegre, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O híbrido precoce de milho Morgan Rendidor (altura média de dois metros e pequeno desenvolvimento de massa vegetativa) foi testado em quatro populações de plantas (30.000, 50.000, 70.000 e 90.000 plantas/ha) e em três distâncias entre linhas (50, 80 e 110 cm) para cada população.

Os ensaios foram realizados na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Guaíba, nos anos agrícolas de 1969/70 e 1970/71, em solos das séries São Jerônimo e Arroio dos Ratos, respectivamente.

O delineamento experimental nos dois anos foi o de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As populações de plantas representaram as parcelas principais e as distâncias entre linhas, as subparcelas. Cada parcela experimental constou de quatro linhas, espaçadas de acordo com o tratamento imposto (50, 80 ou 110 cm) e com seis metros de comprimento. A área útil da unidade experimental foi formada das duas linhas centrais, descartando-se 0,5 m em cada extremidade.

O preparo do solo e subseqüentes tratamentos culturais foram feitos da maneira tradicional. No primeiro ano, o solo (pH= 5,7, P= 5,5 ppm, K= 160 ppm, M.O.= 2,5%) recebeu 52 kg de P/ha (em forma de superfosfato triplo), como adubação corretiva. Posteriormente, a adubação de 15-26-25 kg de NPK/ha (uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio), pouco antes da semeadura e mais 100 kg de N/ha (em forma de uréia, incorporada ao solo), quando as plantas apresentavam cerca de 60 cm de altura. No segundo ano, o solo (pH= 5,5, P= 4,5 ppm, K= 150 ppm, M.O.= 1,8%) recebeu 1,5 t de calcário e 87 kg de P/ha, na forma de superfosfato triplo, como adubação corretiva, aplicados respectivamente, três meses e um mês antes da semeadura. Aplicaram-se ainda 10-26-25 kg de NPK/ha (uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio) pouco antes da semeadura e mais 200 kg de N/ha (uréia, incorporada ao solo) quando as plantas apresentavam cerca de 60 cm de altura.

A semeadura foi realizada com uma semeadeira manual em 1/10/1969 e 6/9/1970, respectivamente. No segundo experimento as plantas receberam

duas suplementações de 20 mm de água cada uma, através de irrigação por aspersão.

As determinações realizadas nos dois anos foram o número de plantas estéreis (espigas não desenvolvidas), plantas com uma e com duas espigas, peso individual de cada espiga e peso dos grãos a 15,5% de umidade. Em 1970/71, foi computado o número de dias entre 50% do pendocimento (pendões visíveis externamente) e 75% do espigamento (emergência dos estigmas) através de observações diárias dentro da parcela útil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi o de analisar o efeito da distância entre filas; mas os tratamentos das diferentes populações foram incluídos para um possível estudo de interação. Esta não ocorreu, no primeiro ano (1969/70), em nenhum dos caracteres estudados, e os dados dos diferentes espaçamentos entre linhas representam a média das quatro repetições. Nesse ano ocorreu um período de deficiência de umidade no solo bastante prolongado, que coincidiu com o início da fase de polinização e ocasionou as baixas produções de grãos (1.250 kg/ha). Os rendimentos de grãos dos diversos espaçamentos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre suas médias. (Tabela 1).

O efeito da falta de água foi mais limitante que o efeito dos espaçamentos, embora em tal situação se esperasse que a economia de água nas menores distâncias entre linhas proporcionasse maior disponibilidade por planta (NUNEZ & KAMPRAH 1969). Como a deficiência ocorreu no período reprodutivo, a emissão da espiga foi bastante atrasada em relação à emissão do pendão e houve alta esterilidade de planta (média de 29%). Qualquer possível efeito benéfico do menor distanciamento entre linhas, nesta época, foi mascarado pela falta de água, pois a esterilidade de plantas, em todos os espaçamentos, deixou de apresentar médias significativamente diferentes (Tabela 1). No período de enchimento dos grãos, as plantas possuíam área fotossintética bastante reduzida, em decorrência da falta de água, e os diferentes espaçamentos não se

TABELA 1. Rendimento de grãos, percentagem de plantas estéreis, e peso médio de espiga em três espaçamentos entre linhas (1969/70) em Guaíba, RS (médias de quatro populações de plantas)

Caracteres estudados	Espaçamento entre linhas		
	50 cm	80 cm	110 cm
Rendimento de grãos (kg/ha)	1.230 a	1.180 a	1.340 a
Percentagem de plantas estéreis	29 a	30 a	29 a
Peso médio de espiga (g)	43 a	40 a	45 a

Em cada linha, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Coefficientes de variação: 15% para rendimento de grãos, 20% para percentagem de plantas estéreis e 16% para peso médio de espiga.

diferenciaram significativamente quanto ao peso da espiga (Tabela 1).

