

Produtividade do milho (*Zea mays L.*) com diferentes arranjos populacionais em linhas simples e duplas

Cristhian Suttor Bettio¹, Diandra Ganascini², Carlos Alexandre Wunsh¹, Lucas Renosto¹, Marcio Furlan Maggi², Flavio Gurgacz³

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – Curso de Engenharia Agrícola - Cascavel-PR.

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, PGEAGRI - Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Cascavel-PR.

³Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, PPGEA –Programa de Pós Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Cascavel-PR.

Email autor correspondente: diandraganascini@hotmail.com

Artigo enviado em 10/01/2017, aceito em 27/08/2017.

Resumo: O milho (*Zea mays L.*) é um cereal cultivado, devido suas qualidades nutricionais como alimento humano e animal. Com o crescimento da demanda pelo produto há necessidade de aumentar a produção, e para isso mudanças no sistema de cultivo, manejo e genótipos são necessário, dentro destas o espaçamento entre linhas e a densidade de plantas são fatores importantes. O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade do milho com linhas simples e duplas e diferentes densidades de plantas. No experimento foram avaliados, os tratamentos: T₁: espaçamento simples de 0,45 m com população de 65000 plantas/ha, T₂: Linhas duplas de 0,20x0,40 m com 65000 plantas/ha, T₃: Linhas duplas de 0,20x0,50 m com 80000 plantas/ha e T₄: Linhas duplas de 0,20x0,70 m com 110000 plantas/ha. Foram avaliados comportamento da produtividade, diâmetro do sabugo, comprimento de grãos, número de fileiras da espiga, porcentagem de plantas acamadas e peso de mil grãos. O delineamento utilizado foi blocos casualizados e os dados submetidos ao teste de Tukey com 5% de significância, e verificou-se que na produtividade e comprimento do grãos houve diferença significativa. Pode-se concluir que o tratamento 4 (linhas duplas 0,20X0,70) obteve maior produtividade que os demais tratamentos.

Palavras-chave: Espaçamento, Linhas gêmeas, Semeadura direta

Corn yield (*Zea mays L.*) with different planting arrangements in simple lines and double.

Abstract: Maize (*Zea mays L.*) and cultivated cereals due their nutritional qualities as human and animal feed. With demand growth of hair product no need to increase the production and for it changes in farming system, management and genotypes are required, within these spacing between lines and density of plants are factors important. Work goal was to evaluate the corn productivity with simple lines and double and different plant densities. In the experiment were evaluated treatments: T₁: single spacing of 0.45 m with population of 65,000 plants / ha T₂: doubles 0,20x0,40 m lines

with 65000 plants / ha, T3: Double lines of 0,20x0 50 m WITH 80000 plants / ha and T4: double lines of 0,20x0,70 m with 110,000 plants / ha. Were evaluated productivity behavior, Elderberry diameter, grain length, ear row number, percentage of lodged plants and weight of a thousand grains. The Used was completely randomized and submitted data the Tukey test at 5% significance, and it was in productivity and length make Grains significant difference. Conclude that treatment 4 (Double lines 0,20X0,70) achieved greater productivity than the other treatments.

Key words: Spacing, twin lines, Direct seeding

Introdução

Para alimentar a população mundial em crescimento é necessário o aumento da produção agrícola, pois para atender a demanda, o uso de tecnologias apropriadas para aumentar produtividade sem agredir a natureza, é de fundamental importância. O milho é uma das cultivares mais produzida no Brasil, perdendo somente para soja, pois o milho é cultivado em todo território brasileiro e se destaca pelo volume produzido e por sua produção (Porto,2010).

Balem (2013), afirma que o rendimento de grãos do milho é complexo e depende da interação entre fatores genéticos, ambientais e de manejo. Segundo Miotto Junior (2014) o milho é uma cultura sensível a variação no arranjo espacial e na densidade de plantas, pois tem baixa capacidade prolífera e qualquer mudança no arranjo espacial e/ou na densidade de plantas pode afetar a produtividade.

Segundo Molin (2000), o aumento da densidade de semeadura, associado a redução do espaçamento entre linhas, aumenta a interceptação de luz, melhorando o aproveitamento de água e nutrientes o que propicia o desenvolvimento da área foliar por unidade de área, propiciando o aumento da produtividade da cultura.

