



COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DE MILHO HÍBRIDO Bt SUBMETIDO A DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS

Josué Valente Lima¹; José Darlon Nascimento Alves¹; Daiane de Cinque Mariano²; Amanda Nogueira de Albuquerque³; Ricardo Shigueru Okumura²

1. Discentes do curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capitão Poço - PA.

2. Docente da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Parauapebas, Caixa Postal nº 3017, Bairro Cidade Nova, CEP 68515-970, Parauapebas – PA, Brasil (ricardo.okumura@ufra.edu.br).

3. Docente da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Tangará da Serra - MT.

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar diferentes densidades populacionais no desempenho agronômico de híbridos de milho Bt. O experimento foi conduzido na safra agrícola de 2011/2012, no município de Lucas do Rio Verde – MT. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 4, com quatro densidades populacionais (45.000; 55.000; 65.000 e; 75.000 plantas ha⁻¹) e quatro híbridos simples (Celeron TL; DKB 390 VT PRO; Formula TL e; SW3949 TL), com 4 repetições. O aumento da densidade populacional de 45.000 para 75.000 plantas ha⁻¹ promoveu incremento na produtividade de grãos na cultura de milho e na redução da massa de mil grãos nas mesmas densidades testadas. A redução do espaçamento não influenciou na porcentagem de grãos ardidos para os híbridos Celeron TL; DKB 390 VT PRO e SW3949 TL, exceto para o Formula TL que apresentou um incremento de forma linear. O híbrido SW3949 TL apresentou maior massa de grãos na densidade de 45.000 plantas ha⁻¹ e melhor produtividade de grãos na densidade populacional de 75.000 plantas ha⁻¹, comparada com os híbridos Celeron TL; DKB 390 VT PRO e Formula TL.

PALAVRAS-CHAVE: *Bacillus thuringiensis*, produtividade de grãos, *Zea mays*.

BEHAVIOR OF AGRICULTURE Bt CORN HYBRIDS UNDER A DIFFERENT DENSITIES

ABSTRACT

The objective was to evaluate different population densities on agronomic performance of Bt corn hybrids. The experiment was conducted at the 2011/2012 harvest, in the municipality of Lucas do Rio Verde - MT. The experimental design was a randomized block design in a factorial 4 x 4 with four population densities (45,000, 55,000, and 65,000, 75,000 plants ha⁻¹) and four hybrids (Celeron TL; DKB 390 PRO VT; Formula and TL; SW3949 TL), with four replications. Increased

population density of 45,000 to 75,000 plants ha⁻¹ promoted increase in grain yield in maize and reducing the mass of a thousand grains in the same densities tested. Narrow row spacing did not influence the percentage of damaged kernels for hybrid Celeron TL; DKB 390 and VT PRO SW3949 TL, except for Formula TL which showed an increase linearly. The hybrid SW3949 TL showed higher grain mass density of 45,000 plants ha⁻¹ and improved grain yield in the population density of 75,000 plants ha⁻¹, compared with Celeron hybrid TL; DKB 390 PRO and VT Formula TL.

KEYWORDS: *Bacillus thuringiensis*, grain yield, *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertencente à família *Poaceae*, é uma cultura anual, sendo um dos principais cereais produzidos no mundo. Muitos estudos concentram-se na cultura, tanto na questão genética como para alternativas de manejo. Por se tratar de uma cultura com baixa capacidade prolífera, qualquer mudança no arranjo espacial e/ou na densidade de plantas pode afetar negativamente a produtividade.

A alta produtividade de grãos está relacionada com boas práticas culturais (SILVA et al., 2006). Com isso, a qualidade da semente, o preparo químico e físico do solo, controle de plantas invasoras, irrigação, época de semeadura, espaçamentos entre as linhas, densidade populacional e genótipos com resistência a insetos-pragas são fatores que afetam a quantidade de milho produzido (FARINELLI et al., 2012; MARQUES et al., 2014; OKUMURA et al., 2013, 2014).

Para obter elevadas produtividades de grãos de milho (*Zea mays* L.) é necessário adequar as práticas de manejo aos recursos disponíveis no ambiente, para proporcionar as melhores condições ao desenvolvimento das plantas. Entre as estratégias de manejo que podem ser utilizadas para aumentar a produtividade de milho, a adequação da época de semeadura e da densidade de plantas é de fundamental importância (SERPA et al., 2012).

