

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**  
**ENGENHARIA AGRONÔMICA**

THIAGO MARQUES DA COSTA

ESTUDO SOBRE O EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTAS E  
ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS NA CULTURA DO MILHO

BURI - SP  
2021

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**  
**ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

Thiago Marques da Costa

**ESTUDO SOBRE O EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTAS E  
ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS NA CULTURA DO MILHO**

Orientador: **Prof. Dr. Flávio Sérgio Afférri**

Trabalho de Conclusão  
de Curso apresentado no curso  
de Engenharia Agrônômica pela  
Universidade Federal de São  
Carlos – *Campus* Lagoa do Sino,  
como parte das exigências para  
obtenção do Título de Bacharel  
em Engenharia Agrônômica

**Buri -SP**

**2021**

Marques Da Costa, Thiago

Estudo sobre o efeito da densidade de plantas e o espaçamento entre linhas na cultura do milho / Thiago Marques Da Costa -- 2021.  
27f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Flávio Sérgio Afférri

Banca Examinadora: Waldir Cintra de Jesus Junior, Murilo Aparecido Voltarelli

Bibliografia

1. Densidade . 2. Espaçamento . 3. Milho. I. Marques Da Costa, Thiago. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

**THIAGO MARQUES DA COSTA**

**ESTUDO SOBRE O EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTAS E  
ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS NA CULTURA DO MILHO**

Comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso do candidato Thiago Marques Da Costa, realizada em 27/05/2021:

---

Prof. Dr. Flávio Sérgio Afféri

CCN Campus Lagos do Sino

Instituição Universidade Federal de São Carlos – UFSCar



---

Prof. Dr. Waldir Cintra de Jesus Junior

CCN Campus Lagos do Sino

Instituição Universidade Federal de São Carlos – UFSCar



---

Prof. Dr. Murilo Aparecido Voltarelli

CCN Campus Lagos do Sino

Instituição Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Buri, 27 de Maio de 2021

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus, que me concedeu força durante esta longa caminhada, e a minha família que possibilitou e me deu condições para seguir em frente.

## **EPÍGRAFE**

A nossa maior gloria não reside no fato de nunca cairmos, mas sim em  
levantarmo-nos sempre depois de cada queda.

Oliver Goldsmith

## RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas de relevância mundial, seu cultivo tem grande importância econômica, e para alimentação da população. No Brasil, o cereal tem grande relevância para diversos setores produtivos e apresenta excelentes índices produtivos devido sua variedade e adaptabilidade nas condições do país. Diversas tecnologias vêm sendo abordada em estudos com intuito de otimizar a rentabilidade e produtividade do milho. O arranjo espacial e redução do espaçamento entrelinhas são metodologias adotadas para distribuição de plantas e que podem impactar nas características de interesse para a cultura. São encontrados incrementos do desempenho agrônômico e resposta positiva na produção em experimentos com estudos de densidades e espaçamentos. Estudos demonstraram incrementos na interceptação de radiação solar, melhor aproveitamento do recurso energético no dossel, redução da competitividade e melhor aproveitamento dos recursos naturais no manejo da distância entre plantas. Verificou-se que redução no espaçamento entre linhas de milho nos estudos utilizados, uma tendência de efeito positivo na produtividade da cultura.

**Palavras-chave:** *Zea mays*. Produtividade. População. Arranjo.

## **ABSTRACT**

Corn (*Zea mays* L.) is one of the world's most important crops its cultivation has great economic importance, and for the population's food. In Brazil, the cereal has great relevance for several productive sectors and presents excellent production indexes due to its variety and adaptability to the conditions of the country. Several technologies have been approached in order to optimize the profitability and productivity of corn. The spatial arrangement and reduced spacing between lines are methodologies adopted for manipulating the distribution of plants and which may impact the characteristics of interest to the crop. Increments of agronomic performance and positive response in production are found in experiments with studies of densities and spacing. Studies have shown increases in the interception of solar radiation, better use of the energy resource in the canopy, reduced competitiveness and better use of natural resources in the management of the distance between plants. It was found that a reduction in the spacing between lines of corn in the studies used, a trend of positive effect on crop productivity.