Segundo Kappes (2011) as modificações morfológicas introduzidas recentemente nos genótipos de milho, tais como menor altura de planta e de

inserção de espiga, menor esterilidade de plantas, menor duração do subperíodo apendoamento espigamento e plantas com folhas de angulação mais ereta, torna-se necessário reavaliar as recomendações de arranjo espacial de plantas (densidade de plantas, espaçamento entre linhas e arranjo de linhas).

As cultivares com ciclos maiores com porte alto possui a tendência de gerar muita massa foliar, e, portanto, diminuir o espaçamento entre as fileiras não traz benefícios, pois logo no início do ciclo pode ocorrer o sombreamento entre as plantas e prejudicar o desenvolvimento, o mesmo não acontece para cultivares híbridas, pois, o desenvolvimento de massa foliar tende a ser menor e, portanto, tardam a fechar os espaços e sombrear as entre linhas (Sangoi et al.,2001).

Alvarez et al. (2006) afirma que é importante avaliar as novas cultivares de milho em diferentes densidades e espaçamento, pois os novos genótipos gerados estação cada vez mais produtivos, e possui uma estrutura vegetal modificada, arquitetura foliar mais ereta e isso favorece a ação de um sistema de plantas mais equidistante que os genótipos antigos, e essa possibilidade de arranjo pode acarretar em maior produtividade para a cultura.

Este trabalho teve como objetivo comparar diferentes arranjos de espaçamento linhas simples e linhas duplas com diferentes arranjos

populacionais no município de Cascavel-PR.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área do Núcleo Experimental da Engenharia Agrícola (NEEA) localizado no município de Cascavel, PR com coordenadas geográficas centrais de 24°48' Latitude Sul e 53° 26' Longitude Oeste e 760 m de altitude. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa, com precipitação pluvial média anual de 1800 mm, temperatura

média anual de 20° C e umidade relativa do ar média anual de 75%.

A precipitação é de fundamental importância para o desenvolvimento da cultura, durante o período de cultivo houve uma estiagem no mês de dezembro de aproximadamente 20 dias (Figura 1), onde a estimativa de precipitação era de aproximadamente 45 mm e precipitou somente 5 mm, o milho teve um déficit hídrico neste período afetando sua germinação e desenvolvimento inicial.