As cultivares de milho são muito importantes e recomendadas aos agricultores por possuírem maior potencial de produtividade através do manejo adequado contribuindo para o acréscimo da densidade de plantas e a diminuição do espaçamento entre linhas (ARGENTA et al., 2001; GILO et al., 2011).

Uma das alternativas para se alcançar grandes produtividades na cultura do milho é escolher adensamento adequado de plantas. Isso ocorre essencialmente porque, diferente de outras espécies da família *Poaceae*, o milho apresenta baixa capacidade de preencher espaços vazios, por raramente perfilhar e por apresentar limitada capacidade de expansão foliar e baixa prolificidade (SANGOI et al., 2010).

Na literatura são escassos os estudos sobre densidade populacional em milho transgênico, sendo focados principalmente nos convencionais, por isso, as pesquisas nessa área são importantes para determinar os espaçamentos adequados visando maximizar a produtividade da cultura. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes densidades populacionais no desempenho agrônomo de híbridos de milho Bt.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra agrícola de 2011/2012, no município de Lucas do Rio Verde-MT, localizada nas coordenadas geográficas de latitude 12°58'07" S e longitude de 55°56'43" O, com altitude média de 390 m. O clima da

região é o tropical chuvoso e o tipo climático segundo classificação de Köppen é o Aw caracterizado pela ocorrência de uma estação seca e uma estação chuvosa, sendo a região de transição entre os biomas da Amazônia Legal e Cerrado (FREDDI et al., 2014). Os dados de precipitação ocorridos durante a condução do experimento apresentados na Figura 1.

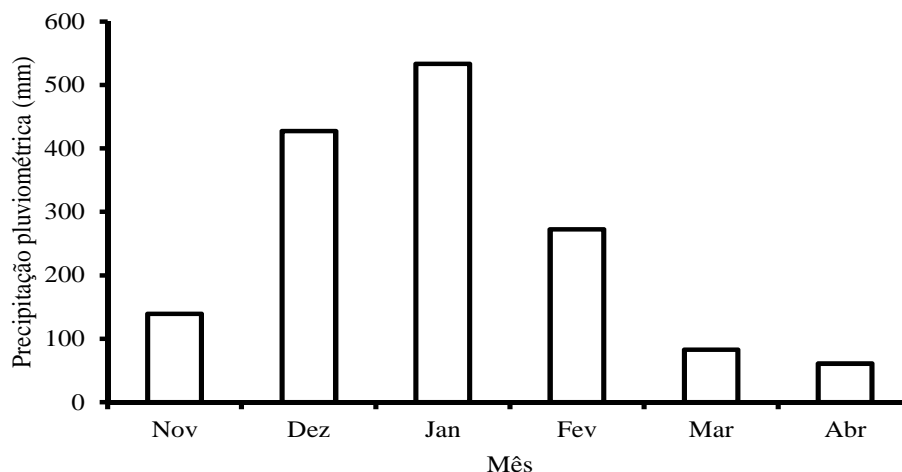


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica (mm) nos períodos entre novembro de 2011 à abril de 2012 no município de Lucas do Rio Verde – MT, na safra agrícola de 2011/2012.

Fonte: dados coletados diariamente por meio de um pluviômetro instalado no experimento.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo eutroférico (Embrapa, 2013), com as seguintes características químicas e granulométricas na camada arável de 0 – 0,20 m: pH em água de 5,5; 14,2 mg dm⁻³ de P Mehlich1; 34,0 mg dm⁻³ de K⁺; 4,8 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 2,2 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 0,3 cmol_c dm⁻³ de Al³⁺; 35 g kg⁻¹ de M.O. e 650 g kg⁻¹ argila.

As parcelas experimentais constituíram-se de 6 linhas de plantas, com 5,0 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,5 m. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 4 x 4, com quatro densidades populacionais (45.000; 55.000; 65.000 e; 75.00 plantas.ha⁻¹) e quatro híbridos de milho Bt (Celeron TL; DKB 390 VT PRO; Formula TL e; SW3949 TL), com 4 repetições.

A instalação do experimento foi realizada na data de 5 de novembro de 2011 em sistema de semeadura direta, com espaçamento de 0,50 m entre linhas, e densidade populacional de acordo com os tratamentos. A adubação de manutenção foi efetuada com a aplicação de 60 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O no sulco de semeadura, e 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura no estágio fenológico V₄.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta (m), altura de inserção da espiga (m), massa de mil grãos (kg); produtividade de grãos (kg ha⁻¹) e porcentagem de grãos ardidos, sendo considerados grãos ardidos todos aqueles que possuem pelo menos um quarto de sua superfície com descolorações variando entre marrom-claro, marrom-escuro, roxo, vermelho-claro e vermelho-escuro (PINTO et al., 2007). A colheita foi realizada manualmente no dia 05 de Abril de 2012, com

posterior trilhagem, pesagem dos grãos, determinação do teor de umidade, e por fim conversão para kg ha^{-1} .

