



**Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas<sup>1</sup>**

*Yield and growth of maize in different plant arrangements*

**Juliano Carlos Calonego<sup>1</sup>, Lucas Cacheffo Poletto<sup>1</sup>, Felipe Nogueira Domingues<sup>2</sup>, Carlos Sérgio Tiritan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE/CCA). Rodovia Raposo Tavares, km 572. Presidente Prudente, SP. CEP 19067-175 E-mail: juliano@unoeste.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pará – Faculdade de Medicina Veterinária

Recebido em: 15/05/2010

Aceito em: 10/06/2011

**Resumo.** A população e o arranjo de plantas afetam a produtividade de milho por interferirem na radiação fotossintética ativa e na disponibilidade de água e nutrientes. Objetivou-se avaliar o efeito da população de plantas e do espaçamento entre linhas no crescimento e na produtividade do milho. O experimento foi conduzido em Indiana (SP), no período de 7 de janeiro a 2 de junho de 2008. Os tratamentos foram constituídos por populações de plantas de milho (45, 60 e 75 mil plantas ha<sup>-1</sup>), combinadas em dois espaçamentos entre linhas (0,45m e 0,90m). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial 3x2. Foram avaliados os parâmetros altura de planta, diâmetro de caule, inserção de espiga, produtividade de grãos e componentes de produção. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5%. Houve aumento da produtividade de grãos com o aumento da população de plantas de 45 mil para 75 mil plantas ha<sup>-1</sup>, mesmo havendo sintomas de competição intra-específica apontados pelo maior crescimento das plantas em altura e pelo menor diâmetro de colmo. O espaçamento de 0,90 m entre linhas proporciona maior produtividade de milho com contribuição da maior produção de grãos por espiga.

**Palavras-chave.** Competição intra-específica, espaçamento entre linhas, população de plantas, *Zea mays* L.

**Abstract.** Population and plant arrangement affects the productivity of maize by interfering in the photosynthetic active radiation and the availability of water and nutrients. The objective of this study was to evaluate the effect of plant population and row spacing on growth and yield of maize. The experiment was conducted in Indiana (SP), from January 7 to June 2, 2008. The treatments consisted of plant populations of maize (45, 60 and 75 thousand plants ha<sup>-1</sup>), combined in two row spacing (0.45 m and 0.90 m). The experimental design was a randomized complete block with four replications in a factorial 3x2. The height of plant, stem diameter, insertion of ear, grain yield and yield components. The results were analyzed by ANOVA and Tukey test at 5% probability. The hybrid AG 1051 responds positively in terms of grain yield with increasing plant population of 45 thousand to 75 thousand plants ha<sup>-1</sup>, even with symptoms of intra-specific competition indicated by the highest plant growth in height and the lowest stem diameter. The spacing of 0.90 m between rows promotes greater productivity of hybrid maize AG 1051, with contribution to the production of grains per spike.

**Keywords.** Intra-specific competition, row spacing, plant population, *Zea mays* L.;

### **Introdução**

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais e mais tradicionais cereais cultivados em todo o Brasil, ocupando significativa importância quanto ao valor da produção agropecuária, caracterizando-se pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia (Fornasier Filho, 2007). O alto valor

energético e protéico das plantas de milho, a composição de fibra adequada e o alto potencial de produção de matéria seca e grãos viabilizam a utilização dessa espécie como planta forrageira para alimentação animal. O milho também é uma ótima opção para produção de silagem, pois no ponto de ensilagem está com alta produção de matéria seca, sendo esta de ótima qualidade, auxiliando o processo de fermentação e



conservação do alimento, proporcionando um produto de boa qualidade para ser fornecido para os animais.

A associação entre o arranjo de plantas e o aumento da produtividade de grãos de milho tem sido frequentemente reportada na literatura (Duvick & Cassman, 1999; Tollenaar & Wu, 1999; Sangoi et al., 2002; Tollenaar & Lee, 2002; Pereira et al., 2008). Entre os diversos fatores que podem alterar a produção e a qualidade da forragem estão a radiação fotossintética ativa e a disponibilidade de água e nutrientes. Esses fatores são sensivelmente influenciados pela população e arranjo de plantas no campo. Para Silva et al. (2003), entre os diversos motivos para o baixo rendimento médio de grãos da cultura do milho está a utilização inadequada da densidade de semeadura. Johnson et al. (1998) e Almeida & Sangoi (1996) atribuem a elevação do rendimento de grãos com a redução do espaçamento entre linhas à melhor eficiência na interceptação de radiação e ao decréscimo de competição entre plantas de milho por luz, água e nutrientes, em virtude da distribuição mais equidistante das plantas.