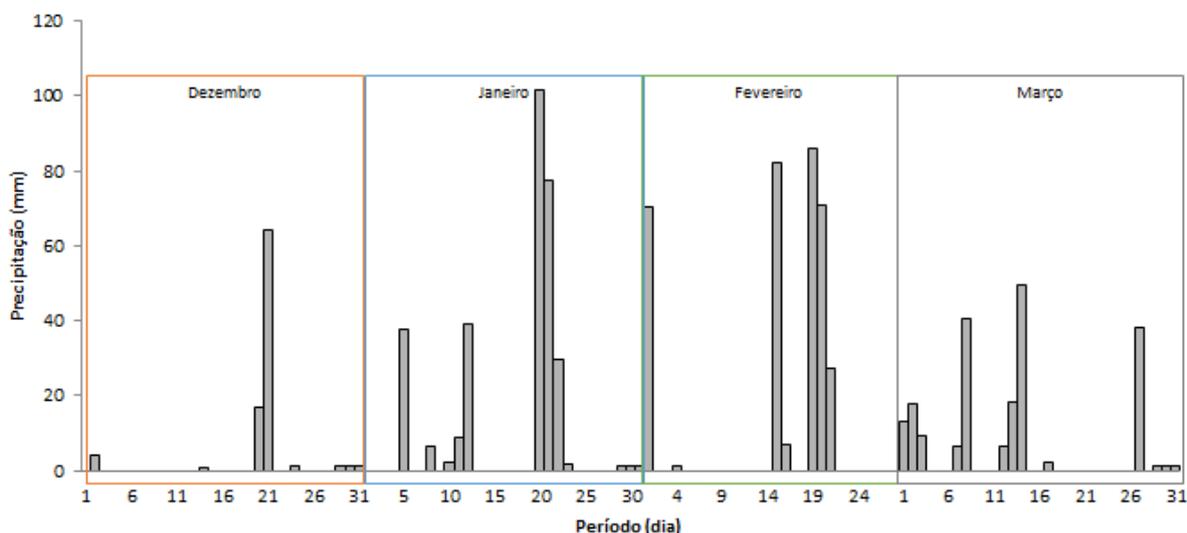


Figura 1. Gráfico de precipitação diária do período de cultivo do milho

A Tabela 1 apresenta os valores médios mensais de temperatura e

umidade relativa do ar durante o ciclo da cultura do milho.

Tabela 1. Médias mensais de temperatura e umidade relativa referente ao ciclo da cultura

	dez/14	jan/15	fev/15	mar/15
Temperatura (C°)	19	18,8	17,15	17,05
Umidade Relativa (%)	88	97	97	95

Fonte: INMET

A semeadura do milho híbrido Ciclo FAO 200 NK Perform germinar (Syngenta), foi efetuada no dia 8 de novembro de 2014, a cultivar tem característica de planta equilibrada de porte médio e caules fortes, de excelente qualidade, tolera bem o stress hídrico, possui grão redondo e vítreo. É um

híbrido precoce de dupla aptidão que reúne as melhores características para um bom produtor de grão e de silagem na mesma planta;

A adubação utilizada foi de NPK 8-20-10 com dose de 800 kg ha⁻¹. Foi realizada pulverização de agente sanitário (Milena) para controlar a

invasão de lagartas do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), o defensivo foi aplicado com pulverizador costal (manual), a calda de 18 litros com 180 ml de Milena, para realizar o controle das 16 parcelas. Foram realizadas 4 aplicações durante o ciclo da cultura. Para o combate de plantas invasoras

foram realizadas capinas nas entrelinhas e entre parcelas.

Na Tabela 2 estão especificados os tratamentos utilizados para realização do experimento com seus respectivos espaçamentos e densidade de plantas.

Tabela 2. Especificação de cada tratamento com os respectivos espaçamentos e densidade de plantas

Tratamento	Espaçamento (cm)	Densidade de Plantas (sementes ha ⁻¹)
1	45	65.000
2	20x40	65.000
3	20x50	80.000
4	20x70	110.000

Em que o espaçamento de 0,45 m indica linhas simples, espaçadas em 45 cm, o espaçamento 0,20 x 0,40 m indica linhas duplas, espaçadas em 20 cm entre as plantas e 40 cm entre as linhas de plantio. O espaçamento 0,20 x 0,50 m indica linhas duplas, espaçadas em 20 cm entre as plantas e 50 cm entre as linhas de plantio. O espaçamento de 0,20 x 0,70 m indica linhas duplas, espaçadas em 20 cm entre as plantas e 50 cm entre as linhas de plantio.

O experimento foi realizado em blocos casualizados, as plantas de milho

foram cultivadas em 16 parcelas, com 4 repetições, onde estas foram separadas por tratamentos (T1, T2, T3, T4), cada parcela foi constituída de 5 linhas de 5 metros de comprimento mais 1 metro de bordadura de cada lado, totalizando 7 metros de linhas de plantio, espaçadas conforme cada tratamento, a linha central entre parcelas foi deixada 2 metros para a passagem de um trator com roçadeira entre meio às parcelas. (Figura 2).