A deficiência hídrica provavelmente contribuiu para que a variabilidade neste ano fosse mais elevada para os caracteres rendimento de grãos (C.V. = 15%) e peso de espiga (C.V. = 16%) em comparação com o segundo ano, no qual os coeficientes de variação situaram-se entre 6 e 7%.

No segundo ano (1970/71), não houve limitação por deficiência hídrica (água foi suprida através de irrigações); e as limitações impostas ao rendimento de grãos foram decorrentes principalmente do arranjo das plantas no solo. Os diferentes afastamentos entre linhas não afetaram o desenvolvimento das estruturas da inflorescência feminina, pois as médias de plantas estéreis, e de dias para o período crítico entre a emissão de pólen e a saída dos estigmas, para todos os espaçamentos, deixaram de evidenciar diferenças estatisticamente significativas (Tabela 2).

Para rendimento de grãos houve interação entre espaçamentos e populações de plantas. A 30.000 e 50.000 plantas/ha, as produções de grãos não se diferenciaram significativamente nas diversas distâncias entre linhas (Tabela 3). Nas populações mais

elevadas, de 70.000 e 90.000 plantas/ha, o espaçamento de 50 cm foi superior aos demais em 21,8 e 10,8%, respectivamente, diferenças que foram significativas.

No caso do peso médio de espiga também houve interação entre populações e espaçamentos, exatamente nos mesmos tratamentos relacionados para rendimento de grãos (Tabela 4). A coincidência nos tratamentos indica que as variações de peso final dos grãos por área deveram-se exclusivamente a oscilações de um único componente da produção que foi o peso da espiga. A interação obtida mostra que o arranjo das plantas afeta algumas características agrônomicas apenas quando o número de plantas por unidade de área é elevado, no caso de 70.000 plantas/ha ou mais.

No período de enchimento de grãos parece ser maior o efeito do espaçamento entre linhas (LUTZ et al. 1971), o que foi indicado pela variação do peso médio da espiga com diferentes arranjos das plantas. Aparentemente, o arranjo das plantas afeta o padrão de crescimento após a fase reprodutiva, e no caso do experimento de 1970/71 é provável que a luz tenha tido um papel preponderante em determinar diferenças com significação estatística entre as médias do rendimento de grãos.

TABELA 2. Número de dias entre 50% do pendoamento e 75% do espigamento e percentagem de plantas estéreis em três espaçamentos entre linhas (1970/71), em Guaíba, RS (médias de quatro populações de planta).

Caracteres estudados	Espaçamento entre linhas		
	50 cm	80 cm	110 cm
Número de dias entre 50% do pendoamento e 75% do espigamento	4 a	5 a	6 a
Percentagem de plantas estéreis	3 a	2 a	3 a

Em cada linha, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Coefficientes de variação: 43% para número de dias entre 50% do pendoamento e 75% do espigamento e 61% para percentagem de plantas estéreis.

TABELA 3. Rendimento de grãos em quatro populações de plantas e três espaçamentos entre linhas, em Guaíba, RS.

Populações de plantas	Espaçamento entre linhas		
	50 cm	80 cm	110 cm
30.000	4.500 a	4.750 a	4.450 a
50.000	6.270 a	6.450 a	6.400 a
70.000	7.800 a	6.680 b	6.400 b
90.000	7.050 a	6.530 b	6.360 b

Em cada linha, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Coefficientes de variação: 7% para populações e 7% para espaçamentos entre linhas.

TABELA 4. Peso médio de espiga em quatro populações de plantas e três espaçamentos entre linhas (1970/71), em Guaíba, RS.

Populações de plantas	Espaçamento entre linhas		
	50 cm	80 cm	110 cm
30.000	145 a	146 a	144 a
50.000	144 a	142 a	141 a
70.000	137 a	112 b	115 b
90.000	104 a	92 b	87 b

Em cada linha, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

Coefficientes de variação: 6% para populações de plantas e 6% para espaçamentos entre linhas.

