

## A DESUNIFORMIDADE DE EMERGÊNCIA REDUZ O RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO

### UNEVEN EMERGENCE REDUCES MAIZE GRAIN YIELD

Aldo Merotto Junior<sup>1</sup> Luis Sangoi<sup>2</sup> Marcio Ender<sup>2</sup>  
Altamir Frederico Guidolin<sup>2</sup> Hector Silvio Haverroth<sup>3</sup>

#### RESUMO

Altos rendimentos de milho estão relacionados à emergência rápida, completa e regular das plantas. Este trabalho foi conduzido em Lages (SC), com o objetivo de avaliar o efeito da desuniformidade de emergência e da população de plantas sobre o rendimento de grãos de milho. Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, alocando-se nas parcelas principais quatro populações de plantas (40.000, 60.000, 80.000 e 100.000 plantas.ha<sup>-1</sup>) e nas subparcelas os tratamentos de desuniformidade de emergência realizados através da variação da data de semeadura em covas adjacentes na linha de plantio, resultando nas seguintes situações de emergência entre plantas vizinhas: 1 - uniforme (0-0-0-0-0); 2 - desuniformidade de 12 dias (0-12-0-12-0); 3 - 19 dias (0-19-0-19-0); e, 4 - 12 e 19 dias (0-12-19-0-12-19). Na situação de emergência uniforme, o aumento da população de plantas até 76.500 plantas.ha<sup>-1</sup> incrementou o rendimento de grãos para 12.900kg.ha<sup>-1</sup>. Nesta população de plantas, a diferença do rendimento de grãos entre as plantas de emergência uniforme e aquelas em desuniformidade foi aproximadamente 2.900kg.ha<sup>-1</sup>, indicando que sob níveis de rendimento semelhantes, a realização da ressemeadura pode ser uma prática economicamente vantajosa. A desuniformidade de emergência diminuiu o rendimento de grãos de milho e limitou a resposta ao incremento da população de plantas.

**Palavras-chave:** competição, desuniformidade de emergência, população de plantas, semeadura.

#### SUMMARY

High maize grain yields are related to a fast, complete and regular plant emergence. This experiment was carried out in Lages, SC, Brazil, with the objective of evaluating the effects of an uneven plant emergence on maize grain yield at different plant populations. A split plot design was used, with the main plots disposed in randomized complete blocks. Four plant populations, equivalent to 40,000, 60,000, 80,000 and 100,000 pl.ha<sup>-1</sup> were tested in the main plots. Different levels of unevenness in plant emergence were analyzed in the split plots by

varying the sowing dates of adjacent hills inside each as it follows: 1 - even emergence (0-0-0-0); 2 - unevenness of 12 days (0-12-0-12); 3 - unevenness of 19 days (0-19-0-19); 4 - unevenness of 12 and 19 days (0-12-19-0-12-19). The increase in plant population up to 76,500 pl.ha<sup>-1</sup> enhanced grain yield to 12,900kg.ha<sup>-1</sup>. At this plant population, the difference in yield grain per hectare among treatments with even and uneven emergence was nearly 2,900kg. This indicates that under similar productivity levels replanting maize may be an economically viable option. Besides reducing grain yield, uneven emergence also limited maize response to the increment in plant population.

**Key words:** competition, unevenness of emergence, plant population, sowing.

#### INTRODUÇÃO

O aumento do rendimento de grãos de milho depende da maximização da exploração do ambiente, que acontece de forma mais efetiva quando existe uniformidade entre plantas, proporcionando baixa competição intra-específica. A uniformidade da arquitetura das plantas, principalmente em relação à altura, é conseguida com emergência rápida, completa e regular das plantas (PETR *et al.*, 1988). Entretanto, fatores como contato com herbicidas, compactação e encrostamento do solo (NAFZIGER *et al.* 1991), tamanho da semente, profundidade de semeadura e déficit hídrico podem causar a desuniformidade da emergência das plantas e afetar o rendimento de grãos. A determinação dos efeitos da desuniformidade de emergência pode auxiliar na tomada de decisão sobre o replantio de uma lavoura, readequação das práticas de manejo e para a qualificação das máquinas de semeadura quanto à uniformidade da profundidade de deposição das sementes.