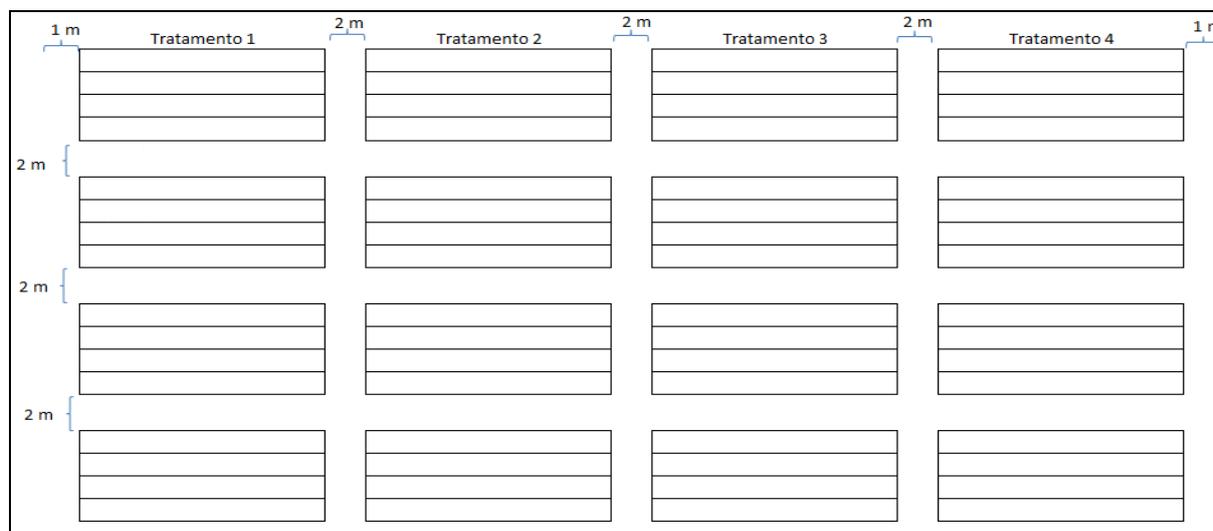


Figura 2. Croqui de implantação a campo dos tratamentos e suas respectivas repetições.

A colheita foi realizada no dia 01 de abril de 2015 de forma manual, tomadas ao acaso, foram retiradas 10 espigas de cada parcela, obtendo-se 160 espigas no total. No momento da colheita foram coletadas informações de alguns parâmetros como: porcentagem de plantas normais, quebradas e acamadas.

Após a colheita foram realizadas as avaliações em laboratório, a produtividade obtida a partir da pesagem de grãos em cada parcela, a qual foi corrigida após correção de umidade para 13%. Os componentes de produção avaliados foram: a produtividade do milho, diâmetro de sabugo, comprimento de grãos, número de fileiras de grãos, número de plantas caídas e peso de mil sementes.

A análise estatística foi efetuada usando-se o modelo de análise de

variância, cujas médias foram comparadas pelo teste de Tukey para os tratamentos, com 5% de significância de probabilidade de erro, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

Para o parâmetro produtividade é possível verificar que houve diferença significativa (Tabela 3) sendo que o Tratamento (20x70 cm), obteve maior produtividade e o Tratamento (45cm) apresentou a menor produtividade, enquanto para os demais tratamentos não houve diferença estatística significativa. Welde e Gebremariam (2016) observaram que o maior rendimento de grãos e biomassa entre os tratamentos por eles estudados foi o espaçamento entre linhas de 70 cm.

Tabela 3. Resumo dos dados obtidos para 4 diferentes tratamentos com as variáveis analisadas, realizando-se a comparação das médias em valores por linha

Variáveis	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Produtividade (ton ha ⁻¹)	5,44 c	7,46 bc	8,70 b	12,47 a
Diâmetro de sabugo (cm)	6,12 a	6,19 a	6,14 a	5,78 a
Comprimento de grãos (cm)	1,53 b	1,95 ab	1,80 ab	2,14 a
Número de fileiras da espiga	13,93 a	14,78 a	15,15 a	14,93 a
Plantas acamadas (%)	0,08 a	0,05 a	0,05 a	0,06 a
Peso de 100 grãos (g)	64,37 a	88,27 a	83,65 a	87,18 a

*Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente a 5% de significância pelo teste Tukey. T1=45cm com 65.000 sem.ha⁻¹; T2=20x40 cm com 65.000 sem.ha⁻¹; T3=20x50 cm com 80.000 sem.ha⁻¹; T4= 20x70 cm com 110.000 sem.ha⁻¹.

