

Produtividade do milho em diferentes populações de plantio

Fernanda Dall Agnol Passos^{1*}; Joselito Nunes¹; Nayara Parisoto Boiago¹; Fernando Sergio Zanatta²; Enio Ortiz Correa Junior¹; Luiz Rodrigo Vieira de Araújo²; Hendersson Thayrone Neves Silveira¹; Geovana Borges de Lima¹.

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

² Empresa Corteva Agriscience

^{1*} fernandaagnol@hotmail.com

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi avaliar características fenológicas e o potencial produtivo de híbridos de milho em relação a diferentes populações de plantio. O experimento foi conduzido em Latossolo Vermelho Distroférrico no município de Cascavel no estado do Paraná, Brazil. O delineamento experimental utilizado foi em parcelas subdivididas, com seis híbridos e quatro populações, com três repetições, totalizando 60 unidades experimentais. As quatro populações foram 55000, 70000, 85000 e 100000 plantas ha⁻¹. Cada unidade experimental foi composta por cinco linhas por cinco metros de comprimento, com espaçamento de 0,45 m. As variáveis avaliadas foram rendimento, peso de 1000 grãos, número espigas por planta e número de grãos por espiga. As médias dos parâmetros foram comparadas pelo teste Tukey e as populações avaliadas por análise de regressão, ambos a 5% de significância. As diferentes populações estudadas influenciaram significativamente todos os parâmetros estudados, enquanto que o fator híbridos apresentou uma diferença significativa para o peso de mil grãos e número de grãos por espiga. O rendimento da produção foi proporcional ao aumento da população de plantas, sendo a população de 100.000 plantas a que resultou em maior rendimento. Apesar da redução do número de grãos e do peso de mil grãos com o aumento populacional, houve uma compensação no rendimento final.

Palavras-chave: *Zea mays*; densidade de plantas; produtividade.

Maize yield in different growing populations

Abstract: The objective of the present work was to evaluate phenological characteristics and productive potential of maize hybrids in different growing populations. The experiment was conducted in a dystroferic Red Latosol in Cascavel, Paraná State, Brazil. The experimental design was in split plots, with six hybrids and four populations, with three replications, totaling 60 experimental units. The four populations were 55000, 70000, 85000 and 100000 plants ha⁻¹. Each experimental unit consisted of five lines by five meters in length, with a spacing of 0.45 m. The variables evaluated were yield, weight of 1000 grains, number of ears per plant and number of grains per ear. Averages were compared by Tukey test and the population evaluated by regression analyzes, both at 5% of significance. Different populations significantly influenced all the studied parameters, while the hybrid factor showed a significant difference between the weight of 1000 grains and number of grains per ear. The yield was proportional to the increase of the plant population, with the population of 100,000 plants resulting in the highest yield. Despite the reduction in the number of grains and the weight of one thousand grains with the increase in plant population, there was a compensation in the final yield.

Keywords: *Zea mays*; plants density; yield.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta de grande importância econômica, pois possui alta rentabilidade. O milho está entre as commodities de maior capacidade comercial, e é uma das mais importantes cultivadas e consumidas no mundo pois possui um alto potencial produtivo e valor nutritivo (QUEIROZ e ROLIM, 2019). Para maximizar sua produção é necessário praticar o manejo da forma mais correta e econômica possível.

O milho tem um papel importantíssimo no agronegócio brasileiro, pois sua produção

está presente em todas as regiões do Brasil (PEREIRA, 2018). A movimentação econômica da cultura de milho é definida pelas várias formas de sua utilização que abrange diversas áreas como indústrias de alta tecnologia, indústria farmacêutica e alimentícia, na pecuária e demais formas de utilização (ANTUNES, 2019).

De acordo com o IBGE (2019), no Brasil foram utilizados por volta de 4.945.133 hectares para o plantio do milho na safra de 2019, resultando em uma produção de aproximadamente 26.106.953 de toneladas. Um dos fatores que resultaram nesta produtividade foi a incorporação de cultivares mais produtivas no meio rural, unindo com práticas culturais.