Antes da polinização, a planta do milho tem poucas reservas, que são utilizadas posteriormente para a formação dos grãos (ALLISSON & WATSON 1966). A matéria seca depositada nos grãos provém, em sua maior parte, da fotossíntese realizada após a fecundação (EASTIN 1969, ALLISSON & WATSON 1966), e a assimilação fotossintética da comunidade neste período é fortemente afetada pelo aproveitamento de luz, quando então a área foliar é máxima. A alteração da arquitetura da comunidade pelo diferente arranjo das plantas provoca maior penetração de luz (SCARSBROOK & DOSS 1973, SOUZA 1976), aumentando a contribuição das folhas situadas na parte média da folhagem.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos conduzem às seguintes conclusões:

1. Não houve efeito dos espaçamentos entre linhas no rendimento de grãos, no primeiro ano do experimento (1969/70), em razão da forte deficiência hídrica que ocorreu no período de polinização; embora uma das razões citadas para aumentos de rendimento em espaçamentos equidistantes seja a maior economia de água pela redução da evaporação do solo, este não foi o caso em virtude da intensidade do déficit hídrico registrado e que prejudicou em muito a área foliar;

2. No segundo ano (1970/71), as linhas com afastamento de 50 cm foram superiores em rendimento de grãos às linhas com 80 e 110 cm apenas nas populações de 70.000 e 90.000 plantas/ha. Em baixas populações, a disposição das plantas não afetou nenhuma das características estudadas, já que a plasticidade pode compensar o diferente arranjo dado; a capacidade das plantas de se adaptarem fica reduzida, e o limite de plasticidade é alcançado quando o número de plantas por unidade de área é elevado;

3. Os efeitos benéficos dos menores espaçamentos foram ocasionados possivelmente pelo melhor aproveitamento de luz no período de enchimento dos grãos, o que concorreu para o maior peso individual de espiga; aparentemente, a pressão de competição imposta pelas diferentes distâncias entre linhas não é muito forte até a época de poli-

nização, pois nem o desenvolvimento das estruturas da espiga nem a emergência destas foram afetadas pelos espaçamentos.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul, pelo apoio financeiro ao experimento realizado em 1970/71.

REFERÊNCIAS

- ALLISSON, J.C.S. & WATSON, D.I. The production and distribution of dry matter in maize after flowering. *Ann. Botany.*, 30:365-81, 1966.
- EASTIN, J.A. Leaf position and leaf function in corn - carbon - 14 labeled photosynthate distribution in corn in relation to leaf position and leaf function. In: HYBRID CORN INDUSTRY — RESEARCH CONFERENCE, 24., Illinois, 1969. Proceedings. Illinois, American Seed Trade Association, 1969. p.81-9.
- LUTZ JUNIOR, J.A.; CAMPER, H.M. & JONES, G.D. Row spacing and populations effects on corn yields. *Agron. J.*, Madison, 63(1):12-4, 1971.
- NUNEZ, R. & KAMPRATH, E. Relationship between: N response, plant population and row width on growth and yield of corn. *Agron. J.*, Madison, 61(2):279-82, 1969.
- PENDLETON, J.W. Increasing water use efficiency by crop management. In: PIERRE, W.H.; KIRKHAN, D.; PESEK, J. & SHAW, R. Plant environment and efficient water use. Madison, American Society of Agronomy & Soil Science of America, 1966. Cap. 11, p.236-58.
- SCARSBROOK, C.E. & DOSS, B.D. Leaf area index and radiation as related to corn yield. *Agron. J.*, Madison, 65(13):459-61, 1973.
- SOUZA, G.L. de. Densidade de plantas e espaçamentos entre linhas e suas influências no rendimento de grãos, interceptação de luz e nas características agrônômicas de duas cultivares de milho. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, 1976. Tese.
- YAO, A.Y.M. & SHAW, R.N. Effect of plant population and planting pattern of corn on the distribution of net radiation. *Agron. J.*, Madison, 56(2):165-9, 1964.
- Effect of plant population and planting pattern of corn on water use and yield. *Agron. J.* Madison, 56(2):147-52, 1964.

ABSTRACT.- EFFECTS OF ROW WIDTH AND PLANT POPULATION ON AN EARLY TYPE OF MAIZE (*Zea mays*)

Two field experiments conducted in Guaíba, Rio Grande do Sul State, Brazil, of three row widths (50, 80 and 110 cm) and four plant populations (30, 50, 70 and 90 thousands plants/ha) on an early maize hybrid. The first experiment (1969/70) had a long period of water stress just before tasseling and showed no row width effect on grain yield (1.250 kg/ha, average). High sterility (29% average) and a sharp decrease in leaf area were the main causes of the lack of responses. For the second experiment (1970/1971) when water was in good supply, the narrowest row (50 cm) outyielded the widest row (110 cm) only at the population of 70.000 and 90.000 plants/ha, mainly due to a greater ear weight. Plant sterility (3%) and the period between pollen shedding and silking were little affected. There was interaction between row width and plant population only for grain yield and ear weight.

Index terms: row width, plant population, early maize, *Zea mays* corn, competition.