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, MSc., Professor do Departamento de Plantas de Lavoura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CP 776, Porto Alegre-RS, 91501-970. E-mail: merotto@vortex.ufrgs.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor UDESC/CAV, Departamento de Fitotecnia, Lages (SC).

<sup>3</sup>Acadêmico do curso de Agronomia, UDESC, Lages (SC).

As plantas de emergência atrasada podem apresentar menor crescimento da parte aérea e do sistema radicular, e assim, menor capacidade de competição quantitativa por água, luz e nutrientes. A variação da competição intra-específica também está relacionada à distribuição das plantas na área, através da variação do espaçamento entre linhas e da distância entre as plantas na linha de semeadura. SANGOI *et al.* (1997a) obtiveram aumento do rendimento de grãos pela diminuição do espaçamento entre linhas de 100 cm para 50 cm em níveis de produtividade superiores a 12.000kg.ha<sup>-1</sup> e população de 80.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, demonstrando assim os efeitos positivos da melhor distribuição das plantas. Por outro lado, a variação da distância entre plantas na linha de semeadura não tem se refletido em alterações no rendimento de grãos. RIZZARDI & PIRES (1996), RIZZARDI *et al.* (1994) e SANGOI (1990), em avaliações com uma a quatro plantas por cova, ou em sistemas mistos de distância entre plantas na linha de semeadura, não encontraram variação do rendimento de grãos. Sendo assim, na ausência de maiores efeitos causados pela variação da distância entre as plantas, a época relativa de emergência entre plantas vizinhas, que também é uma forma de alteração da competição intra-específica, pode possuir maior importância na definição do crescimento da planta e no rendimento de grãos.

A melhor exploração do ambiente na cultura do milho também pode ser alcançada através do aumento da população de plantas (COX, 1996; RUSSEL, 1991). No Sul do Brasil, a maximização do rendimento de grãos tem sido conseguida com populações de 70.000 a 80.000 plantas.ha<sup>-1</sup> (MEROTTO JR *et al.* 1997a; MEROTTO JR *et al.* 1997b; SANGOI *et al.* 1997b; SILVA *et al.* 1997). Esses resultados apontam para a subutilização do ambiente que acontece mesmo em lavouras altamente tecnificadas, onde, na maioria das situações, utiliza-se aproximadamente 60.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. Os híbridos modernos de milho têm apresentado melhor resposta ao incremento da população de plantas (RUSSEL, 1991; ALMEIDA & SANGOI, 1996) devido ao ciclo curto, rápido crescimento inicial e a adequada arquitetura de planta. O rápido crescimento dos híbridos modernos pode ser um fator que incrementa os prejuízos causados pela desuniformidade de emergência, pois as plantas de emergência mais rápida terão melhores condições de crescimento inicial e poderão exercer maior dominância sobre as plantas de emergência tardia. De maneira semelhante, o aumento da população de plantas é um fator que pode agravar as conseqüências da emergência desuniforme, determinando ainda menores

condições de competição às plantas de emergência atrasada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da desuniformidade de emergência e diferentes populações de plantas sobre o rendimento de grãos e nos componentes do rendimento de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento com milho foi conduzido em Lages (SC), no ano agrícola de 1996/97, em solo classificado como terra bruna estruturada. O clima da região é mesotérmico com verões brandos, temperatura do mês mais quente inferior a 22°C e chuvas bem distribuídas. A análise do solo da área experimental apresentou pH = 6,6 ; P (Melich) = 1,8µg.g<sup>-1</sup>; K (Melich) = 187µg.g<sup>-1</sup>; Al = 0,0cmol.dm<sup>-3</sup> e M.O = 39g.dm<sup>-3</sup>. O solo foi preparado com uma aração e duas gradagens. A adubação foi realizada na linha de semeadura com 30, 120 e 60kg.ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, e em cobertura com um total de 130kg.ha<sup>-1</sup> de N quando as plantas estavam nos estádios V4 e V10.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso, com arranjo em parcelas subdivididas, com quatro repetições, alocando-se nas parcelas principais quatro populações de plantas (40.000, 60.000, 80.000 e 100.000 plantas.ha<sup>-1</sup>) e nas subparcelas, os tratamentos de desuniformidade de emergência, realizados através da variação da data de semeadura nas covas adjacentes na linha de plantio, sendo: 1 - semeadura uniforme (0-0-0-0-0); 2 - semeadura intercalada de sementes 7 dias após a primeira semeadura (0-7-0-7-0); 3 - semeadura intercalada 14 dias após a primeira semeadura (0-14-0-14); e, 4 - semeadura aos 7 e 14 dias após a primeira semeadura (0-7-14-0-7-14). As semeaduras foram realizadas manualmente, colocando-se três sementes por cova, utilizando-se o híbrido Cargill 901. A primeira semeadura foi realizada em 07 de novembro de 1996 e as semeaduras seguintes 7 e 14 dias após. O desbaste foi efetuado quando as plantas estavam com duas folhas, deixando-se uma planta por cova. O período semeadura emergência foi diferente para cada data de plantio, caracterizando a variação efetiva da emergência entre plantas vizinhas em: 1 - uniforme (0-0-0-0-0); 2 - desuniformidade de 12 dias (0-12-0-12-0); 3 - 19 dias (0-19-0-19-0); e, 4 - 12 e 19 dias (0-12-19-0-12-19).