Segundo Marchão *et al.* (2005), a inserção de híbridos com um elevado potencial de produção, a utilização de fertilizantes, o aumento de novos herbicidas e a prática do sistema de plantio direto, têm possibilitado a formação de lavouras mais consistentes que tem como objetivo elevar o rendimento de grãos. Almeida *et al.* (2000) afirma que a vinda das novas cultivares de milho de menor ciclo, folhas mais retas e um número reduzido de folhas, possibilitou aumentar o potencial de resposta da cultura à população de plantas submetida.

A produtividade é o fator mais almejado na produção agrícola. Cruz *et al.* (2007) afirmam que as cultivares mais recentes do mercado apresentam um alto potencial genético e outras diversas vantagens relacionadas aos aspectos fisiológicos, físicos e fitossanitários que podem assegurar altas produtividades.

O estabelecimento ideal do stand no milho é um dos fatores principais para definir seu rendimento final. A população de plantas pode interferir na produtividade da cultura devido as novas tecnologias introduzidas geneticamente, como altura de plantas e qualidade do colmo. Sendo assim, qual população indicada a cada cultura, solo, clima e demais fatores é de extrema importância para se obter um melhor desempenho na colheita.

A relação entre a população de plantas, ervas daninhas e a produtividade final também é de grande importância. Devido ao uso indiscriminado de herbicidas, muitas espécies criaram resistência dificultado o controle químico, tornando necessário o manejo integrado de daninhas (GUIMARÃES, 2018; MECHI *et al.*, 2018).

De acordo com Christoffoleti *et al.* (2015), na cultura do milho é primordial obter sucesso no manejo das plantas daninhas, pois a infestação das mesmas pode acarretar na redução da produtividade, devido a competição por nutrientes, água e luz. Essa competição é crucial no início do desenvolvimento da cultura, pois nesse estágio uma maior população de plantas poderia ter uma vantagem competitiva contra a população de plantas daninhas.

Segundo Argenta *et al.* (2001), em teoria, a melhor disposição de plantas é aquela que permite uma distribuição padrão em uma área, a qual acarreta um melhor aproveitamento de água, luz e nutrientes.

Uma densidade inadequada é responsável pela baixa produtividade, tornando estudar as densidades de plantio imprescindível, pois ao adequar o melhor número de plantas para cada variedade aumenta-se o potencial de produção, especificamente de grãos (FILHO e CRUZ, 2001; NEUMANN *et al.*, 2018). Uma forma de aumentar a interceptação de radiação e, conseqüentemente, o rendimento de grãos, é através da escolha adequada do arranjo de plantas (ARGENTA *et al.*, 2001).

Em adição ao exposto acima faz-se necessário a elaboração de pesquisas que definam a melhor população de plantas e espaçamentos para que possam trazer maiores produtividades para a cultura do milho, também para possibilitar conhecer como os novos híbridos se adaptam em relação a população e o espaçamento submetido (PEREIRA *et al.*, 2018). Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial produtivo de híbridos de milho em relação a diferentes populações de plantio.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no município de Cascavel no estado do Paraná. As coordenadas geográficas do local são latitude 24°56'20.68" S, longitude 53°30'43.25" O, com altitude de 781 metros. Segundo Aparecido *et al.* (2016), o clima no oeste do Paraná de acordo com a classificação Koppen-Geiger é Cfa, ou seja, clima temperado úmido com verão quente. Já o solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico. (EMBRAPA 2013).

O período de realização do experimento foi de 11 de setembro de 2018 a 20 de fevereiro de 2019. Os dados de precipitação do local estão presentes na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi bifatorial em parcela subdivididas, com quatro populações (55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha⁻¹) com cinco híbridos e três repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Os híbridos utilizados foram P2719VYH, P3016VYHR, P2501, BG7318VYH e Híbrido X (material experimental da empresa Agrocere). Cada unidade experimental foi composta por cinco linhas com cinco metros de comprimento e espaçamento de 0,45 m. Os corredores entre as parcelas foram separados por 100 cm, com área útil de avaliação e colheita composta pelas 3 linhas centrais.

Tabela 1 – Dados de precipitação da área experimental.

Cascavel - PR

Mês	Precipitação média
Setembro	285 mm
Outubro	362,1 mm
Novembro	169,5 mm
Dezembro	130,4 mm
Janeiro	177,66 mm
Fevereiro	124,7 mm

Fonte: Arquivo pessoal, 2018

O sulcamento foi realizado no dia 11/09/2018, o plantio foi feito no dia 21/09/2018 por meio de matraca utilizando duas sementes por cova para posterior desbaste. O desbaste foi realizado no estágio V2 da planta, eliminando todas as plantas duplas, deixando apenas uma planta por cova.