Os atuais híbridos de milho, cada vez mais produtivos, demandam por práticas de manejo mais adequadas para maximizar o seu potencial produtivo. A cultura do milho está entre as que apresentaram maiores incrementos no rendimento de grãos nas últimas décadas, em consequência do melhoramento genético e da adoção de práticas agrônômicas mais adequadas (Sangoi, 2000). Entretanto, não se verificou aumento significativo na eficiência de acumulação de matéria seca nos seus grãos (Sinclair, 1998), portanto, o aumento da produtividade só foi possível porque as plantas se tornaram mais tolerantes a altas densidades, sem diminuir drasticamente a emissão e a manutenção das espigas (Tollenaar & Wu, 1999).

Para Argenta et al. (2001), justifica-se reavaliar as recomendações de espaçamentos e densidades de semeadura para a cultura do milho, em virtude das modificações introduzidas nos genótipos mais recentes, tais como menor estatura das plantas e alturas de inserção de espiga, menor esterilidade de plantas, menor duração do subperíodo pendente-espigamento, angulação mais ereto de folhas e elevado potencial produtivo.

Segundo Sangoi (2000), o uso de baixas densidades de semeadura diminui a eficiência de interceptação da radiação solar numa determinada área, aumentando a produção de grãos por indivíduo, havendo redução da produtividade por área. Por outro lado, o adensamento excessivo incrementa a competição intra-específica por fotoassimilados, principalmente no estágio de florescimento da cultura. Tal fato estimula a dominância apical, aumentando a esterilidade feminina e limitando a produção de grãos por área. Para o autor, em termos de competição intra-específica por água e nutrientes, a melhor distribuição teórica de plantas de milho numa determinada área é obtida quando o volume de solo por unidade de planta é maximizado, potencializando assim os recursos naturais disponíveis, o que propicia à cultura um menor estresse ambiental, resultando numa maior produtividade com menor custo.

O milho é uma cultura muito estudada e melhorada em todo o mundo, alcançando produtividades próximas ao seu potencial máximo. Assim, uma das formas de aumentar a produção é aumentar o número de plantas por área, ou alterar o arranjo dos indivíduos no campo. Portanto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da população de plantas e do espaçamento entre linhas sobre o crescimento e a produtividade de milho.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido na Granja São Bento, em Indiana (SP), em um solo classificado como Argissolo Vermelho de textura média (Embrapa, 2006). A localização geográfica dessa área está definida pelas coordenadas geográficas: 22°10' latitude sul e 51°15' longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 479 metros e declividade variável de 0 a 3%. O clima da região é do tipo CWb, pela classificação de Köppen, caracterizado como clima quente com inverno seco e verão chuvoso.

No dia 15 de dezembro de 2008 foram coletadas 10 amostras de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade, que foram misturadas para obtenção de uma amostra composta e encaminhada para análise química (RAIJ et al., 2001) para caracterização da área, cujo resultados foram: pH (CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>) 4,9; 18 g dm<sup>-3</sup> de MO; 10 mgdm<sup>-3</sup> de P<sub>resina</sub>; 27 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de H+Al; 1,2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K; 14 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca;



7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg; 22 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de SB; 49 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de CTC; saturação por bases de 45%.

Os tratamentos foram constituídos por três populações de plantas de milho, 45, 60 e 75 mil plantas ha<sup>-1</sup>, combinadas em dois espaçamentos entre linhas, 0,45 m e 0,90 m, em delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial 3 x 2 (3 populações x 2 espaçamentos).

A área foi dividida em quatro blocos com 29 m de comprimento por 3,6 m de largura, sendo cada parcela com 4m de comprimento por 3,6 m de largura, espaçadas em 1 m de distância. Considerou-se como área útil de cada parcela as duas linhas centrais de milho, desconsiderando 0,5 m do início e do final de cada parcela.

Utilizou-se o milho híbrido duplo AG 1051, caracterizado pela arquitetura foliar aberta, ciclo semi-precoce (soma térmica de 875° C dia), grãos dentados amarelo, altura de planta e altura de inserção de espiga com 2,20 m e 1,12 m, com recomendação para produção de grãos, silagem e milho verde (Palhares, 2003).

O milho foi semeado manualmente no dia 7 de janeiro de 2009, após preparo do solo com aração e gradagem, além da incorporação de calcário (2 t ha<sup>-1</sup>) para correção da acidez do solo. As doses de adubos e corretivos foram realizadas de acordo com análise química do solo, seguindo recomendações de Rajj et al. (1996).