As subparcelas foram constituídas por quatro linhas de oito metros de comprimento, espaçadas de 0,90 cm. O controle de plantas daninhas foi realizado com o herbicida primista (atrazine + metolachor) na dose de 7,0 l.ha<sup>-1</sup>. As determinações

foram realizadas nas linhas centrais de cada sub-parcela, excluindo-se 0,5m de cada extremidade. Foram avaliados o rendimento de grãos e os componentes do rendimento para as plantas de cada época de emergência. Os resultados de rendimento de grãos individuais de cada época de emergência foram somados, perfazendo um único valor para cada subparcela. O rendimento de grãos foi estimado pela massa de grãos colhidos na área útil e corrigido para 13% de umidade. O número de espigas por planta foi obtido pela relação entre o número de espigas colhidas e o número de plantas em cada determinação. A massa do grão foi obtida pela pesagem de 400 grãos e posterior correção para 13% de umidade. O número de grãos por espiga foi calculado em função da massa dos grãos da área útil, do número de espigas e da massa do grão.

Os dados foram analisados estatisticamente pela análise da variância, com a complementação através da análise de regressão para população de plantas, testando-se os modelos polinomiais linear e quadrático. Nos casos de regressão linear significativa, os tratamentos de desuniformidade de emergência foram analisados pela comparação do coeficiente de declividade da reta (b), utilizando-se o teste "t", tendo a população de plantas como variável independente (STEEL & TORRIE, 1989).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocorrência de condições climáticas favoráveis, principalmente quanto à distribuição regular da precipitação, proporcionou a obtenção de altos níveis de produtividade, que favoreceu a expressão dos efeitos da população de plantas e da desuniformidade de emergência. A adequada disponibilidade de água é um dos fatores importantes à resposta ao aumento da população de plantas (COX, 1996; SILVA, 1992). Também o efeito da desuniformidade de emergência pode ser pouco expressivo em condições de limitação ao crescimento das plantas e a altos níveis de rendimento de grãos.

O rendimento de grãos e os componentes do rendimento foram afetados pelos efeitos isolados e pela interação da desuniformidade de emergência e da população de plantas. O aumento da população de plantas até 76.500 plantas.ha<sup>-1</sup> incrementou o rendimento de grãos para as situações de emergência uniforme e em plantas com 12 dias de atraso na emergência em relação às plantas vizinhas (0-12-0-12-0) (figura 1a). Nos demais tratamentos de desuniformidade de emergência, não houve resposta do rendimento de grãos ao incremento da população de plantas. Os efeitos da variação da emergência foram menores na população de 40.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, onde a menor competição entre as plantas possibilitou que até mesmo aquelas que possuíam emergência tardia