A primeira adubação foi realizada com adubo de base 10-15-15 na quantidade de 300kg ha⁻¹. A adubação em cobertura iniciou-se na mesma data utilizando 50% das doses de N e K₂O. Em 15/10/2018, foi realizada a segunda aplicação em cobertura N e K₂O, completando 100% da dose. Totalizando 64 kg ha⁻¹ de K₂O e 200 kg ha⁻¹ de N. Todos os tratamentos culturais foram iguais entre as parcelas, incluindo herbicidas, inseticidas e fungicidas. A fertilidade do solo foi corrigida pela metodologia da agricultura de precisão em taxa variável aos níveis adequados ao tipo de solo e cultura.

Para a instalação, condução e colheita do experimento foi necessário o uso de GPS para a marcação das coordenadas geográficas, o uso de estacas e barbantes para a marcação da área e trena para a medição da mesma. Na aplicação dos defensivos, um pulverizador costal foi utilizado.

A colheita foi feita manualmente, utilizando sacarias e etiquetas para a identificação das parcelas. Por fim, para as avaliações foram utilizados sacos de papel de 0,5 kg para realizar a coleta das amostras para posterior medição da umidade dos grãos com medidor de umidade e balança para a pesagem das espigas colhidas nas parcelas.

Os parâmetros avaliados foram rendimento, peso de mil grãos, número de espigas por planta e grãos por espiga. Para a avaliação do peso de mil grãos, quatro amostras de 100 grãos foram pesadas e, posteriormente o peso foi multiplicado por 2,5 extrapolando para mil grãos conforme o protocolo da empresa Corteva.

As espigas por planta foram contabilizadas através do cálculo do número de espigas por metro quadrado dividido pela população de plantas. Para a avaliação do número de grãos,

foi avaliado o número de fileiras e contabilizado os grãos presentes em uma fileira da espiga, em três espigas por parcela.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Ryan Jones e, posteriormente, submetidos à análise de variância (ANOVA) bifatorial. Perante p-valor significativo na ANOVA, a relação entre o fator população e os parâmetros estudados foi averiguada pela análise de regressão. As médias dos parâmetros conforme a população de plantio e os híbridos estudados foram comparadas pelo teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas considerando 5% de significância com auxílio do programa estatístico Minitab17.

Resultados e Discussão

De acordo com a Tabela 2, o fator populações influenciou significativamente todos os parâmetros estudados. Os parâmetros peso de mil grãos e grãos por espiga apresentaram diferença significativa para os híbridos estudados. Todos os parâmetros apresentaram distribuição normal pelo teste Ryan Jones, a 5% de significância.

Tabela 2 – P-valor da análise de variância para os parâmetros rendimento (kg ha⁻¹), peso de mil grãos (g), número de espigas por planta e número de grãos por espiga para o fator população desejada de plantas (P) e diferentes híbridos de milho (H).

	Rendimento	Peso de mil grãos	Espigas por planta	Grãos por espiga
P	0,000*	0,008*	0,000*	0,000*
H	0,043 ^{ns}	0,000*	0,233 ^{ns}	0,000*
P x H	0,626 ^{ns}	0,897 ^{ns}	0,762 ^{ns}	0,124 ^{ns}
C.V. (%)	20,54	12,48	16,15	14,93
Ryan Jones **	>0,100	>0,100	>0,100	>0,100

C.V. = coeficiente de variação; ns = não significativo pelo teste F; * = significativo pelo teste F (p>0,05); ** = teste Ryan Jones de normalidade (p>0,05)

Não houve interação entre os fatores para nenhum dos parâmetros avaliados. Provavelmente, essa interação poderia ter sido significativa caso densidades maiores de plantas fossem avaliadas, pois o benefício das linhas mais estreitas aumenta à medida que aumenta a população de plantas, particularmente com populações maiores do que 85.000 plantas ha⁻¹ (CRUZ *et al.*, 2007) e (HOEFT, 2003).

Dessa forma, avaliou-se os fatores independentemente como sugerido pela significância da análise de variância. As comparações de médias referentes aos híbridos estudados estão apresentadas na Tabela 3.

