

## Índice de sobrevivência de plantas e produtividade da cultura do milho em diferentes espaçamentos entre plantas<sup>(1)</sup>.

Saulo Fernando Gomes de Sousa<sup>(2)</sup>; Patrícia Pereira Dias<sup>(3)</sup>; Sidnei Marcelino Lauriano<sup>(4)</sup>; Paulo Roberto Arbex Silva<sup>(5)</sup>; Tiago Pereira da Silva Correia<sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup> Parte do trabalho de doutorado do primeiro autor; <sup>(2)</sup> Pesquisador; Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu; São Paulo; saulofgs@hotmail.com; Instituição; <sup>(3)</sup> Doutoranda; Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu; São Paulo; <sup>(4)</sup> Mestrando; Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu; São Paulo; <sup>(5)</sup> Professor Adjunto; Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”; Botucatu; São Paulo; <sup>(6)</sup> Professor; Universidade de Brasília; Brasília; Distrito Federal.

**RESUMO:** A densidade populacional de plantas é fator importante na produção da cultura do milho. Diversos são os estudos que buscam aumentar a população de plantas e a produtividade desta cultura. Esse trabalho teve como objetivo avaliar o índice de sobrevivência de plantas e a produtividade da cultura do milho em diferentes densidades populacionais. O experimento foi conduzido em área experimental da Universidade Estadual Paulista – Unesp, campus de Botucatu/SP. Utilizou-se sementes da Dow AgroSciences, cultivar 2B 587, com espaçamento recomendado pela empresa de 0,170 m entre plantas. No estudo foram usados diferentes espaçamentos entre plantas, sendo o recomendado pela empresa do material (0,170 m), a base para os tratamentos, onde foram calculados 10, 20, 30, 40 e 50% dos espaçamentos para mais e para menos do recomendado. Os resultados foram submetidos à análise de regressão. Observou-se que houve diferenças estatísticas entre os espaçamentos avaliados, para o índice de sobrevivência, que foi menor nas condições extremas, com população muito alta ou muito baixa, e para produtividade final seguindo a mesma tendência do índice de sobrevivência, com valores menores de produção nas condições extremas. Concluiu-se que a variação na densidade populacional das plantas, influencia no índice de sobrevivência e na produtividade final da cultura. Para o índice de sobrevivência os menores percentuais foram verificados nos espaçamentos entre plantas de 0,100 e 0,111 m e para produtividade real a derivação da equação mostra a maior produtividade para espaçamento entre plantas de 0,155 m.

**Termos de indexação:** *Zea mays* L., produtividade, densidade populacional.

### INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa, 2015), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, sendo este cultivado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, tanto em primeira como em segunda safra. Na safra 2014/2015 a produção brasileira atingiu uma produção de aproximadamente 82 milhões de toneladas, o que representa um acréscimo na produção de 2,2% em relação ao ano anterior, a média de produtividade das duas safras ficou em torno de 5,33 t ha<sup>-1</sup> (Conab, 2015). Para a safra 2015/2016, há estimativa de produção de 84 milhões de toneladas, com produtividade média de 5,47 t ha<sup>-1</sup> (Conab, 2016).

O milho constitui-se em um dos principais cereais do mundo, sendo que, no Brasil, em virtude de alterações nos manejos e tratos culturais, vem alcançando altas produtividades (Silva et al., 2009; Farinelli et al., 2012). O arranjo espacial das plantas é influenciado pelas variações na densidade de plantas e espaçamento entre fileiras (Kappes et al., 2011). Teoricamente, o melhor arranjo de plantas de milho é aquele que promove distribuição mais uniforme de plantas por área, possibilitando melhor utilização da luminosidade, água e nutrientes (Argenta et al., 2001; Cruz et al., 2007; Demétrio et al., 2008).

Híbridos modernos são dependentes da população ideal para maximizar o rendimento (Sangoi et al., 2010). Dessa forma, caso ocorram

perdas de sementes ou plântulas durante a implantação e/ou desenvolvimento da lavoura, gerada por erros de semeadura ou dos tratamentos culturais, pode haver perdas significativas na produtividade, o que é comum de se notar em vários casos (Sangoi, 2009; Schweitzer, 2010). O aumento da densidade populacional possibilita a correta exploração do ambiente pelo genótipo, e é ainda uma das formas mais fáceis e eficientes de se aumentar a interceptação da radiação solar incidente pelas plantas de milho (Demétrio et al., 2008). Em função disso é que se procura estudar o comportamento da cultura do milho em diferentes densidades e diferentes espaçamentos, a fim de determinar o arranjo de plantas que proporciona melhor produtividade de grãos (Resende et al. 2003).

A população de plantas pode estar adequada na média, porém sua distribuição heterogênea pode prejudicar a produtividade (Schimandei et al., 2006).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o índice de sobrevivência e a produtividade da cultura do milho em diferentes densidades populacionais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização e características da área

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, em área pertencente ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas – Unesp, campus de Botucatu/SP, com coordenadas geográficas aproximadas de 22° 51" de latitude sul, 48° 26" de longitude oeste de Greenwich, e altitude de 786 metros.