**Keyword:** *Zea mays*. Productivity. Population. Arrangement.



## LISTA DE ABREVIATÓES

CCN = Centro de Ciências da Natureza

cm = Centímetros

CONAB = Companhia nacional de abastecimento

FAO = Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

g = Grama

ha<sup>-1</sup> = Hectares

IAF = Índice de área foliar

IBGE = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

kg = Quilograma

m = Metros

N = Nitrogênio

UFSCar = Universidade Federal de São Carlos

V% = Saturação por bases

% = Porcentagem

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	11
2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1.Produção de milho.....	13
2.2.Manejos e impactos na cultura do milho.....	14
2.3.Efeito do espaçamento na produtividade do milho.....	15
3.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
4.REFERÊNCIAS.....	21

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família Poaceae e é uma das culturas de relevância mundial, seu cultivo se faz essencial para alimentação humana e importantes cadeias produtivas do agronegócio. Seus primeiros registros datam mais de 8000 anos cultivada por diversas populações ao longo destes anos, ganhando destaque e relevância agrônômica até a atualidade (BARROS & CALADO, 2014).

A modernização dos sistemas produtivos é um dos fatores que contribuíram para o crescimento do agronegócio brasileiro, tornando a exploração desta *commodity* um elemento chave para o destaque no cenário nacional e internacional. No Brasil, o cereal é um dos mais importantes produtos agrônômicos, tendo um amplo leque de cultivares e variedades que se adaptam e atendem necessidades, condições e características específicas distintas. Os recordes em produção no país advêm do avanço tecnológico e otimização de manejos produtivos e culturais adaptados às diferentes regiões produtoras, ganhando qualidade e eficiência produtiva (OLIVEIRA et al., 2013; BRITO et al., 2017).

Como destacaram Artuzo et al. (2018), o aumento da produção do milho se dá pela ampliação da área cultivada e maior eficiência produtiva, onde em 1997 a produtividade era de 2.588 kg.ha<sup>-1</sup>, muito inferior a encontrada em 2016 de 4.178 kg.ha<sup>-1</sup> (61,43% de crescimento) no Brasil. Tecnologia, adubação e manejo produtivo estão entre as estratégias que garantiram maior produtividade para a cultura do milho, demandando integração entre ambas para o melhor resultado encontrado à campo (ROLIM et al., 2018).

Conjuntamente a estas técnicas, a escolha de melhor arranjo espacial das plantas na área foi um outro fator para elevação da produtividade. Esta alternativa pode ser implantada com o intuito de ajustar a densidade populacional e reduzir o espaçamento entre as plantas, ganhando eficiência e rendimento final na produção. A melhor distribuição espacial e temporal das plantas de milho modifica o estande convencional adotado em práticas anteriores, no entanto esta manipulação no arranjo das lavouras afetam o

desempenho agrônômico e indicadores produtivos da cultura (DEMÉTRIO et al., 2008; ZOZ et al., 2019; SANGOI et al., 2019).

Diversos fatores estão relacionados à readequação da população, uniformidade e distribuição das plantas de milho, podendo interferir, positivamente, nos elementos de resposta na alta produtividade da cultura. Somados às técnicas nutricionais, operações mecanizadas e outras tecnologias associadas ao campo, o plantio mais adensado busca maior rendimento de grãos e produtividade, quando comparado a outros modelos (MODOLO et al., 2010; STORCK et al., 2015).

Neste sentido, esta revisão bibliográfica tem por objetivo compreender o efeito da densidade de plantas e a redução do espaçamento entrelinhas na produtividade da cultura do milho.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. PRODUÇÃO DE MILHO

O milho é uma das culturas mais produzidas no mundo e de grande importância em diversos setores econômicos e sociais. Por fazer parte do hábito alimentar de muitas culturas, o cultivo desta, data desde os primórdios da agricultura, ganhando maior destaque e relevância ao longo dos anos, até a atualidade (GALVÃO et al., 2014).

Dados da FAO (2020) apresentaram uma produção mundial de milho para o ano de 2019 de 1,14 bilhões de toneladas e 197,2 milhões de hectares plantados, destacando o potencial e valor da cultura para diversos países. Os Estados Unidos detém a maior produção, com 355,6 milhões de toneladas, seguidos da China e Brasil. Os países do continente americano são responsáveis por 49% de toda produção e a Ásia com 32,2%.

No Brasil, os indicadores são igualmente positivos. A safra 2020 obteve números muito promissores, sendo 103,2 milhões de toneladas produzidos ao longo do território, alcançando rendimento médio para o milho 1ª safra 4.436 kg.ha<sup>-1</sup> e de 2ª safra 5.732 kg.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2021). As estimativas para safra 2020/21 é um crescimento de 2,91% na produção, 3,06% na área colhida e uma leve queda de 0,15% na produtividade, passando para 5.524 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2021; IBGE, 2021).

Apesar da ampla distribuição produtiva do milho na maioria dos estados brasileiros, as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste são as de maior destaque. O estado do Mato Grosso corresponde à 34,3% do montante produzido no país, caracterizando a região como a de melhor resultado no cultivo da cultura (CONAB, 2021).

De todo volume produzido no Brasil, a maioria deste é destinado ao mercado interno (66,95%), principalmente para o abastecimento da agroindústria de produção animal. Com o avanço da pecuária brasileira, eleva-se a demanda por ração nas diversas cadeias produtivas do setor, aquecendo o mercado nacional do milho. Destes segmentos, a avicultura de corte e a suinocultura lideram o ranking de consumo do grão para o abastecimento e produtividade de suas produções. Para além do consumo interno, o milho é um importante *commodity* de exportação, onde o Brasil está entre os maiores exportadores do

grão, igualmente destinado à produção animal em diversos outros países (DUARTE, GARCIA & MIRANDA, 2015; CONAB, 2021).

Este crescimento em potencial do setor agrícola brasileiro tem fomentado estudos sobre tecnologias, novas estratégias produtivas e manejos que contribuam para melhor qualidade e aumento da produtividade das lavouras, desde inovações da agricultura de precisão até práticas culturais mais promissoras. Para além de todo ganho genético e desenvolvimento de novas cultivares mais adaptadas e de melhores respostas produtivas, os estudos de novos métodos e arranjos populacionais resultam em melhores respostas para a cultura e ganhos no rendimento e rentabilidade da lavoura (MODOLO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2013).

## 2.2. MANEJOS E IMPACTOS NA CULTURA DO MILHO

A evolução do cenário de produção da cultura do milho nos últimos anos consolida importantes avanços e incrementos nas lavouras que refletem as safras recordes produzidas atualmente. Desde práticas mais simples até alta tecnologias, todas contribuíram para um agro ecossistema mais eficiente, com melhores índices qualitativo e quantitativos para este setor agrícola (GALVÃO et al., 2015).

A melhor compreensão das características edafoclimáticas e seu impacto na produção vegetal, possibilitou que novas estratégias fossem aplicadas com a finalidade de otimizar tais condições para o melhor desenvolvimento da cultura. Debiasi et al. (2010) apresentaram a compactação do solo como um dos grandes causadores de perdas produtivas e econômicas devido sua maior resistência ao crescimento das raízes e menor disponibilidade de recursos e nutrientes. Como alternativa, o uso de plantas de cobertura de inverno foi capaz de atenuar os efeitos negativos da compactação.

Os estudos quando a época e aplicação de nutrientes, principalmente a adubação nitrogenada para o milho, trouxe grande incremento na produtividade e na produção destes grãos. O correto fornecimento de nitrogênio (N), por exemplo, pode ser responsável por promover acréscimo no tamanho de espigas e produtividade de grãos, aspecto de grande importância para a sustentabilidade da produção agrícola (ZOZ et al., 2019).

Conjuntamente às práticas culturais destacadas, o monitoramento e acompanhamento dos mapas de zoneamento climático e janela de plantio adequado para a cultura do milho, são fundamentais para o pleno desempenho agrônômico da cultura. Isso pelo fato destes recursos aumentar a garantia de condições climáticas e disponibilidade hídrica adequada para a sua semeadura, gerando poucos custos de produção e grande impacto no desempenho da lavoura (SANGOI et al., 2006; ALMEIDA, 2017).

Garantido os fatores iniciais de plantio e condução da cultura do milho, o arranjo e disposição da lavoura pode interferir na sua fisiologia e eficiência da produção, onde a alteração da densidade, distribuição espacial e temporal das plantas refletem no seu crescimento e desenvolvimento. Isso se dá pela relevância na interceptação e conversão da radiação fotossinteticamente ativa pela área foliar, otimizando o potencial produtivo da cultura e ganhos expressivos na sua produção final (SANGOI et al., 2010; PELLIZZARO et al., 2019).

Diante das estratégias de modificar o arranjo espacial, a densidade é a que possui maior interferência, uma vez que pequenas alterações afetam consideravelmente o rendimento de grãos. Já a variabilidade na distribuição espacial e uniformidade das plantas na lavoura otimiza a mecanização das operações, elevando o rendimento das ações fitotécnicas, resultando no melhor aproveitamento dos fatores ambientais favoráveis e ganhos agrônômicos (STORCK et al., 2015).

Neste sentido, avaliações da resposta da cultura frente a combinações, e cenários de diferentes densidades e espaçamentos entre linhas, são alvos de grande interesse por se tratar de um manejo cultural de fácil adoção e rápido retorno ao produtor (AFFÉRI et al., 2008; SANGOI et al., 2013).

### 2.3. EFEITO DO ESPAÇAMENTO NA PRODUTIVIDADE DO MILHO

Os rearranjos buscando redução do espaçamento e elevação da densidade populacional do milho, está sendo estudado por diversos autores há algum tempo, para compreenderem os efeitos destes modelos na produtividade do milho. Sabe-se que a fotossíntese é fundamental para as espécies vegetais e a maior disponibilidade de radiação para este processo, impacta diretamente no melhor desempenho da cultura. Conjuntamente ao arranjo espacial, novos

genótipos, híbridos e materiais contribuem para a maior produtividade da cultura (ARGENTA et al., 2001; DEMÉTRIO et al., 2008; KAPPERS et al., 2011).

Modelos produtivos que propõem redução do espaçamento entre as linhas no milho, visam aumentar a absorção da radiação solar, reduzir o fornecimento de luz para plantas daninhas, reduzindo a competição por nutrientes. Este menor espaçamento adotado desfavorece a competição intraespecífica entre plantas de milho e plantas espontâneas. Neste sentido, a melhor interceptação solar se torna um fator potencializador do rendimento e a biomassa da cultura (KUNZ et al., 2007; LIMA, ALVAREZ & CONTARDI, 2016).

Com maior captação da radiação fotossinteticamente ativa pelas plantas e melhor arquitetura foliar, a competição por água e nutrientes do solo são diminuídas quando comparada à espaçamentos maiores. Marchão et al. (2006) evidenciaram a importância de híbridos com arquitetura mais ereta, o que beneficia a interceptação e eficiência no uso da luz solar no dossel da lavoura, sendo mais um elemento favorável no cultivo adensado. Monteiro & Stöcker (2020) correlacionam alguns híbridos que sofrem incremento da altura de plantas em relação à redução do espaçamento entrelinhas, destacando a tecnologia como fator de ganho de produtividade de grãos.

Os autores ainda identificam o aumento do índice de área foliar (IAF) decorrente do rearranjo produtivo e populacional, o que também contribui com características agronômicas desejáveis para a produtividade final da cultura. Essas qualidades atribuídas ao material genético, também são apresentadas como potencializador dos ganhos por Stacciarini et al. (2010), onde apresentaram o híbrido 30K75 com genótipo de arquitetura foliar ereta, essencial para melhor aproveitamento dos recursos energéticos e conversão produtiva.

Takasu et al. (2014) corroboram com o argumento da maior penetração de radiação reduzir a competição intraespecífica por recursos e, conseqüentemente, uma resposta positiva no número de grãos por espiga. O maior adensamento das plantas de milho favorece o sombreamento abaixo do dossel, sendo um elemento desfavorável para o crescimento de plantas como tiriricão (*Cyperus esculentus*) e caruru gigante (*Amaranthus retroflexus*) (DIAS, MONDO & CICERO, 2010).

Argenta et al. (2001) já haviam observado um incremento médio de 716 kg.ha<sup>-1</sup> no rendimento do grão do milho, para cada 20 cm (100 para 40 cm) de



redução do espaçamento. No mesmo estudo, constatou impacto positivo para número de espigas por planta, grãos por espiga e peso de mil grãos para os materiais estudados com a redução do espaçamento, em situação ótima para planta com controle hídrico, nutricional, e sanitário, conduzido em solo Argilossolo Vermelho Distrófico Típico.

De acordo com Boiago et al. (2017), os cinco híbridos estudados tiveram efeito significativo para espaçamento. Houve aumento da produtividade quando reduzido o espaçamento entre linhas de 80 cm para 45 cm, evidenciando os ganhos da estratégia. Nas análises, foi possível encontrar incremento na produtividade média de 26% no híbrido CD 393, chegando a 59% para CD 384HX.

Demétrio et al. (2008) destacam que a densidade populacional é uma das alternativas de maior efeito no rendimento de grãos de milho, sendo uma metodologia simples e de grande efeito no rendimento final da cultura. Suas análises concluem que a produtividade se elevaram com a redução do espaçamento entre linhas, elencando como melhor arranjo para os híbridos testados uma densidade populacional de 75-80 mil plantas por hectare sob 0,40 m de espaçamento entre linhas, testado em Latossolo Vermelho Eutrófico Típico com 57,2% de V% (saturação por bases). Arranjos superiores a estes, apesar de elevar altura de planta e inserção de espigas, afetam a produtividade dos mesmos, corroborando com Sangoi et al. (2006) e Sangoi et al. (2013).

Sobre a densidade populacional, Amaral-Filho et al. (2005) também observaram incrementos para as variáveis de estimativa de clorofila, massa de 1000 grãos (g) e produtividade de grãos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para um arranjo populacional de 80.000 plantas por hectare e espaçamento de 0,60 m, quando comparado aos demais elementos. Os autores ainda destacam que o aumento da massa de 1.000 grãos possui interação com espaçamento e densidade populacional, apresentando elevação do seu valor com espaçamento 0,60 m e 40.000 plantas por  $\text{ha}^{-1}$ .

Quando compararam populações de 60.000 e 75.000 plantas. $\text{ha}^{-1}$ , Zoz et al. (2018) identificaram uma redução na produtividade de grãos 25,7% nesta última densidade, quando comparada à primeira. Em seus estudos, os autores puderam verificar também um aumento no número de grãos por espiga em função da redução da densidade populacional, devido o experimento ser

realizado com densidades acima do recomendado para o material na época de 2º safra, onde o recomendado era de 55.000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

A manipulação espacial das plantas também otimiza o aproveitamento dos recursos naturais e nutrientes, fatores igualmente importantes para a produtividade e qualidade final da cultura. No entanto, há de se considerar um limite entre a redução do espaçamento e o aumento da competitividade por estes recursos entre as plantas, fator este que leva a redução dos ganhos esperados. Como destacado por Vian et al. (2016), a produtividade de grãos tem grande correlação com a variabilidade espacial, sendo a população final de plantas um fator importante para a produtividade da cultura.

Destaca-se que o espaçamento de 0,45 m entre linhas apresentou a melhor correlação com diâmetro do colmo, comprimento e diâmetro de espiga, porém refletiu na diminuição da massa de 100 grãos (KAPPERS et al., 2011; FOLONI et al., 2014). Quando integrado o espaçamento de 0,40 m entrelinhas, Farinelli, Penariol & Fornasieri Filho (2012) obtiveram efeito positivo na produtividade de grãos, apresentando um valor médio de 7.842 kg.ha<sup>-1</sup>. Com relação à densidade populacional, para os híbridos BR 473 e AG 9010 cultivados no município de Jaboticabal/SP, com controle de nutrição, a produtividade de grãos obteve destaque no intervalo populacional entre 60.000 e 80.000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

Foloni et al. (2014) trazem os avanços tecnológicos e a modernização dos maquinários como um propulsor dessas metodologias. Estas permitem maior variação nos arranjos, propondo novas recomendações de espaçamentos que favoreçam a cultivar e os fatores edafoclimáticos das áreas de interesse. Os autores ainda elencam outras vantagens potenciais deste incremento na capacidade produtiva, como otimização no uso de fertilizante, maior uniformidade para aplicações, melhor manejo do sistema de cultivo e maior cobertura inicial do solo reduzindo a pressão de plantas daninhas.

Assim, Argenta et al. (2001) e Demétrio et al. (2008), Lima, Alvarez & Contardi (2016) concordam com os efeitos positivos da redução do espaço entre as fileiras até determinada densidade, e a melhor interação com os recursos na cultura do milho, sendo estes resultados muito promissores para embasar estratégias de manipulação do arranjo espacial na lavoura, mesmo em produtividade de grãos abaixo da média nacional.

As análises realizadas pelos autores destacam o incremento na densidade populacional à produtividade de grãos em decorrência da adoção do espaçamento de 45 cm. Estes resultados estão de acordo com Silva et al. (2014) que apresentaram uma elevação de 17,2% na produtividade de grãos com este mesmo espaçamento entre linhas, quando comparado à 0,90 m. Já a densidade populacional, 80.000 plantas.ha<sup>-1</sup> obteve um aumento de 13,6% na produtividade de grãos quando comparado à 40.000 plantas.ha<sup>-1</sup>.

Segundo os autores Brachtvogel et al. (2009), a produtividade de grãos apresentou influência da população de plantas em que o teste foi conduzido, chegando a uma produção máxima estimada de 12.528 kg.ha<sup>-1</sup> em uma densidade populacional de 67.167 plantas.ha<sup>-1</sup>. Para os dois híbridos testados, a resposta no aumento da produtividade pôde ser observada a partir de populações de 30.000 plantas, chegando à 70.000 plantas por hectares. A partir de 90.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, a produtividade apresentou decréscimo em seus valores, independente do arranjo de espaçamento adotado no experimento.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os presentes estudos apresentaram impactos positivos com a redução no espaçamento entre linhas para o cultivo do milho em diversas condições até certo ponto, em condições ótimas de cultivo e alto investimento, o espaçamento de 0,45 m se torna interessante devido sua ótima cobertura inicial do solo e aproveitamento dos recursos disponíveis.

A população de planta também mostrou efeito na produtividade, com densidades específicas em cada pesquisa, demonstrando a importância de estudos desta natureza, para auxiliarem na tomada de decisão, adaptando em relação ao local que será implantado o cultivo.

Outros ganhos observados neste manejo estão relacionados ao melhor aproveitamento dos recursos naturais e nutricionais, quando disponíveis, tendo maior interceptação da radiação pelas folhas e maior competitividade das plantas de milho em relação às plantas daninhas.

Os resultados se tornaram positivos quando os diversos fatores fisiológicos, populacional, sanitário, entre outros fatores limitantes, estavam adequadas as recomendações, se não respeitada as necessidades das plantas de milho, o adensamento pode apresentar resultado negativo.

#### 4. REFERÊNCIAS

AFFÉRI, F.S.; MARTINS, E.P.; PELUZIO, J.M.; FIDELIS, R.R.; RODRIGUES, H.V. ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE SEMEADURA PARA A CULTURADO MILHO, EM PLANTIO TARDIO, NO ESTADO DO TOCANTINS. Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 38, n. 2, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/4174/3668>. Acesso em 19/02/2021.

ALMEIDA, G.O. CULTIVO DE MILHO E SOJA EM SOLOS SOB DIFERENTES TIPOS DE MANEJO. Universidade Federal de São João Del Rei, Dissertação em Ciências Agrárias, MG, 2017. Disponível em: [https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgca/Disseratcao%20Gabriela %20Oliveira\\_27\\_11\\_2017.pdf](https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgca/Disseratcao%20Gabriela%20Oliveira_27_11_2017.pdf). Acesso em 05/04/2021.

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 Ciências de Solo, vol. 29, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v29n3/25747.pdf>. Acesso em 19/02/2021.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; MANJABOSCO, E.A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol. 36, n. 1, Brasília, DF, 2001. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2001000100009&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2001000100009&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em 22/01/2021.

ARTUZO, F.D.; FOGUESATTO, C.R.; SOUZA, A.R.L.de; SILVA, L.X.da. Gestão de custos na produção de milho e soja. Revista brasileira de gestão e negócio, vol. 20, n. 2, São Paulo, SP, 2018. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-48922018000200273&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-48922018000200273&script=sci_arttext). Acesso em 22/01/2021.

BARROS, J.F.; CALADO, J.G. A Cultura do Milho. Universidade de Évora. 2014. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>. Acesso em 10/02/2021.

BOIAGO, R.G.F.S.R.; MATEUS, R.P.G.; SCHUELTER, A.R.; BARRETO, R.R.; SILVA, G.J.; SCHUSTER, I. COMBINAÇÃO DE ESPAÇAMENTO ENTRELINHAS E DENSIDADE POPULACIONAL NO AUMENTO DA

PRODUTIVIDADE EM MILHO. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, vol. 16, n. 3, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/322647940\\_COMBINACAO\\_DE\\_ESPACAMENTO\\_ENTRELINHAS\\_E\\_DENSIDADE\\_POPULACIONAL\\_NO\\_AUMENTO\\_DA\\_PRODUTIVIDADE\\_EM\\_MILHO](https://www.researchgate.net/publication/322647940_COMBINACAO_DE_ESPACAMENTO_ENTRELINHAS_E_DENSIDADE_POPULACIONAL_NO_AUMENTO_DA_PRODUTIVIDADE_EM_MILHO). Acesso em 25/01/2021.

BRACHTVOFEL, E.L.; PEREIRA, F.R.S.; CRUZ, S.C.S.; BICUDO, S.L. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. Ciência Rural, vol. 29, n. 8, Santa Maria, SC, 2009. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/204535691.pdf>. Acesso em 19/02/2021.

BRITO, L.F.; GALVÃO, J.C.C.; GIEHL, J.; CAMPOS, S.A.; COELHO, S.P. Agronomic traits and yield of organic maize under no-tillage system. Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 47, n.1, Goiânia, GO, 2017. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/42774/22658>. Acesso em 10/02/2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Portal de Informações Agropecuárias – Milho, 2021. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/produtos-360.html>. Acesso em 25/02/2021.

DEBIASI, H.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R.; CONTE, O.; KAMIMURA, K.M. Produtividade de soja e milho após cobertura de inverno e descompactação mecânica do solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol. 45, n. 6, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96535/000774862.pdf?sequence=1>. Acesso em 10/02/2021.

DEMÉTRIO, C.D.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol. 43, n. 12, Brasília, DF, 2008. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2008001200008&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2008001200008&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em 03/03/2021.

DIAS, M.A.N.; MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M. Vigor de sementes de milho associado à mato-competição. Revista Brasileira de Sementes, vol. 32, n. 2, Londrina, PR, 2010. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-3122201000200011](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-3122201000200011). Acesso em 25/02/2021.

DUARTE, J.O.; GARCIA, J.C.; MIRANDA, R.A. Mercado e comercialização. Embapa Milho e Sorgo: Sistema de Produção, 1, 2015. Disponível em: [https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaolf6\\_1ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaold=7905&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicold=8668](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=7905&p_r_p_-996514994_topicold=8668). Acesso em 10/02/2021.

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, vol. 40, n.1, Jaboticabal, SP, 2012. Disponível em: <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/viewFile/325/204>. Acesso em 12/01/2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). FAOSTAT, 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em 25/02/2021.

FOLONI, J.S.S.; CALONEGO, J.C.; CATUCHI, T.A.; BELLEGGIA, N.A.; TIRITAN, C.S.; BARBOSA, A.M. CULTIVARES DE MILHO EM DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS COM ESPAÇAMENTO REDUZIDO NA SAFRINHA. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, vol. 13, n. 3, 2014. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/499>. Acesso em 10/02/2021.

GALVAO, J.C.C.; MIRANDA, G.C.; TROGELLO, E. FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. Revista Ceres, vol. 61, Viçosa, MG, 2015. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034737X201400070000&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034737X201400070000&lng=pt&nrm=iso). Acesso em 25/02/2021.

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V.; TROGELLO, E.; FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. Revista Ceres, vol. 61, Viçosa, MG, 2014. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2014000700007](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2014000700007). Acesso em 19/02/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - janeiro 2021, 2021.

Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em 25/02/2021.

KAPPERS, C.; ANDRADE, J.A.C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A.C.de: ARF, M.V.; FERREIRA, J.P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de planta. *Bragantia*, 70, n. 2, Campinas, SP, 2011. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S000687052011000200012&script=sci\\_arttext&lng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S000687052011000200012&script=sci_arttext&lng=pt). Acesso em 19/02/2021.

KUNZ, J.H.; BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; HECKLER, B.M.M.; COMIRAM, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 42, n. 11, Brasília, DF, 2007. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2007001100001](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007001100001). Acesso em 03/03/2021.

LIMA, S.F.de: ALVAREZ, R.C.F.; CONTARDI, L.M. Influência do espaçamento entre linhas em características fitotécnicas e acúmulo de massa seca de híbridos de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, vol. 12, n. 4, 2016. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/2408>. Acesso em 15/01/2021.

MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M.; XIMENES, A. INTERCEPTAÇÃO DA RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA E RENDIMENTO DE GRÃOS DO MILHO ADENSADO. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, vol. 5, n. 2, 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/237658901\\_Interceptacao\\_da\\_Radiacao\\_Fotossinteticamente\\_Ativa\\_e\\_Rendimento\\_de\\_Graos\\_do\\_Milho\\_Adensado](https://www.researchgate.net/publication/237658901_Interceptacao_da_Radiacao_Fotossinteticamente_Ativa_e_Rendimento_de_Graos_do_Milho_Adensado). Acesso em 19/02/2021.

MODOLO, A.J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E.M.; TROGELLO, E.; SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 41, n. 3, Fortaleza, CE, 2010. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-66902010000300016&lng=en&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902010000300016&lng=en&nrm=iso). Acesso em 10/02/2021.

MONTEIRO, A.B.; STÖCKER, C.M. Espaçamento entrelinhas de semeadura e produtividade da cultura do milho irrigado por aspersão. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, vol. 8, n. 4, 2020. Disponível em:



<https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/567/258>. Acesso em 14/03/2021.

OLIVEIRA, P.de; NASCENTE, A.S.; KLUTHCOUSKI, J.; PORTES, T.A. Crescimento e produtividade de milho em função da cultura antecessora. Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 43, n. 3, Goiânia, GO, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pat/v43n3/a05.pdf>. Acesso em 05/04/2021.

PELLIZZARO, E.C.; ALBRECHT, L.P.; KRENCHUCSKI, F.H.; ALBRECHT, A.J.P.; MIGLIAVACCA, R.A. Redução no espaçamento do milho em solos de baixa altitude. Revista de Ciências Agrárias, vol. 42, n. 2, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v42n2/v42n2a22.pdf>. Acesso em 19/02/2021.

ROLIM, R.R.; PINTO, A.A.; CAMARA, F.T. da; MOTA, A.M.D.; SILVA, C.S.da. PRODUTIVIDADE E RENTABILIDADE DO MILHO EM FUNÇÃO DO MANEJO DA ADUBAÇÃO NA REGIÃO DO CARIRI-CE. Revista Científica Rural, vol. 20, n.1, Bagé, RS, 2018. Disponível em: <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/292>. Acesso em 22/01/2021.

STACCIARINI, T.C.V.; CASTRO, P.H.C.de; BORGES, M.A.; GUERIN, H.F.; MORAES, P.A.C.; GOTARDO, M. Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. Revista Ceres, vol. 57, n. 4, Viçosa, MG, 2010. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2010000400012&lng=en&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2010000400012&lng=en&nrm=iso). Acesso em 21/01/2021.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; DURLI, M.M.; LEOLATO, L.S.; COELHO, A.E.; KUNESKI, H.F.; OLIVEIRA, V.L. ESTRATÉGIAS DE MANEJO DO ARRANJO DE PLANTAS VISANDO OTIMIZAR A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DO MILHO. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, vol. 18, n. 1, 2019. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/956/1408>. Acesso em 20/12/2020.

SANGOI, L., SCHMITT, A., VIEIRA, J., PICOLI JR, G. J., DE SOUZA, C. A., CASA, R. T., HORN, D. Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, vol. 11, n. 3, 268-277, 2013. Acesso em 03/03/2021.

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; SCHMITT, A.; PÍCOLI JR, G.J.; VARGAS, V.P.; VIEIRA, J.; SIEGA, E.; CARNIEL, G. Perfilamento e prolificidade como

características estabilizadoras do rendimento de grãos do milho em diferentes densidades. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, vol. 9, p.254-265, 2010b. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/333/419>. Acesso em 22/01/2021.

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.E.; SILVA, P.R.F.; HORN, D.; SCHIMITT.; SCHWEITZER, C.; MOTTER, F. Rendimento de grãos e margem bruta de cultivares de milho com variabilidade genética contrastante em diferentes sistemas de manejo. Ciência Rural, Santa Maria, v.36, 2006. Acesso em 25/02/2021.

SILVA, A.F. da; SCHONINGER, E.L.; CAIONE, G.; KUFFEL, C.; CARVALHO, M.A.C. PRODUTIVIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO EM FUNÇÃO DO ESPAÇAMENTO E DA POPULAÇÃO DE PLANTAS EM SISTEMA DE PLANTIO CONVENCIONAL. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, vol. 13, n. 2, 2014. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/463>. Acesso em 05/04/2021.

STORCK, L.; MODOLO, A.J.; BRUM, B.; TROGELLO, E.; FRANCHIN, M.F.; ADAMI, P.F. Medida de regularidade do espaçamento de plantas de milho em diferentes sistemas de manejo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol. 19, n. 1, Campina Grande, PA, 2015. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-4366201500100039&lng=en&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-4366201500100039&lng=en&nrm=iso). Acesso em 10/02/2021.

TAKASU, A.R.; RODRIGUES, R.A.F.; GOES, R.J.; ARF, O.; HAGA, K.I. Desempenho agrônômico do milho sob diferentes arranjos populacionais e espaçamento entrelinhas. Revista Agrarian, vol. 7, n. 23, 2014. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/2270/1668>. Acesso em 22/01/2021.

VIAN, A.L.; SANTI, A.L.; AMADO, T.J.C.; CHERUBIN, M.R.; SIMON, D.H.; DAMIAN, J.M; BREDEMEIER, C. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. Ciência Rural, vol. 46, n. 3, Santa Maria, SC, 2016. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/185874/001079446.pdf?sequence=1>. Acesso em 07/05/2021.

ZOZ, T.; LANA, M.C.; STEINER, F. ZOZ, A.; ZOZ, J.; ZUFFO, A.M. DENSIDADE POPULACIONAL, ESPAÇAMENTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA

SEMEADURA DE MILHO DE SEGUNDA SAFRA. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá, PR, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/5969/3362>.

Acesso em 03/03/2021.

ZOZ, T.; LANA, M.C.; STEINER, F.; ZOZ, A.; ZOZ, J.; ZUFFO, A.M. DENSIDADE POPULACIONAL, ESPAÇAMENTO E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA SEMEADURA DE MILHO DE SEGUNDA SAFRA. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, vol. 12, n. 1, Maringá, PR, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/5969/3362>.

Acesso em 08/04/2021.