Em relação ao número de grãos por espiga pode-se observar que os híbridos P2719, BG7318 e o Híbrido X diferem estatisticamente dos híbridos P3016 e P2501. Sendo assim, os híbridos P3016 e P2501 são os que produziram mais grãos, entretanto, os grãos produzidos por esses híbridos apresentaram menor peso de mil grãos e maior número de grãos por espiga. O Híbrido X diferiu de todos os demais apresentando maior peso de mil grãos.

Tabela 3 – Médias de rendimento, peso de mil grãos, número de espigas por planta e número de grãos por espiga de diferentes híbridos de milho.

Híbrido	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Peso de mil grãos (g)	Espigas por planta (un)	Grãos por espiga (un)
P2719VYH	12160	435,9 b	1,06	601,5 b
P3016VYHR	14299	385,6 c	1,03	718,4 a
P2501	14342	357,2 c	1,01	730,1 a
BG7318VYH	12762	422,0 b	1,03	588,6 b
HÍBRIDO X	13825	486,7 a	1,00	571,0 b
C.V. (%)	20,54	14,93	8,2	14,93

Valores seguidos da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). C.V. = coeficiente de variação.

Como o número de espigas por plantas não apresentou diferença estatística, estes fatores citados acima equivalem-se para determinar a não ocorrência de variação estatística no rendimento entre os híbridos estudados. Esta sequência ocorre nos demais híbridos deste experimento.

Perante a diferença estatística significativa dos parâmetros estudados para o fator populações de plantio, os dados obtidos foram submetidos a análise de regressão. A análise de regressão apresentada na Figura 1-A demonstra uma linha de tendência linear de aumento no rendimento de grãos juntamente com o aumento da população.

Já a Figura 1-B demonstrou uma linha de tendência cubica decrescente no número de grãos por espiga com o aumento da população de plantas. Isso porque com o aumento da população, a competição dessas plantas por luz também aumenta. A competição por luz torna-se mais importante após o florescimento (MUNDSTOCK, 1978) quando o enchimento de grãos demanda maior transferência de fotoassimilados (TAIZ *et al.*, 2017).

A Figura 1-C apresentou uma regressão não significativa, não obtendo uma relação entre os parâmetros peso de mil grãos e população de plantio. Já na figura 1-D, pode-se observar que conforme houve o aumento da população de plantas, o número de espigas por planta reduziu, o que é demonstrado por uma tendência linear decrescente. Porém, observa-se que a variação no número de espigas por planta com as populações de 50 a 100 mil plantas por hectare não superou 13,54%, o que explica o aumento da produtividade com o aumento

da população. Assim, nota-se que houve compensação da redução de número de grãos por espiga e do peso de mil grãos, já que o rendimento mantém uma tendência de aumento conforme a elevação populacional de plantas, e o mesmo não reduziu.