Os dados experimentais, após sua análise para a verificação da normalidade e homocedasticidade residuais, pelo uso dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene à 1% de probabilidade, mediante emprego do *software* estatístico SAS® (Sas 2008), foram submetidos a análise de regressão por meio do *software* estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise dos dados, observou-se que os híbridos Formula TL e DKB390 VTPRO apresentaram resposta positiva ao adensamento para a variável altura de planta, com o melhor ajuste da equação a linear (Figura 2). Enquanto, os híbridos Celeron TL e SW3949 TL não foram influenciados pelo aumento das densidades de plantas, possivelmente, em decorrência da capacidade destes cultivares em competir com as plantas adjacentes, com isso a escassez dos recursos ambientais estaria limitando o seu crescimento e desenvolvimento (MARCHÃO et al., 2005).

ALVAREZ et al. (2006) observaram maior altura de plantas e de inserção da espiga com o aumento da densidade populacional, evidenciando uma tendência natural do aumento da altura de plantas em situações de adensamento. Para SANGOI et al. (2002) e ARGENTA et al. (2001), a altura das plantas será tanto maior quanto maior a população, devido ao efeito combinado da competição intra-específica por luz, com conseqüente estímulo da dominância apical das plantas.

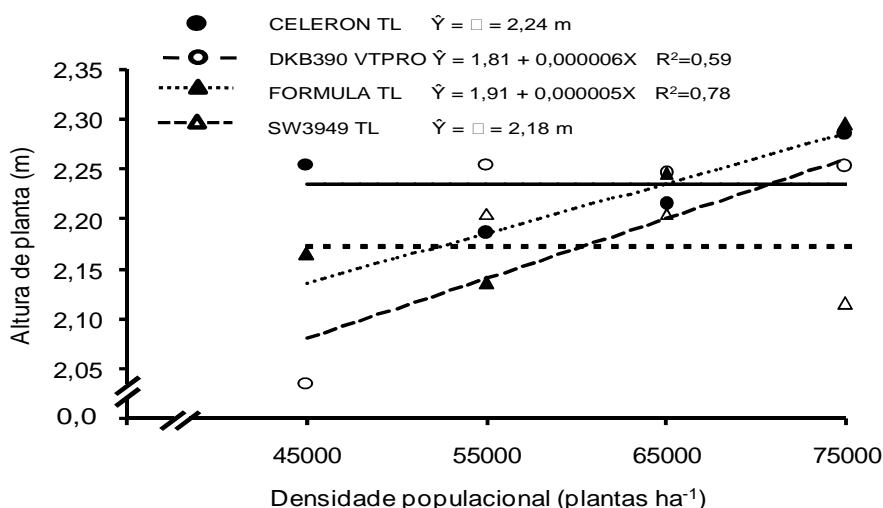


FIGURA 2. Efeito da densidade populacional sobre a altura de planta em diferentes híbridos no município Lucas do Rio Verde – MT, na safra agrícola de 2011/2012.

Para a altura de inserção da primeira espiga (m) em função de quatro densidades populacionais com relação a diferentes híbridos de milho, constatou-se incremento linear para os híbridos SW3949 TL, Formula TL e Celeron TL (Figura 3). Isso pode ser devido à maior quantidade de nutrientes e de luz solar disponíveis à

cultura com a redução do espaçamento entrelinhas, e menos plantas por metro linear (TAKASU et al., 2014). Para o DKB390 VTPRO ocorreu um comportamento constante em todas as densidades populacionais testadas no experimento.

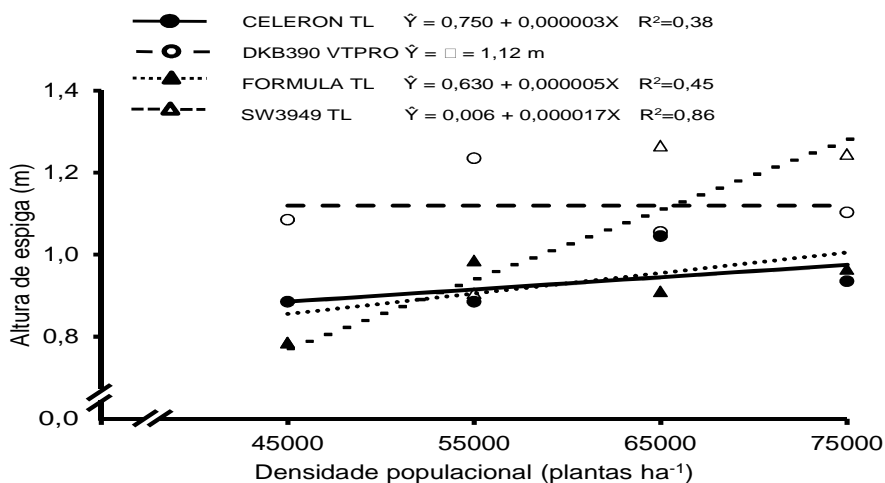


FIGURA 3. Efeito da densidade populacional sobre altura de inserção de primeira espiga em diferentes híbridos no município Lucas do Rio Verde – MT, na safra agrícola de 2011/2012.

Na Figura 4 são apresentados os valores médios da massa de mil grãos (kg) de milho em função da densidade populacional de plantio (plantas/ha) e diferentes híbridos, na qual se observa que com o aumento da densidade populacional ocorreu redução na massa de mil grãos (kg) para todos os híbridos de milho. O decréscimo na massa do grão de milho com o incremento da densidade de plantas foi observado em outros trabalhos (MARCHÃO et al., 2005; PIANA et al., 2008).

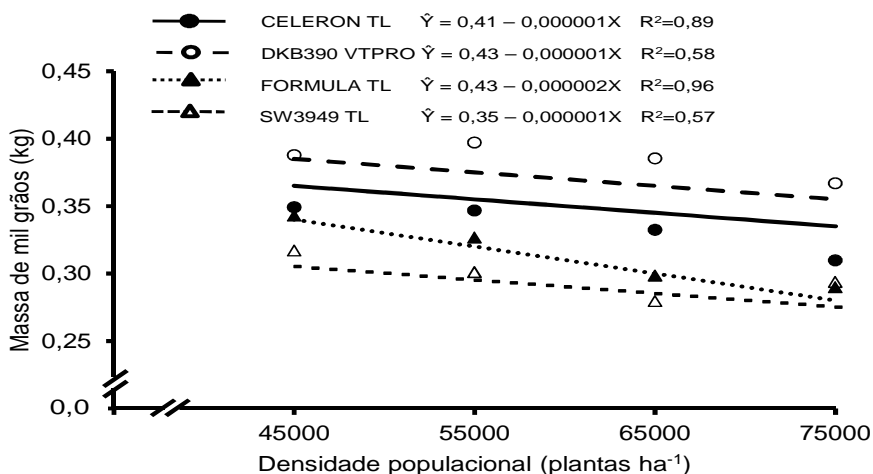


FIGURA 4. Efeito da densidade populacional sobre a massa de mil grãos (kg) em diferentes híbridos no município Lucas do Rio Verde – MT, na safra agrícola de 2011/2012.

Na produtividade de grãos de milho (kg ha^{-1}) observa-se um incremento linear nos híbridos SW3949 TL e Formula TL, enquanto o Celeron TL e DKB 390 VT PRO apresentou melhor ajuste da equação à quadrática (Figura 5). PORTO et al. (2011), estudando variedades de milho submetidas a diferentes densidades populacionais, verificaram maior produtividade de grãos nas maiores densidades populacionais.

Com o lançamento de novas variedades melhoradas são necessárias estratégias de manejo da cultura que visem aumentar a produtividade dos grãos de milho (VALLE et al, 2013). A densidade de plantas é uma das práticas culturais que mais interfere no rendimento de grãos de milho devido à sua baixa capacidade de emissão de afixos férteis, à sua organização floral monóica e ao curto período de florescimento (SILVA et al., 2006).

O aumento da densidade populacional proporcionou a elevação da produtividade de grãos os híbridos devido o maior número de plantas por hectare. De maneira geral, com a elevação no número de plantas por área promoveu um aumento significativo na produtividade de grão de milho. Portanto, a utilização de híbridos modernos associada à antecipação da época de semeadura pode permitir o incremento da densidade de plantas, o que aumenta a produtividade e a estabilidade do rendimento (SERPA et al, 2012).

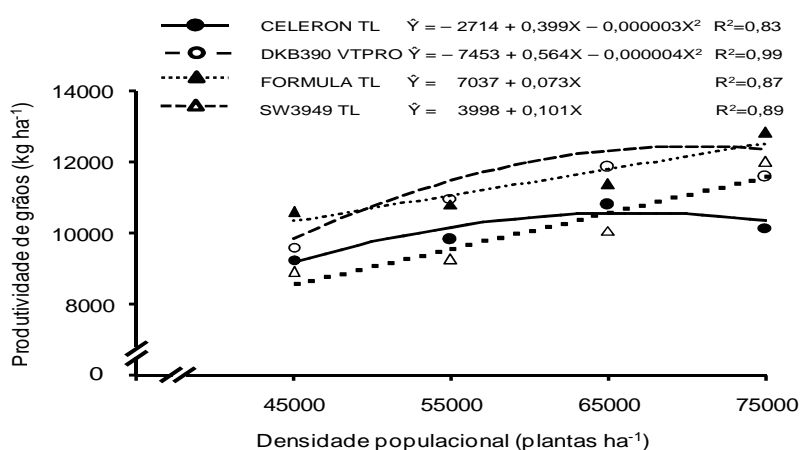


FIGURA 5. Efeito da densidade populacional sobre a produtividade de grãos de milho (kg.ha^{-1}) em diferentes híbridos no município Lucas do Rio Verde – MT, na safra agrícola de 2011/2012.

Para os resultados de grãos ardidos (%) dos híbridos de milho Bt submetidos a diferentes densidades populacionais (Figura 6), verifica-se que não houve efeito do adensamento, com exceção do Formula TL, na qual apresentou resposta linear.

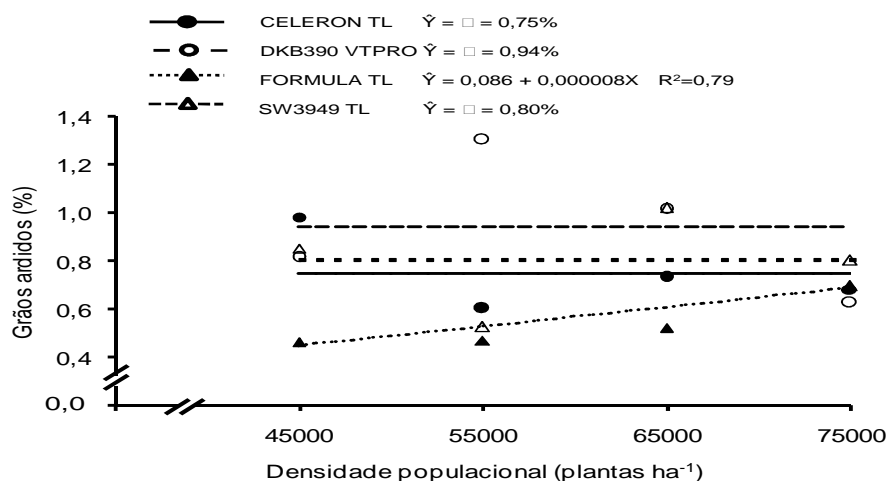


FIGURA 6. Efeito das densidades populacionais sobre grãos ardidos de milho (%) em diferentes híbridos no município Lucas do Rio Verde – MT, na safra agrícola de 2011/2012.

De maneira geral, as densidades populacionais influenciaram no comportamento agrônomo (vegetativo e produtivo) dos milhos Bt cultivadas na região de Lucas do Rio Verde, Mato Grosso. A densidade de plantas recomendada para o milho foi alterada ao longo do tempo, à medida que modificações de ordem genética, fisiológica, bioquímica e anatômica foram incorporadas nas plantas pelos programas de melhoramento, concomitantemente com as mudanças no manejo da cultura (SERPA et al, 2012).

CONCLUSÃO

O aumento da população de plantas de milho influenciou significativamente no aumento da altura de inserção da espiga para SW3949 TL e na altura da planta para os principais híbridos FORMULA e DKB 390 VT PRO. O adensamento populacional de 45.000 para 75.000 plantas.ha⁻¹ promoveu incremento na produtividade de milho e a redução da massa de mil grãos nas mesmas densidades testadas. Assim, não influenciou na porcentagem de grãos ardidos para os híbridos Celeron TL; DKB 390 VT PRO e SW3949 TL, exceto para o FORMULA TL que apresentou um incremento de forma linear.

A utilização do híbrido Bt DKB 390 VT PRO e densidade de planta de 65.000 plantas.ha⁻¹ é uma estratégia eficiente para otimizar a produção de milho tendo melhores respostas nas variáveis testadas, contribuindo para uma melhor performance agrônoma.

O híbrido Bt DKB 390 VT PRO apresentou produtividade de grãos de milho superior aos demais híbridos avaliados.

REFERENCIAS

ALVAREZ, C.G.D.; PINHO, R.G.; BORGES, I.D. Avaliação de características agrônomicas e de produção de forragens e grãos de milho em diferentes densidades

de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p.402-408, 2006.

ARGENTA, G.S.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; MANJABOSCO, E.A. E BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

FARINELLI, R; PENARIOL, F.G; FORNASIERI FILHO, D. Características agronômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. **Científica**, Jaboticabal, v.40, n.1, p.21–27, 2012.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FREDDI, O. S. STOQUERO, A. PIRES, F. S. C. Saturação do solo por bases na produtividade e qualidade de fibra do algodoeiro. **Nativa**, Sinop, v.2, n.1, p. 06-12, 2014.

GILO, E.G.; SILVA JUNIOR, C.A.; TORRES, F.E.; NASCIMENTO, E.S. E LOURENÇÃO, A.S. Comportamento de híbridos de milho no Cerrado Sul-Mato-Grossense, sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 908-914, 2011.

MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M.; DUARTE, J.B.; GUIMARÃES, C.M.; GOMES, J.A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.2, p.93-101, 2005.

MARQUES, O.J.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; FRANCO, A.A.N.; OKUMURA, R.S.; RECHE, D.L.; NUMOTO, A.Y. Sowing time of popcorn under supplementary irrigation in the second season in Parana State, Brazil. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.12, n.2, p.640-647, 2014.

OKUMURA, R.S.; MARIANO, D.C.; DALLACORT, R.; ZORZENONI, T.O.; ZACCHEO, P.V.C.; OLIVEIRA NETO, C.F.; CONCEIÇÃO, H.E.O.; LOBATO, A.K.S. Agronomy efficiency of *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize hybrids in pests control on Lucas do Rio Verde city, State of Mato Grosso, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v.8, n.19, p.2232-2239, 2013.

OKUMURA, R.S.; STRAGLIOTTO, C.; MARIANO, D.C.; LOBATO, A.K.S.; GUEDES, E.M.S.; OLIVEIRA NETO, C.F.; SALDANHA, E.C.M.; CONCEIÇÃO, H.E.O.; ALVES, G.A.R.; SILVA, R.T.L. Production components in transgenic Bt maize hybrids under

different spacing. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.12, n.1, p. 255-258, 2014.

PIANA, A.T.; SILVA, P.R.F. da; BREDEMEIER, C.; SANGOI, L.; VIEIRA, V.M.; SERPA, M. da S.; JANDREY, D.B. Densidade de plantas de milho híbrido em semeadura precoce no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.38, p.2608-2612, 2008.

PINTO, N. F. J. A.; VARGAS, E. A.; REIS, R. A. Qualidade sanitária e produção de fumonisina B1 em grãos de milho na fase de pré-colheita. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 304-306, 2007.

PORTO, A. P. F.; VASCONCELOS, R. C.; VIANA, A. E. S.; ALMEIDA, M. R. S. Variedades de milho a diferentes espaçamentos no Planalto de Vitória da Conquista-BA. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 02, p. 208-214, 2011.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; GRACIETTI, M.A.; BIANCHET, P. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.1, n. 2, p.60-66, 2002

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho**. Lages: Graphel, 2010. 64p.

SAS. **SAS/STAT® 9.2 User's guide**. Version 9.2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2008. 584p.

SERPA, M.S; SILVA, P.R.F; SANGOI, L; VIEIRA, V.M; MARCHESI, D. R. Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes irrigados e de sequeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.47, n.4, p.541-549, 2012.

SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 63p.

TAKASU, A.T; RODRIGUES, R. A. F; GOES, R.J; ARF, O; HAGA, K. I. Desempenho agrônomico do milho sob diferentes arranjos populacionais e espaçamento entrelinhas. **Revista Agrarian**, Dourados, v.7, n.23, p.34-41, 2014.

VALLE, I. C.A; ALVES, J.M.A; SILVA, L.S.S; UCHÔA, S.C.P; ALBUQUERQUE, J.A.A; SOUZA, N.O.S; MORAIS, F.B.de.; PEREIRA, L.F; ALCÂNTARA NETO, F; BEZERRA, A.A.C.: Diferentes técnicas de manejo na cultura do milho no Sul do Piauí. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v.9, n.17; p.1090-2013.