Argenta et al., (2001); Balbinot & Fleck, (2005); Porter et al., (1997); Alvarez et al., (2006) dizem que existem diversas vantagens ao se utilizar espaçamento estreito: Aumento no rendimento de grãos devido à melhor distribuição das plantas na área, aumentando a eficiência na utilização da radiação solar, água e nutrientes; melhor controle de plantas daninhas, em função do fechamento mais rápido dos

espaços entre e dentre plantas e menor entrada de luz; redução da erosão, pela cobertura antecipada da superfície do solo; melhor qualidade de plantio através da menor velocidade de rotação dos sistemas de distribuição de sementes resultando em melhor plantio com menor número de falhas e duplas e a maximização da utilização da semeadora, uma vez que diferentes culturas, especialmente milho e soja, poderão ser plantadas com o mesmo

espaçamento, permitindo maior praticidade e ganho de tempo.

Com o aumento da distância entre linha juntamente com a densidade observou-se que a produtividade obteve um aumento. Isso ocorre devido a menor competição por nutrientes quando as plantas estão alocadas em uma distância maior, com o aumento da densidade de plantas há disponibilidade de plantas para maior produção de grãos (SANGOI et al., 2000).

O aumento da produtividade da cultura propicia maior rendimento de grãos para o produtor rural, maximizando os lucros da safra e consequentemente possibilitando maiores investimentos com tecnologias em máquinas, genética de sementes, fertilização, entre outros.

Segundo Reichert (1998), os princípios básicos da administração que são aplicados à indústria e ao comércio são os mesmos aplicados para a agricultura, porém, algumas características a diferem dos demais segmentos. Por exemplo, muitos fatores de produção como solo, que para a indústria representa a base para a instalação do imóvel, para a agricultura é considerada o principal meio de produção, que necessita de estudo na sua micro composição buscando explorar o máximo seu potencial. O autor ainda destaca, que esses condicionantes impõem ao produtor rural organização no seu negócio, sob pena de ele não conseguir alcançar o máximo rendimento econômico, diante do conjunto de atividades produtivas planejadas.

Flesch et al. (2004) observou que plantas de milho com densidade de 74.000 sem.ha⁻¹ proporciona maior produtividade para híbridos precoce e normal, também verificou que espaçamento de 70 e 85 cm permitem maior produtividade que o espaçamento

de 115 cm, e que quanto maior a população inserida menor é a produtividade. Porém Alvarez et al. (2006) pode concluir avaliando, três tipos de híbridos com espaçamento de 70 cm e 80 cm e com população de plantas de 55.000 e 75.000 sem.ha⁻¹, que a redução do espaçamento proporcionou maior produtividade nos três anos avaliados.

Nota-se que a produtividade do milho e comprimento de grãos diferiu quanto aos tratamentos, devido à população utilizada e também ao espaçamento. Isto ocorre devido a planta ter maior área para desenvolver-se, sem sofrer interferências entre si, evitando assim a competição, aumentando a eficiência de utilização de luz solar, água e nutrientes.

O sistema de semeadura direta possui teores de matéria orgânica maiores quando comparados aos do plantio convencional, promovendo, direta ou indiretamente, a maior estabilidade dos agregados. Esses aspectos tornam importante o estudo das modificações que os sistemas de manejo acarretam na agregação do solo e, consequentemente, em sua estrutura. Nesse contexto, o sistema de semeadura direta tem sido amplamente difundido devido às suas vantagens, como diminuição do escoamento superficial e das perdas por erosão, aumento da quantidade de água infiltrada e pelo aporte de matéria orgânica (MUZILLI, 1981).

Strieder et al. (2007) verifica que aumento da densidade de plantas incrementa o rendimento de grãos de híbridos de milho de folhas eretas, independentemente do espaçamento entrelinhas. Portanto, se a densidade de plantas for adequada o rendimento não será prejudicado por conta do espaçamento.

Demétrio et al. (2008) em seu trabalho pode observar que a produtividade de grãos de milho híbrido foi influenciada positivamente com a redução do espaçamento entre linhas, porém pode observar que com a redução do espaçamento entre linhas diminui o número de grãos por espiga.

Para o diâmetro de sabugo, número de fileiras da espiga, número de plantas caídas e peso de mil sementes não houve diferença significativa. Para comprimento de grãos as médias apresentaram diferença estatística significativa, sendo que o 20x70 cm apresentou melhores resultados.