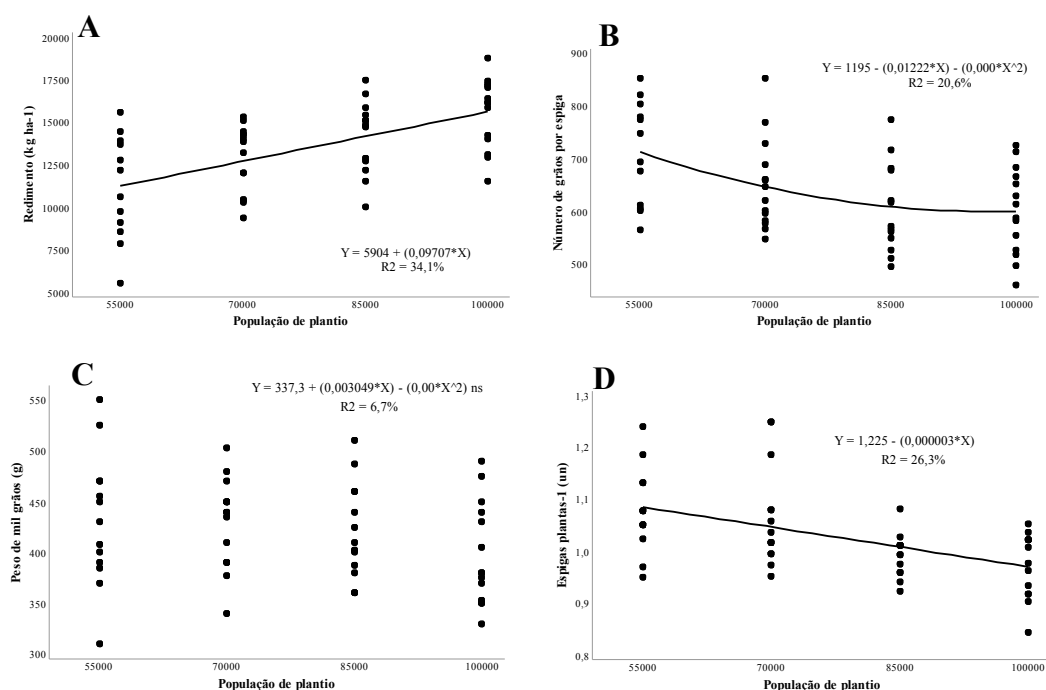


Figura 1 - Rendimento (A), número de grãos por espiga (B), peso de mil grãos (C), número de espigas por planta (D) de milho em diferentes populações de plantio, NS = não significativo.

Esses resultados corroboram PETR *et al.* (1988) que apontam que o aumento do número de espigas por metro quadrado elevou o rendimento de grãos em 36%; aumento esse proporcionado pelo aumento da população de 37000 para 81000 plantas por hectare. Para esses autores, o número de espigas por metros quadrados também compensou a redução no peso de mil grãos.

Sangoi *et al.* (2002) apud Calonego *et al.* (2011) afirmam em seu estudo que ao testar densidades crescentes de três híbridos de milho (25, 50, 75 e 100 mil plantas por hectare) foi constatado que ao utilizar baixas densidades, os híbridos de menor tecnologia obtiveram uma maior produtividade, sendo que os híbridos mais modernos exigiram uma maior população de plantas para assim alcançar a máxima produtividade. Ainda, sobre as altas densidades de plantas, de acordo com Marchão *et al.* (2005), grande parte dos híbridos que foram testados sofreram aumentos na produtividade utilizando densidades de plantas maiores que 50 mil plantas por hectare.

No presente estudo observou-se que apesar do peso de mil grãos e do número de grãos por espigas apresentarem uma tendência decrescente com o aumento da população, o maior número de espigas por área determinado pela elevação da população de plantas, foi superior a essas tendências de queda, justificando assim os resultados da elevação da produtividade em relação ao aumento da população.

Penariol *et al.* (2003), Amaral Filho *et al.* (2005) e Demetrio *et al.* (2008), ao analisarem o número de grãos por espiga, verificaram que a medida que houve aumento na densidade populacional, ocorreu uma redução do número de grãos por espiga. Já Calonego *et al.* (2011), observaram que com maiores populações houve uma maior produtividade consequência de maior número de grãos por área, pois não houve diferença na massa de cem grãos e número de grãos por espiga.

A fim de determinar a população de plantas que se destaca, a comparação de médias pelo teste Tukey (5% de significância) dos parâmetros estudados está disposta na Tabela 4. Em relação ao rendimento da produção, a população de 100 e 85 mil plantas não diferem entre si estatisticamente, sendo as populações que resultaram em melhor rendimento de produção. Calonego *et al.* (2011) comprovaram que a população de 75 mil plantas proporcionou maior produtividade de grãos, quando comparada com os resultados obtidos na população de 45 mil plantas.

Tabela 4 – Comparação entre as populações de plantas esperadas no plantio para rendimento (kg ha^{-1}), peso de mil grãos (g), número de espigas por planta e número de grãos por espiga de milho.

População	Rendimento	Peso de mil grãos	Espiga por planta	Grãos por espiga
55000	10979,1 c	434,3 a	1,09 a	696,8 a
70000	12926,1 bc	426,0 a	1,06 ab	660,8 a
85000	14109,8 ab	417,1 ab	0,99 bc	604,2 b
100000	15530,3 a	394,5 b	0,96 c	605,8 b
C.V. (%)	20,54	12,48	8,20	14,93

Valores seguidos da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). C.V. = coeficiente de variação.

Já para o parâmetro peso de mil grãos, as populações de 55.000 a 85.000 plantas não diferem entre si, porém na população de 100 mil plantas há uma diferença de menor peso de mil grãos.

O número de espigas por planta para a população de 55 mil difere estatisticamente da quantidade de espigas obtidas nas populações de 85 e 100 mil plantas. Entretanto, numericamente e transferindo para a realidade de produção, essa diferença não é expressiva e, conseqüentemente, considera-se que o número de espigas por planta foi mantido. Porém, as

maiores populações de plantas estudadas resultaram em espigas com menor quantidade de grãos.

Perante a comparação entre as populações estudadas, nota-se que essas influenciam de forma diferente nos parâmetros de produção, pois muitos fatores estão envolvidos como a competição por nutrientes, água e luz. No rendimento da produção houve um aumento da população de plantas porque as plantas mantiveram o número de espigas, o que, conseqüentemente, elevou o número de espigas por área. Salienta-se, ainda, que esses dados referem-se as condições climáticas citadas nesse experimento.

Conclusão

Pode-se concluir que o rendimento da produção foi proporcional à elevação no número da população de plantas estudadas nesse experimento, sendo as populações acima de 75 mil plantas que resultaram em um maior rendimento. Apesar da redução do número de grãos por espiga e do peso de mil grãos, ainda houve uma compensação no rendimento devido as características genéticas dos híbridos.

Referências

ALMEIDA, M. L.; MEROTTO JUNIOR, A. SANGOR, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 23-29, 2000.

AMARAL FILHO, J. P. R. do.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 467-473, 2005.

ANTUNES, J. M.; **Espaçamento reduzido no milho**, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/26329725/espacamento-reduzido-no-milho>. Acesso em: 07 mai. 2019.

APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S., RICHETTI, J., SOUZA, P. S., JOHANN, J. A. Koppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.

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

CALONEGO, J. C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N.; TIRITAN, C. S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**, v.4, n.12, p.84-90, 2011.

CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C.; MAGALHÃES, P. C. Resposta de cultura de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 1, p. 60-73, 2007.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; BRUNHARO, C. A. C. G.; FIGUEIREDO, M. R. A. Sem controle das plantas invasoras, perdas na cultura do milho podem chegar a 87%. **Visão Agrícola** (USP / ESALQ), v. 13, p. 98-101, 2015.

DEMÉTRIO, C. S.; FILHO, D. F.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Distrito Federal: EMBRAPA, 2013. 353p.

GUIMARÃES, J. L. N. **Alternativas de controle de capim amargoso e uso de plantas de cobertura para o manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado) – Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2018.

HOEFT, R. G. Desafios para obtenção de altas produtividade de milho e de soja nos EUA. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 104, p. 1-4, dez. 2003.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>. Acesso em: 07 abr. 2019.

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.

MECHI, I. A.; SANTOS, A. L. F.; RIBIRO, L. M.; CECCON, G. Infestação de plantas daninhas de difícil controle em função de anos de consórcio milho-braquiária. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 3, p. 49-54, 2018.

MUNDSTOCK, C. M. Efeitos de espaçamentos entre linhas de populações de plantas em milho (*Zea mays*) de tipo precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 13-18, 1978.

NEUMANN, M.; POCZYNEK, M.; LEÃO, G. F. M.; FIGUEIRA, D. N.; SOUZA, A. M. Desempenho de híbridos de milho para silagem cultivados em diferentes locais com três densidades populacionais. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 1, p. 49-62, 2018.

PEREIRA, V. R. F.; CHIODEROLI, C. A.; ALBIERO, D.; SILVA, A. O.; NASCIMENTO, E. M. S.; SANTOS, P. R. A. Desempenho agrônomico da cultura do milho sob diferentes arranjos espaciais no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.12, nº.5, p. 2976 – 2983, 2018.

PETR, J.; CERNY, V.; HRUSKA, L. **Yield formation in the main field crops**. New York:

Elsevier, p. 154-172, 1988.

PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeados em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, p. 52-60, 2003.

QUEIROZ, T. N.; VALIGUZSKI, A. L.; BRAGA, C. S.; SOUZA, S. A. M.; ROCHA, A. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de variedades tradicionais de milho. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 17, n. 1, p. 1-9, 2019.

ROLIM, J. I. M.; NICOLAU, F. E. A.; MOTA, A. M. D.; PINTO, A. A.; CAMARA, F. T. Desenvolvimento e produtividade do milho em sistema de plantio no cariri cearense. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 2, p. 122-131, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.