Na adubação de plantio foram aplicados 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado (NPK) 4-14-8 na linha de semeadura. No dia 10 de fevereiro de 2009, com as plantas apresentando 6 folhas totalmente desdobradas, aplicou-se 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, via uréia, em linha e incorporado ao solo.

No dia 27 de abril de 2009, com as plantas no estágio R3 de desenvolvimento (Fornasieri Filho, 2007), ou seja, com as plantas no estágio de grão leitoso, realizaram-se medições de altura e diâmetro do caule das plantas da área útil de cada parcela. Para padronização das medições, a altura das plantas foi determinada a partir do solo até a inserção da última folha e o diâmetro do caule foi medido a cinco centímetros do solo.

Por ocasião da colheita (02/06/2009) foram avaliados os componentes de produção de 20 espigas coletadas aleatoriamente de cada parcela, com determinação dos seguintes parâmetros: número de espigas por planta, tamanho de espiga, número de grãos por espiga e

massa de 100 grãos. Para determinar o rendimento de grãos foram coletadas todas as espigas da área útil de cada parcela, e os resultados foram expressos em kg ha<sup>-1</sup>, com a umidade corrigida para 13%.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

### **Resultados e Discussão**

Nos resultados de crescimento das plantas, produtividade de grãos e componentes de produção, a análise de variância (Tabela 1) indicou efeito significativo da população de plantas no número de espiga por planta, produtividade de grãos, altura de inserção de espiga, altura de planta e diâmetro do caule. Já o espaçamento entre linhas influenciou no tamanho da espiga, no número de espigas por planta, número de grãos por espiga, produtividade e altura de planta. No entanto, não constatou-se interação significativa entre as variáveis “população de plantas x espaçamento entre linhas”, apesar da literatura apontar para maiores produtividades de grãos quando se aumenta a densidade de plantas em espaçamentos reduzidos (Dourado Neto et al., 2003), atribuindo esses resultados à melhor distribuição das plantas na área, aumentando a eficiência na utilização de radiação solar, água e nutrientes, além do melhor controle de plantas daninhas, em função do rápido fechamento dos espaços entre plantas e menor incidência de luz na superfície do solo (Fornasieri Filho, 2007).

Na comparação das médias, verificou-se que a população de 75 mil plantas ha<sup>-1</sup> proporcionou maior produtividade de grãos, em comparação ao resultado obtido com 45 mil plantas, porém sem diferir estatisticamente da população de 60 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). A maior produtividade obtida com maiores populações deve-se ao maior número de grãos por área, já que não houve diferença nos componentes de produção, como massa de cem grãos e número de grãos por espiga. Pode-se verificar que a menor população de plantas (45 mil plantas ha<sup>-1</sup>) proporcionou maior produção por indivíduo, ou seja, em torno de 0,24 kg planta<sup>-1</sup>, sendo essa produção cerca de 22% superior à obtida com a população de 75 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Valores de F calculados pela análise de variância para os resultados de tamanho de espiga (tam\_esp), número de espiga por planta (esp/pl), massa de 100 grãos (100gr), número de grãos por espiga (gr/esp), produtividade por hectare (prod), altura de inserção de espiga (ins), altura de planta (alt pl), diâmetro de colmo (diam).

Causas de variação	tam_esp	esp/pl	100 gr	gr/esp	prod	ins	alt pl	diam
População (P)	2,13 <sup>ns</sup>	7,46 <sup>**</sup>	1,72 <sup>ns</sup>	2,55 <sup>ns</sup>	4,90 <sup>*</sup>	8,97 <sup>**</sup>	7,02 <sup>**</sup>	6,22 <sup>*</sup>
Espaçamento (E)	9,97 <sup>**</sup>	14,85 <sup>**</sup>	2,89 <sup>ns</sup>	9,74 <sup>**</sup>	6,12 <sup>*</sup>	3,29 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>*</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
E x P	0,89 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	1,37 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>
CV (%)	5,28	4,93	15,17	14,69	17,37	7,79	4,21	4,17

ns, \*, \*\* não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Em um estudo Sangoi et al. (2002) testaram densidades crescentes de três híbridos de milho (25, 50, 75 e 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>) e constataram que em baixas densidades os materiais mais antigos foram mais produtivos, enquanto que o híbrido mais moderno exigiu maior população de plantas (85 mil plantas ha<sup>-1</sup>) para alcançar a produtividade máxima.

De maneira geral, híbridos mais precoces, com menor exigência em soma térmica para florescer, apresentam menor área foliar por planta e menor sombreamento do dossel da cultura; portanto, requerem maior densidade de plantas em relação aos de ciclo normal, para atingir seu potencial de rendimento (Sangoi, 2000).