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico, de textura argilosa (Emprapa, 2006).

De acordo com a classificação de Koeppen, o tipo climático da área é o Cwa, caracterizado como clima temperado quente (mesotérmico) com chuvas no verão e seca no inverno. O período seco compreende os meses de abril a agosto, e a estação chuvosa compreende os meses de setembro a março, sendo o mês de janeiro o mais chuvoso, com uma pluviosidade total anual média de 1.314 mm e temperatura média mensal de 19,4 °C. A temperatura média diária do mês mais frio (julho) é de aproximadamente 17,1 °C e a do mês mais quente (fevereiro) de 23 °C.

### Descrição dos tratamentos

Cada parcela experimental continha 4 linhas espaçadas de 0,85 m entre si, formando 3,4 m de

largura, com 5 m de comprimento, divididas entre si por 1 m entre as parcelas e 2 m entre os blocos. Foi utilizado sementes Dow AgroSciences, cultivar 2B 587. A determinação dos espaçamentos entre as sementes foi feita de acordo com a recomendação da empresa para o material. Sendo considerado como recomendado 0,170 m entre plantas, com base nisso, foram calculados espaçamentos de 10, 20, 30, 40 e 50%, tanto para população superior ao recomendado, como para população inferior (Tabela 1).

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos com diferentes densidades populacionais.

Espaçamento entre plantas (m)	População de sementes m <sup>-1</sup>	População de sementes ha <sup>-1</sup>
0,100	10,00	117650
0,110	9,00	105990
0,123	8,13	95650
0,137	7,29	85880
0,153	6,53	76900
0,170	5,88	69200
0,187	5,34	62910
0,206	4,85	57110
0,227	4,40	51830
0,250	4,00	47060
0,257	3,63	42780

### Instalação do experimento

A semeadura foi realizada manualmente, utilizando régua com os espaçamentos descritos para os tratamentos. Previamente a semeadura manual, foi efetuada a passagem de uma semeadora de precisão na área, que teve como objetivo, a adubação mecanizada da área com 350 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 08-28-16 + zinco, de acordo com a recomendação da análise de solo, e a marcação dos sulcos de plantio.

### Avaliações realizadas

Para determinação do índice de sobrevivência, calculou-se proporção média de plantas que atingiram maturação em relação ao estande médio inicial de plantas, dado pela equação:

$$IS = \frac{P_f}{P_i} \cdot 100$$

Onde: IS: Índice de sobrevivência (%); P<sub>f</sub>: Estande final de plantas (plantas ha<sup>-1</sup>); P<sub>i</sub>: Estande inicial de plantas (plantas ha<sup>-1</sup>).

A produtividade foi determinada aos 150 dias após a semeadura, sendo as espigas de todas as plantas das duas linhas centrais de cada parcela, colhidas manualmente em área correspondente a

8,5 m<sup>2</sup>, que posteriormente foi determinado à produtividade ha<sup>-1</sup>.

### Delineamento e análise estatística

O delineamento utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições.

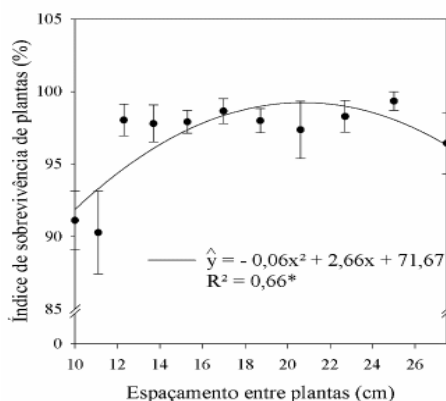
Para análise dos resultados foi feita a regressão com ajuste dos maiores coeficientes de determinação ( $p \leq 0,05$ ). As barras verticais nas análises de regressão demonstram o erro padrão da média.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram diferenças estatísticas, quando o espaçamento entre as plantas é alterado.

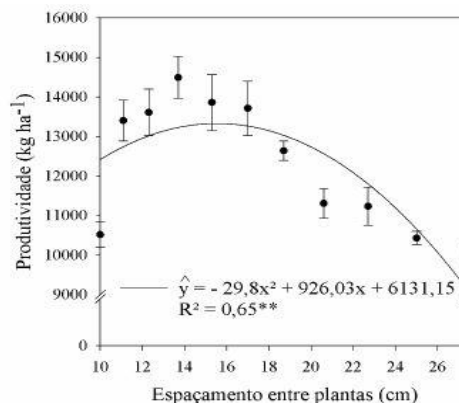
O índice de sobrevivência foi alterado significativamente quando aumentado à densidade populacional (**Figura 1**). Essa variável apresenta um comportamento quadrático na regressão, observando que quanto maior a densidade populacional, menor foi o índice de sobrevivência, os menores valores foram verificados nos espaçamentos entre plantas 0,100 m e 0,111 m.