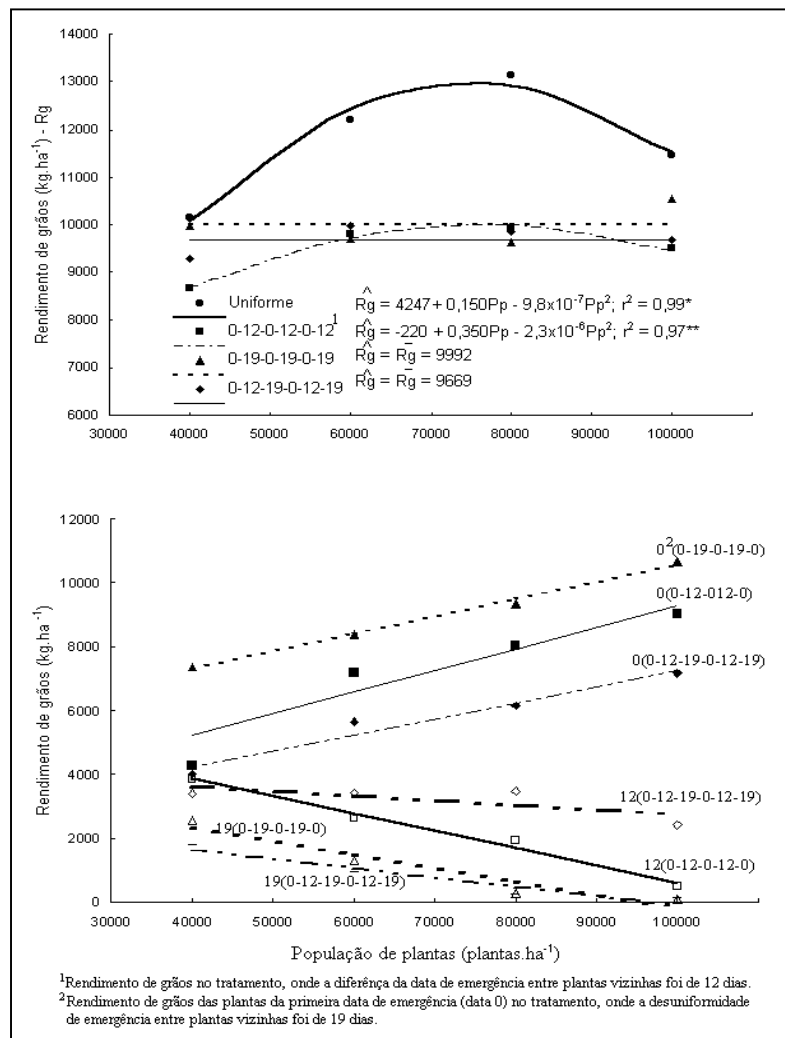


Figura 1 - Rendimento de grãos de milho em função da população de plantas e da desuniformidade de emergência (a), e individualmente para as plantas de cada época de desuniformidade de emergência (b). Lages (SC), 1996/97.

apresentassem rendimento de grão próximos às de emergência uniforme. DAYNARD & MULDON (1983), em avaliações de características morfológicas e rendimento de grãos em condições de semeadura uniforme, encontraram maior variabilidade à medida que aumentaram a população de plantas. A maior competição intra-específica que acontece em altas populações é responsável pelas maiores dificuldades às plantas de emergência mais tardia. Portanto, em cultivos com altas populações de plantas, devem ser tomados maiores cuidados com os fatores que causam a desuniformidade de emergência, pois existe maior possibilidade de ocorrência de prejuízos no rendimento de grãos.

Na população de 76.500 plantas.ha<sup>-1</sup> (máxima eficiência técnica), a diferença do rendimento de grãos entre as plantas de emergência uniforme e aquelas em desuniformidade foi de 2.900kg.ha<sup>-1</sup> (figura 1a). Este resultado demonstra que, neste caso, onde 50% das plantas tiveram atraso da emergência de no mínimo 12 dias, obtiveram-se grandes reduções no rendimento de grãos, representando 242kg.ha<sup>-1</sup> por dia de atraso. Sob situações semelhantes de potencial de produtividade, a realização da ressemeadura pode ser uma prática economicamente compensadora. Com população superior a 76.500 plantas.ha<sup>-1</sup>, o rendimento de grãos foi diminuído na situação de emergência uniforme, demonstrando o efeito da competição intra-específica (HASHEMI-DESFOULI & HERBERT, 1992). No tratamento de emergência desuniforme 0-12-0-12-0, esta diminuição foi pequena, e não aconteceu para as situações 0-19-0-19-0 e 0-12-19-0-12-19. Nestes casos, as plantas de emergência tardia apresentaram um menor crescimento, e assim, na média da comunidade, a desuniformidade de emergência superou os efeitos da população de plantas. Isso permitiu que o rendimento por área de toda a comunidade se mantivesse estável, mesmo na população mais elevada.