No entanto, Merotto Júnior et al. (1997) concluíram que a variação de 3,7 para 8,1 plantas por metro quadrado aumentou linearmente o rendimento de 7,5 Mg ha<sup>-1</sup> para 10,0 Mg ha<sup>-1</sup>. Segundo os autores, esse incremento foi consequência do maior número de espigas por área, que compensou a redução no peso do grão e no número de espigas por planta. Para Sangoi (2001) o uso de baixas densidades de semeadura diminui a eficiência de interceptação da radiação solar numa determinada área, aumentando a produção de grãos por indivíduo, havendo redução da produtividade por área.

A menor população de plantas (45 mil plantas ha<sup>-1</sup>) promoveu maior número de espigas por planta, em comparação à população de 75 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Tabela 2), porém, como já salientado, não foi suficiente para igualar, ou até mesmo

superar, a produtividade obtida com a maior população de plantas. Fornasieri Filho (2007) cita que altas densidades populacionais podem causar alterações morfológicas e fisiológicas, entre elas, o aumento do número de plantas sem espigas.

O crescimento das plantas de milho foi afetado pela população de plantas, sendo que o maior número de plantas por hectare (75 mil plantas ha<sup>-1</sup>) promoveu maior crescimento de plantas em altura, aumentando conseqüentemente a altura de inserção de espigas e diminuindo o diâmetro do colmo (Tabela 2), assim como observado por Barbosa (1995) e Von Pinho et al. (2008). Fornasieri Filho (2007) cita que essas alterações fisiológicas e morfológicas da planta variam em função da cultivar, e que são responsáveis pelo aumento de plantas acamadas e quebradas, o que pode reduzir o rendimento de grãos.

Em relação aos espaçamentos, verificou-se que o espaçamento entre linhas de 0,90 m proporcionou maior tamanho de espiga, maior número de espigas por planta, maior número de grãos por espiga, e conseqüentemente, maior produtividade de grãos por área (Tabela 3). De acordo dados divulgados em Ohio State University (2003) houve um incremento médio de 340 kg ha<sup>-1</sup> na produtividade de milho com a redução do espaçamento de 0,76 m para 0,50 m entre linhas (dados de dez anos). Sergio et al. (2002) também observaram aumento de 17% no rendimento de grãos com a redução do espaçamento de 0,90 m para 0,7 m.



**Tabela 2.** Resultados de tamanho de espiga (espiga), número de espiga por planta, massa de 100 grãos (100 grãos), número de grãos por espiga, produtividade de grãos por hectare (produtividade), altura de inserção de espiga (inserção), altura de planta (altura), diâmetro de colmo (diâmetro), em função das diferentes populações de plantas (45, 60 e 75 mil plantas ha<sup>-1</sup>).

Variáveis	População de Plantas (mil plantas ha <sup>-1</sup> )		
	45	60	75
espiga (cm)	17,9 a	17,3 a	17,0 a
espiga por planta	1,13 b	1,06 ab	1,03 a
100 grãos (g)	42,23 a	36,70 a	39,15 a
grãos por espiga	210 a	180 a	186 a
produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	8630 a	9409 ab	11214 b
inserção (cm)	120 a	119 a	137 b
altura (cm)	210 a	217 ab	227 b
diâmetro (cm)	7,3 b	6,9 a	6,9 a

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Palhares (2003) detectou entre diferentes cultivares de milho que o genótipo AG 1051 foi o único que teve sua produtividade aumentada com a redução do espaçamento de 0,80 m para 0,40, em condições de alta densidade de plantas (90 mil plantas ha<sup>-1</sup>) e o autor atribuiu esse resultado ao

ângulo de inserção foliar mais aberto desse material em relação aos materiais de ângulo foliar mais ereto, o que permite a redução do sombreamento e melhor interceptação da radiação solar.

**Tabela 3.** Resultados de tamanho de espiga (espiga), número de espiga por planta, massa de 100 grãos (100 grãos), número de grãos por espiga, produtividade de grãos por hectare (produtividade), altura de inserção de espiga (inserção), altura de planta (altura), diâmetro de colmo (diâmetro), em função dos espaçamentos entre linhas (0,45 m e 0,90 m).

Variáveis	Espaçamento (m)	
	0,45	0,90
espiga (cm)	16,8 a	18,0 b
espiga por planta	1,03 a	1,11 b
100 grãos (g)	37,29 a	41,43 a
grãos por espiga	174,13 a	210,10 b
produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	8895 a	10606 b
inserção (cm)	129 a	122 a
altura (cm)	219 a	216 a
diâmetro (cm)	7,0 a	7,0 a

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Apesar do presente experimento ter apresentado maior produtividade no maior espaçamento entre linhas (0,90 m), tem-se recomendado espaçamentos mais reduzidos, por permitir na maioria dos casos um aumento da densidade de plantas, rápido fechamento da entre

linha e controle cultural de plantas daninhas (Teasdale, 1995), além de utilizar os mesmos espaçamentos praticadas na cultura da soja (0,45 a 0,50 m), maximizando a utilização da semeadora, permitindo maior praticidade e ganho de tempo (Fornasier Filho, 2007).



Argenta et al. (2001) constataram que o aumento do rendimento de grãos de milho decorrente da distribuição mais uniforme das plantas com redução do espaçamento entre linhas verifica-se principalmente em híbridos de ciclo superprecoce e de baixa estatura, que não é o caso do material utilizado no presente experimento (híbrido duplo AG 1051) que apresenta porte alto e ciclo semi-precoce.

### Conclusões

O milho híbrido AG 1051 aumentou a produtividade de grãos com o aumento da população de plantas de 45 mil para 75 mil plantas ha<sup>-1</sup>, mesmo havendo sintomas de competição intra-específica apontados pelo maior crescimento das plantas em altura e pelo menor diâmetro de colmo.

O espaçamento de 0,90 m entre linhas proporciona maior produtividade do milho híbrido AG 1051, influenciada pela maior produção de grãos por espiga.

### Referências

ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.2, n.2, p.179-183, 1996.

ARGENTA, G., SILVA, P.R.F. da; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; MANIABOSCO, E.A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, n.1, p.71-78, 2001.

BARBOSA, J.A. **Influência do espaçamento e arquitetura foliar no rendimento de grãos e outras características agrônomicas do milho (*Zea mays* L.)**. 1995. Ano de Obtenção: 1995. 48 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1995.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P.; ROMANO, M.R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p.63-77, 2003.

DUVICK, D.N.; CASSMAN, K.G. Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in north-central United States. **Crop Science**, v. 39, p.1622-1630, 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2007. 273 p.

JOHNSON, G.A.; HOVERSTAD, T.R.; GREENWALD, R.E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, v. 90, n.1, p.40-46, 1998.

MEROTTO, J.R.; ALMEIDA, A.; FUCHS, M.L.O.. Aumento do rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, v.27, n.4, p.549-554, 1997.

OHIO STATE UNIVERSITY. **Corn production**. (Bulletin, 472). Disponível em: <[HTTP://www.ohioline.osu.edu/b472/front.html](http://www.ohioline.osu.edu/b472/front.html)> Acesso em 17/02/2010.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e aumento do rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas**. 2003. Ano de Obtenção: 2003. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2003.

PEREIRA, F.R. da S.; CRUZ, S.C.S.; ALBUQUERQUE, A.W. de; SANTOS, J.R.S.; SILVA, E.T. da. Arranjo espacial de plantas de milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.69-74, 2008.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 285p. 1996.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para**



**avaliação da fertilidade de solos tropicais.**

Campinas: Instituto Agronômico, 285 p. 2001.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, v.31, n.1, p.159-168. 2000.

SANGOI, L.; GRACIETTI, M.A.; BIANCHET, P. Híbridos contemporâneos são mais exigentes em produção de plantas para maximizarem o rendimento de grãos. In: 24º Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2002, Florianópolis. **Anais...** 24º Congresso Nacional de Milho e Sorgo, v.1, p.1-4, 2002.

SERGIO, G.R.; RENZO, G.V.P.; ANDRE, H.B. Alternativas para o arranjo de plantas na cultura do milho. In: 24º Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2002, Florianópolis. **Anais...** 24º Congresso Nacional de Milho e Sorgo, v.1, p.1-4, 2002.

SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L. Fatores determinantes da escolha da densidade de plantas em milho. In: 4ª Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão. Lages. **Anais...** 4ª Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, v.1, p.25-29, 2003.

SINCLAIR, T.R. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. **Crop Science**, v.38, n.3., p.638-643, 1998.

TEASDALE, J.R. Influence of narrow row/high population corn on weed control and light transmittance. **Weed Technology**, v.9, n.1, p.113-118, 1995.

TOLLENAAR, M.; WU, J. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. **Crop Science**, v.39, p.1597-1604, 1999.

TOLLENAAR, M.; LEE, E.A. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. **Field Crops Research**, v.75, n.1, p.161-169, 2002.

VON PINHO, R.G.; Gross, M.R.; Steola, A.G.; Mendes, M.C. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos. **Bragantia**, v.67, n.3, p.733-739, 2008.