Para o diâmetro de sabugo o tratamento 20x40 cm foi o que mais se sobressaiu com resultado de 6,19 cm de diâmetro por espiga. Na variável comprimento de grãos, o melhor resultado alcançado foi do espaçamento 20x70 cm com 2,14 cm em média por grão. Na variável, número de fileiras o melhor tratamento foi 20x50 cm com 15 fileiras por espiga. Na variável peso de mil sementes, o tratamento 20x70 cm foi quem mais se destacou novamente. Para a porcentagem de plantas acamadas o tratamento que mais foi afetado nas condições de colheita e ataques de animais foi o espaçamento simples com 45 cm entre linhas.

Conclusão

Conclui-se que o Tratamento 4 com espaçamento em linha dupla 20x70 cm e densidade de 110.000 (sementes ha⁻¹) obteve produtividade maior que nos demais, e que o Tratamento 1 com espaçamento em linhas simples 45 cm e densidade de 65.000 (semente ha⁻¹) obteve a menor produtividade.

Referências

ALVAREZ, C. G. D.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de Características agrônômicas e de Produção de forragem e Grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos Entre Linhas. **Ciências agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 402-408, junho de 2006.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. DA; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p. 1075-1084, 2001.

BALBINOT, A.A.; FLECK, N.G. Benefício e limitações da redução do espaçamento entre linhas. **Revista Plantio Direto**, v.5, p.37 – 41,2005.

BALEM, Z., **Avaliação de espaçamento convencional e linhas gêmeas sob densidade populacional para cultura do milho**. 2013. f.64. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós – Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR, 2013.

DEMETRIO, C. S;; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O. and CAZETTA, D. A. Desempenho de Híbridos de milho submetidos a Diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, dezembro de 2008.

FLESC, R. D.; VIEIRA, L. C. Espaçamento e densidade de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 01, p. 25-31, 2004.

MIOTTO JUNIOR, E. **Desenvolvimento e produtividade da cultura do milho sob densidade de plantas e espaçamentos entre linhas simples e duplas**. 2014. f. 76 Dissertação

(Mestrado) Universidade Tecnológica Federal do Paraná Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, PR, 2013.

MOLIN, R. **Espaçamento entre e linhas de semeadura na cultura de milho**. Castro, PR: Fundação ABC para Assistência Divulgação Técnica Agropecuária, 2000.

MUZILLI, O.O. Manejo da fertilidade do Solo, In: IAPAR, Plantio Direto no Estado do Paraná. Londrina: IAPAR, 1981. P.43-58. (Circular nº23).

PORTER, P.M.; HICKS, D.R.; LUISCHEN, W.E.; FOND, J.H.; WARNES, D.D.; HOVERSTAD, T.R. Corn response to row width and plant population in the Northern corn belt. **Journal of Production Agriculture**, v.10, p. 293-300, 1997.

REICHERT, Lírío José. **A administração Rural em Propriedades Familiares**. Teoria e Evidência Econômica. Passo Fundo, v. 5, n.10, p. 67, maio 1998.

SANGOI, I.; ENDER, M.; GUIDOLIN, H. F. Incremento da densidade de plantas, uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação de crescimento. **R. Rural**, 30:23-29, 2000.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L.; HEBERLE, P. C.

Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short Summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 861-869. 2001.

SCHEEREN, B, R., BAZONI , R., BONO, J, A., ARIAS, S,S., OLIVEIRA, R., SALOMÃO,L., Arranjo populacional para a cultura do milho na região central do Estado de Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.26, p.55-60, 2004.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; SILVA, A. A.; ENDRIGO, P. C. A resposta do milho irrigado ao espaçamento entrelinhas depende do híbrido e da densidade de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria , v. 37, n. 3, p. 634-642, Junho 2007.

UATE, J,V., VON PINHO, R, G., CANCELLIER,L,L. **Efeito do espaçamento entre linhas e densidade de plantas na produção da cultura do milho**. Universidade Federal de Lavras – Brasil, 2014.

WELDA, K.; GEBREMARIAM, H. L. Effect of different furrow and plant spacing on yield and water use efficiency of maize. **Agriculture Water Manager**, 177, 215-220, 2016.