A análise individualizada do rendimento de grãos por época de emergência (figura 1b, tabela 1) demonstra que as plantas que emergiram primeiro (época zero) aumentaram o rendimento de grãos com o aumento da população. Já as plantas de emergência atrasada apresentaram menor rendi-

mento de grãos e um comportamento negativo em relação ao aumento da população de plantas, a qual incrementou a competição intra-específica que resultou numa diminuição ainda maior do rendimento de grãos (figura 1b, tabela 1). Isto demonstra que as plantas que emergem tardiamente são dominadas, e que acontece uma compensação por parte das plantas que emergiram primeiro. Porém, esta compensação não é suficiente para proporcionar rendimento de grãos semelhante ao de uma comunidade com emergência uniforme.

O número de espigas por planta é um indicativo da competição que acontece nos estádios vegetativos. Nas situações de emergência uniforme, o número de espigas por planta diminuiu até a população de 80.000 plantas.ha<sup>-1</sup> e estabilizou até a maior população, onde, mesmo nesta situação, manteve-se acima de uma espiga por planta (figura

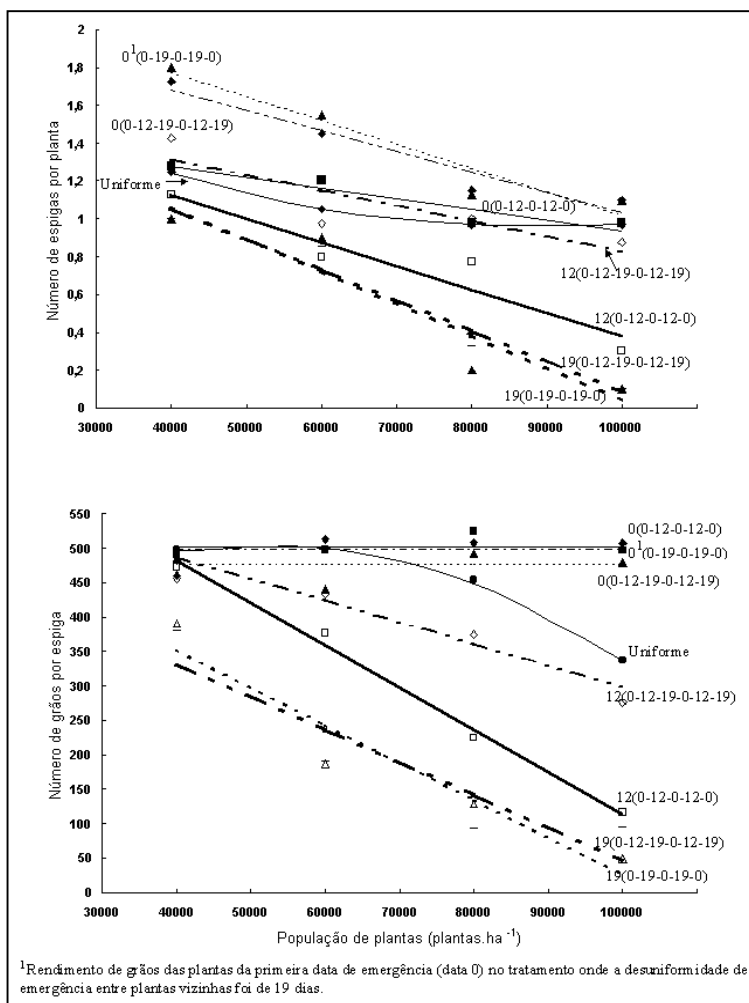


Figura 2 - Número de espigas por planta (a) e de grãos por espiga (b) em função da população de plantas e da época de desuniformidade de emergência. Lages (SC), 1996/97.

Tabela 1 - Coeficiente de determinação ( $r^2$ ), intercepto (a), coeficiente de declividade da reta (b) referentes à equação linear e comparação do coeficiente "b" entre os tratamentos de desuniformidade de emergência através do teste "t". Lages (SC), 1996/97.

Tratamento	$r^2$	a	b	t <sup>1</sup>
---Rendimento de grãos (kg.ha <sup>-1</sup> )---				
0 <sup>2</sup> (0-12-0-12-0)	0,95	1867	0,07503	a
12 (0-12-0-12-0)	0,99	5993	-0,05392	b
0 (0-19-0-19-0)	0,99	5150	0,05405	a
19 (0-19-0-19-0)	0,96	3985	-0,04183	b
0 (0-12-19-0-12-19)	0,97	2234	0,05002	a
12 (0-12-19-0-12-19)	0,73	4173	-0,01438	b
19 (0-12-19-0-12-19)	0,96	2791	-0,02893	b
---Número de espigas por planta---				
0 (0-12-0-12-0)	0,93	1,499	-5,624 10 <sup>-6</sup>	a
12 (0-12-0-12-0)	0,95	1,624	-1,250 10 <sup>-5</sup>	b
0 (0-19-0-19-0)	0,96	2,277	-1,262 10 <sup>-5</sup>	b
19 (0-19-0-19-0)	0,94	1,740	-1,700 10 <sup>-5</sup>	b
0 (0-12-19-0-12-19)	0,97	2,117	-1,087 10 <sup>-5</sup>	b
12 (0-12-19-0-12-19)	0,86	1,637	-8,125 10 <sup>-6</sup>	a
19 (0-12-19-0-12-19)	0,98	1,697	-1,612 10 <sup>-5</sup>	b
----Número de grãos por espiga----				
0 (0-12-0-12-0)	Ns			
12 (0-12-0-12-0)	0,99	725	-6,110 10 <sup>-3</sup>	a
0 (0-19-0-19-0)	Ns			
19 (0-19-0-19-0)	0,96	569	-5,432 10 <sup>-3</sup>	a
0 (0-12-19-0-12-19)	Ns			
12 (0-12-19-0-12-19)	0,93	612	-3,142 10 <sup>-3</sup>	a
19 (0-12-19-0-12-19)	0,91	522	-4,762 10 <sup>-3</sup>	a
-----Massa do grão (mg)-----				
0 (0-12-0-12-0)	Ns			
12 (0-12-0-12-0)	0,98	434	-1,603 10 <sup>-3</sup>	b
0 (0-19-0-19-0)	Ns			
19 (0-19-0-19-0)	0,89	463	-2,821 10 <sup>-3</sup>	a
0 (0-12-19-0-12-19)	Ns			
12 (0-12-19-0-12-19)	0,93	444	-1,412 10 <sup>-3</sup>	b
19 (0-12-19-0-12-19)	0,93	431	-1,999 10 <sup>-3</sup>	a
Uniforme	0,99	450	-1,062 10 <sup>-3</sup>	b

<sup>1</sup>Tratamentos seguidos por mesma letra são semelhantes entre si em relação ao coeficiente de declividade da reta (b), em nível de 5 % de significância.

<sup>2</sup>Refere-se às plantas da primeira data de emergência (data 0) no tratamento, onde a desuniformidade de emergência entre plantas vizinhas foi de 12 dias.

2a). A baixa esterilidade de espigas é uma característica importante para incrementar a tolerância da planta a altas densidades (RUSSEL, 1991). O híbrido utilizado no presente trabalho também apresentou baixa esterilidade de espigas em altas populações de plantas (MEROTTO JR *et al.* 1997a; MEROTTO JR *et al.* 1997b), demonstrando ser adaptado para cultivos de elevada exploração do ambiente. Nas situações de emergência desuniforme, o aumento da população de plantas diminuiu linearmente o número de espigas por planta (figura 2a, tabela 1). As plantas de emergência atrasada apresentaram menor

número de espigas por planta, demonstrando que os efeitos da desuniformidade já são importantes nas fases iniciais de desenvolvimento da planta, pois esse componente é definido quando a planta apresenta de sete a oito folhas expandidas (RITCHIE & HANWAY, 1992).

As plantas com 19 dias de atraso da emergência apresentaram alta esterilidade de espiga principalmente nas maiores populações de plantas.

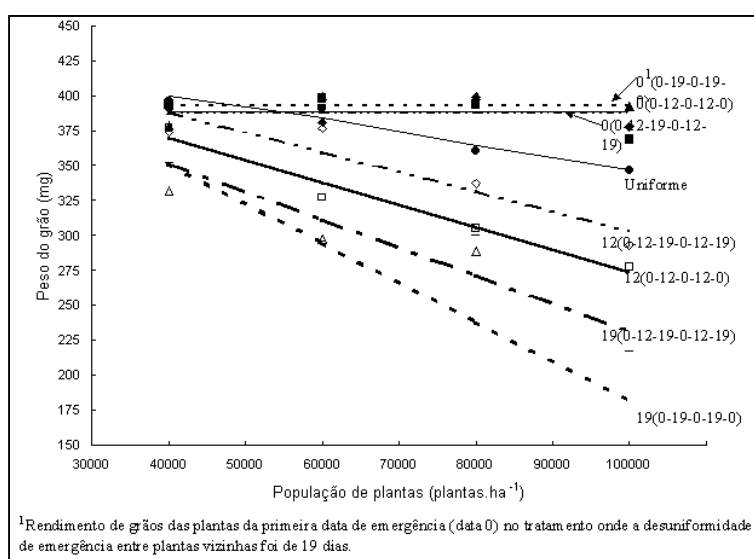
Segundo NAFZIGER *et al.* (1991), plantas de milho que não produzem espigas podem ser consideradas como plantas daninhas, pois apenas competem com as plantas da comunidade e não

produzem grãos. Esta associação pode ser realizada pela análise do rendimento de grãos nos tratamentos 0-19-0-19-0 e 0-12-19-012-19, onde obteve-se uma grande esterilidade de espigas entre as plantas de emergência atrasada em 19 dias. Considerando estas como plantas daninhas em uma situação com 100.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, e simulando-se a sua eliminação, ter-se-ia como população restante 50.000 e 66.666 plantas.ha<sup>-1</sup> com desenvolvimento uniforme para os tratamentos 0-19-0-19-0 e 0-12-19-0-12-19, respectivamente. O rendimento de grãos no tratamento uniforme para as populações de 50000 e 66666 plantas.ha<sup>-1</sup> foi de, aproximadamente, 11.200 e 12.800kg.ha<sup>-1</sup> (figura 1a), respectivamente. Esses rendimentos são superiores aos 10.000kg.ha<sup>-1</sup> alcançados nestes tratamentos com a participação das plantas de emergência atrasada em 19 dias na população original de 100.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. A participação dessas plantas na comunidade, atuando de forma a restringir o desenvolvimento das demais plantas de rápida emergência, pode acontecer devido aos aspectos qualitativos da luz refletida entre as plantas (BALLARÉ *et al.*, 1995) e pelos fatores quantitativos, como água, luz e nutrientes (SWANTON & WEISE, 1991), à semelhança da competição inter-específica que acontece entre plantas daninhas e cultivadas.

O número de grãos por espiga diminui com o aumento da população de plantas (MEROTTO JR *et al.*, 1997b). Isso acontece devido à competição intra-específica verificada durante a definição do número potencial de óvulos (PETR *et al.*, 1989) e, principalmente, ao aumento do período entre a antese e o espigamento (HASHEMI-DEZFOULI & HERBERT, 1992). Esse comportamento aconteceu nas plantas de emergência uniforme somente acima de 60000 plantas<sup>-1</sup> (figura 2b). Nas plantas que emergiram primeiro (data zero), o número de grãos por espiga não foi afetado pelo aumento da população de plantas, demonstrando o maior crescimento e a dominância destas dentro da comunidade, características que se refletiram na menor sensibilidade aos efeitos da competição intra-específica causada pelo aumento da população de plantas. Por outro lado, a menor capacidade competitiva das plantas de emergência tardia (data 12 ou 19) pode ter incrementado o subperíodo entre o pendoamento e o espigamento. Tal fato, associado aos efeitos do aumento da população

de plantas, contribuiu para a drástica redução do número de grãos por espiga das plantas de emergência atrasada (figura 2b, tabela 1).

A massa do grão diminuiu com o aumento da população de plantas de milho para as situações de emergência uniforme (figura 3; tabela 1). Nas situações de desuniformidade, as plantas de emergência tardia foram mais afetadas pelo aumento da população de plantas. Isso demonstra que os efeitos da competição intra-específica acontecem tanto quando as plantas estão em maior população ou quando são dominadas por plantas vizinhas que emergiram mais rapidamente.



<sup>1</sup>Rendimento de grãos das plantas da primeira data de emergência (data 0) no tratamento onde a desuniformidade de emergência entre plantas vizinhas foi de 19 dias.

Figura 3 - Peso do grão em função da população de plantas e da época de desuniformidade de emergência. Lages (SC), 1996/97.

## CONCLUSÃO

O incremento da população de plantas até 76.500 plantas.ha<sup>-1</sup> é eficiente no aumento do rendimento de grãos de milho quando as plantas emergem uniformemente. A desuniformidade de emergência diminui o rendimento de grãos de milho e limita a resposta ao incremento da população de plantas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.L., SANGOI, L. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v. 2, p. 179-184, 1996.
- BALLARÉ, C.L., SCOPEL, A.L., SÁNCHEZ, R.A. Plant photomorphogenesis in canopies, crop growth, and yield. *Horticultural Science*, Alexandria, v. 30, n. 6, p. 1172-1181, 1995.

- COX, W.J. Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, p. 489-496, 1996.
- DAYNARD, T.B., MULDON, J.F. Plant-to-plant variability of maize plants growth at different densities. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 63, p. 45-59, 1983.
- HASHEMI-DEZFOULI, A., HERBERT, S.J. Intensifying plant density response of corn with artificial shade. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 4, p. 547-551, 1992.
- MEROTTO JR, A., ALMEIDA, M.L., FUCHS, O. Aumento do rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 549-554, 1997a.
- MEROTTO JUNIOR, A., GUIDOLIN, A.F., ALMEIDA, M.L., *et al.* Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, Londrina, v. 15, p. 141-150, 1997b.
- NAFZIGER, E.D., CARTER, P.R., GRAHAM, E.E. Response of corn to uneven emergence. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 811-815, 1991.
- PETR, J., CERNY, V., HNUSKA, L. **Yield formation in maize**. New York: Elsevier, 1988. Cap. 4: Yield formation in the main field crops: p. 54-172.
- RIZZARDI, M.A., BOLLER, W., DALLOGLIO, R. Distribuição de plantas de milho, na linha de semeadura e seus efeitos nos componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 8, p. 1231-1236, 1994.
- RIZZARDI, M.A., PIRES, J.L. Resposta de cultivares de milho à distribuição de plantas na linha, com e sem controle de plantas daninhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 13-17, 1996.
- RITCHIE, S.W., HANWAY, J.J. How a corn plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1992. 26 p. (Special report 48).
- RUSSELL, W.A. Genetic improvement of maize yields. **Advances in Agronomy**, v. 46, p. 245-298, 1991.
- SANGOI, L. Arranjo de plantas e características agrônômicas de genótipos de milho em dois níveis de fertilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 7, p. 945-953, 1990.
- SANGOI, L. Comportamento de variedades e híbridos de milho em duas densidades de semeadura e dois níveis de fertilizantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 12, p. 1715-1725, 1990.
- SANGOI, L., ENDER, M., MEROTTO JUNIOR, A., *et al.* Redução do espaçamento entre linhas para cultivares de milho de ciclos contrastantes em duas épocas de semeadura. In: REUNIÃO ANUAL DO MILHO, 42, 1997, Erechim, RS. **Anais...** Erechim: Cotrel/ Emater-RS, 1997. 382 p. p. 27-30.
- SANGOI, L., ENDER, M., MEROTTO JUNIOR, A., *et al.* Dominância apical de híbridos de milho de diferentes épocas em três densidades de semeadura. In: REUNIÃO ANUAL DO MILHO, 42, 1997, Erechim, RS. **Anais...** Erechim: Cotrel/ Emater-RS, 1997b. 382 p. p. 31-3.
- SILVA, P.R.F da., ARGENTA, G., REZERA, F., *et al.* Resposta de híbridos de milho à densidade de plantas, em três épocas de semeadura. In: REUNIÃO ANUAL DO MILHO, 42, 1997, Erechim, RS. **Anais...** Erechim: Cotrel/ Emater-RS, 1997. 382 p. p. 13-21.
- SILVA, P.R.F da. Densidade e arranjo de plantas em milho. In.: XIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 1992, Porto Alegre, RS. **Conferencias...** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura - CIENTEC-ABMS, 1992. 294 p. p. 291-294.
- STELL, R.G.D., TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: A biometric approach**. 2 ed. New York: Mc Graw-Hill, 1989. Cap. 9: Linear Regression: p. 191-182.
- SWANTON, C.J., WEISE, S.F. Integrated weed management: The rationale and approach. **Weed Technology**, Champaign, v. 5, p. 657-663, 1991.