Demétrio et al., (2008) relatam que pode ocorrer maior competição entre plantas por luz, água, CO<sub>2</sub> e nutrientes, o que afeta o rendimento final, sendo a disponibilidade dos dois primeiros fatores o que favorece maior limitação para o uso de grandes populações de milho.



**Figura 1.** Análise estatística de regressão para o índice de sobrevivência de plantas (%).

Os valores encontrados para a produtividade mostram, assim como, no índice de sobrevivência, comportamento quadrático da regressão. A realidade é que densidades populacionais elevadas podem reduzir a atividade fotossintética individual das plantas e com isso a eficiência da conversão de fotoassimilados em produção de grãos (Pinotti, 2013).



**Figura 2.** Análise estatística de regressão para a produtividade (Kg ha<sup>-1</sup>).

Com a análise estatística dos resultados, pode-se observar que nos tratamentos, 0,100 m (plantas duplas) e acima de 20% do espaçamento base (0,206; 0,227; 0,250; e 0,275 m) a produtividade fica prejudicada, demonstrando que em espaçamentos de -50% e 20, 30, 40 e 50% a verificou-se menor produtividade da cultura. Nas condições do experimento realizado o tratamento com 0,137 cm entre plantas, mostra a maior produtividade, com 14488 kg ha<sup>-1</sup>. Entretanto, quando é feita a derivação da equação encontrada pela análise estatística, encontra-se o espaçamento de 0,155 cm entre plantas o que levaria a uma população ideal aproximada de 75.900 plantas por hectare.

De maneira geral, esse resultado corrobora com diversos autores (Merotto Jr et al. 1997, Palhares, 2003, Pinotti, 2013) que também encontraram em seus respectivos trabalhos de densidades populacionais, que produtividades maiores foram verificadas com populações maiores e produtividades menores em populações menores.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que a variação de espaçamentos entre plantas influencia no índice de sobrevivência e na produtividade real.

Para o índice de sobrevivência os menores percentuais foram verificados nos espaçamentos entre plantas de 0,100 e 0,111 m.

Para a produtividade real a derivação da equação mostra a maior produtividade para espaçamento entre plantas de 0,155 m.

## REFERÊNCIAS

ARGENTA, G. S.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas de milho: análise do estado-da-arte. Ciência

- Rural, Santa Maria, v.31, p.1075-1084, 2001.
- ARGENTA, G. S.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas de milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, p.1075-1084, 2001.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. CONAB 2015. **10º Levantamento, acompanhamento de safra 2014/2015**.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da Agropecuária 2016**. Observatório Agrícola, Ano XXV, n.1, p.150-157, 2004.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; MAGALÃES, P. C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, p.60-73, 2007.
- DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O. CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.1691-1697, 2008.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2006. 412 p.
- FARINELLI, L.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI, D. F. características agrônomicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. **Científica**, Jaboticabal, v.40, n.1, p.21-27, 2012.
- KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n.3, p.348-359, 2011.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Milho**. Brasília, 2015.
- MEROTTO JUNIOR, A.; ALMEIDA, M. L.; FUCHS, O. Aumento no rendimento dos grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.4, p.549-554, 1997.
- PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. 2003. 90 f. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- PINOTTI, E. B. **Avaliação de cultivares de milho em função de populações de plantas e épocas de semeadura**. 2013. 121 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- RESENDE, S. G.; VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. Influência do espaçamento entre linhas e a densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.3, p.34-42, 2003.
- SANGOI, L. Efeito de doses de cloreto de potássio sobre a germinação e o crescimento inicial do milho, em solos com texturas contrastantes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.8, n.2, p.187-197, 2009.
- SANGOI, L. et al. Perfilamento e prolificidade como características estabilizadoras do rendimento de grãos do milho, em diferentes densidades. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.9, n.3, p.254-265, 2010.
- SHIMANDEIRO, A.; WEIRICH NETO, P. H.; GIMENEZ, L. M. COLET, M. J.; GARBUIO, P. W. Distribuição longitudinal de plantas de milho (*Zea mays* L.) na região de Campos Gerais, Paraná. **Ciência Rural**, v.36, p.977-980, 2006.
- SILVA, A. G.; CUNHA JUNIOR, C. R.; ASSIS, R. L.; IMOLES, A. S. influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agrônomicos do híbrido de milho p30k75 em Rio Verde, Goiás. **Bioscience Journal**, v.24, n.2, 89-96, 2008.
- SILVA, C. P. L.; FAGAN, E. B.; ALVES, V. A. B.; CAIXETA, D. F.; SILVA, R. B.; GONÇALVES, L. A.; BORGES, A. F.; MARTINS, K. V. Avaliação do efeito de inseticidas em sementes de milho em diferentes profundidades de semeadura. **Revista da FZVA**, v.16, n.1, p.14-21, 2009.
- SCHWEITZER, C. **Perfilamento e prolificidade como características estabilizadoras do rendimento de grãos de milho em função do arranjo de plantas**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis.