

UNIGUAÇU – UNIÃO DE ENSINO SUPERIOR DO IGUAÇU LTDA
FAESI – FACULDADE DE ENSINO SUPERIOR DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU
ENGENHARIA AGRÔNOMICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

THIAGO SIMEK WERLANG

**COMPORTAMENTO PRODUTIVO DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB
DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS: REVISÃO DE
LITERATURA**

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU

2021

THIAGO SIMEK WERLANG

**COMPORTAMENTO PRODUTIVO DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB
DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS: REVISÃO DE
LITERATURA**

Monografia apresentada à Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu, como parte das exigências do curso, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Dr. Fábio Corbari

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

THIAGO SIMEK WERLANG

COMPORTAMENTO PRODUTIVO DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado, sob a orientação do Professor Fábio Corbari, aprovado como requisito para obtenção do grau no curso de Engenharia Agrônômica da FAESI – Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Rodrigo Tinini

UNIGUAÇU/FAESI – Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu

Prof. Dr. Jansller Luiz Genova

UNIGUAÇU/FAESI – Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu

Prof. Dr. Fábio Corbari

UNIGUAÇU/FAESI – Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU, 23 de novembro de 2021

A meus pais Luis Antonio e Bernadete,
que me ajudaram durante os anos de minha
graduação, proporcionando que eu
concluísse esta fase da minha vida. A todos
os produtores rurais da região de Medianeira.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me guiou em todos os momentos e esteve ao meu lado sempre. Não somente nesses anos de faculdade, mas em todos os momentos de minha vida, me dando forças para superar os obstáculos e me presenteando com tantas graças.

À Gabrieli Moura, minha namorada que me ajudou e me apoiou em todos os anos de faculdade.

À Faculdade Uniguaçu - Faesi de São Miguel do Iguaçu, e a todo corpo docente do curso de Agronomia, pelas oportunidades e ensinamentos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio Corbari, pelo exemplo de profissional e de pessoa, pelo ensinamento e dedicação para a realização deste trabalho.

Muito obrigado a todos!

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	JUSTIFICATIVA	4
3	OBJETIVOS	5
	3.1 OBJETIVO GERAL.....	5
	3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4	REVISÃO DE LITERATURA	6
	4.1 MILHO (ZEA MAYS L.)	6
	4.2 PRODUÇÃO DO MILHO NO BRASIL.....	7
	4.3 ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS	7
	4.4 DENSIDADE POPULACIONAL.....	8
5	MATERIAL E MÉTODOS	10
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
	6.1 ARTIGO 1: COMPORTAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO A DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS	11
	6.2 ARTIGO 2: COMPORTAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB DIFERENTES ARRANJOS POPULACIONAIS	14
	6.3 ARTIGO 3: COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DE MILHO HÍBRIDO Bt SUBMETIDO A DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS.....	17
	6.4 ANÁLISE SISTEMÁTICA DA DENSIDADE POPULACIONAL DO MILHO	20
7	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Efeito nas características agronômicas altura de planta (cm) e altura de espiga (cm).....	12
Figura 2 – Efeito no diâmetro de colmo (mm).....	12
Figura 3 – Resposta de número de espigas por planta e número de espigas por hectare.....	13
Figura 4 – Resposta do teor de clorofila.....	13
Figura 5 – Análise de regressão para os diferentes híbridos.....	16
Figura 6 – Efeito da densidade populacional sobre a altura de planta.....	17
Figura 7 – Efeito da densidade populacional sobre altura de inserção de primeira espiga.....	18
Figura 8 – Efeito da densidade populacional sobre a massa de mil grãos (kg).....	18
Figura 9 – Efeito da densidade populacional sobre a produtividade de grãos de milho (kg.ha ⁻¹).....	19
Figura 10 – Efeito das densidades populacionais sobre grãos ardidos de milho (%)...	19

RESUMO

O milho (*Zea mays L.*) é um dos principais cereais produzidos no mundo, sendo este um fator determinante para concentrar diversos estudos sobre esta cultura. Pontua-se que o emprego de adequadas práticas culturais está relacionado diretamente com a alta produtividade de grãos. Portanto, o presente estudo teve por objetivo elaborar uma revisão de literatura sobre o comportamento da cultura do milho em diferentes densidades populacionais. O milho possui baixa capacidade de preencher espaços vazios, de modo que qualquer mudança na população de plantas pode afetar negativamente a produtividade. Sendo assim, considerando que uma das alternativas para se obter grandes rendimentos na cultura do milho é escolher adensamento adequado de plantas, verifica-se que o estudo sobre o assunto é de extrema importância para que a cultura possa expressar todo o seu potencial. Dessa maneira, pode-se concluir com a presente pesquisa que o aumento da densidade populacional de plantas de milho pode proporcionar maior rendimento de grãos, devendo tal prática estar associada com as particularidades de cada local e exigidas pela cultivar plantada.

Palavras-chave: Agricultura; Milho; Densidade populacional; Produtividade.

ABSTRACT

The corn (*Zea mays L.*) it is one of the most cultivated grains in the world, making it the reason for many studies about its crop. Have in mind that the use of appropriate cultural practices is directly related to high grain yield. Therefore, this case study had as its main goal the literature's review on the behaviour of a corn crop at different populational densities. Corn has a low capacity to fill empty spaces, so any change in plant population can negatively affect the productivity. Therefore, considering that one of the alternatives to obtain high yields in maize crops is to choose adequate density of plants, it appears that the study of the subject is extremely important so that culture can express its full potential. In conclusion, the case study showed us that the increase of the populational density of corn could provide a better income, and it should be associated with the analyses of each place and requested by the growing crops.

Keywords: Agriculture; Corn; Population density; Productivity.

1 INTRODUÇÃO

O milho alcançou um patamar de maior cultura produzida no mundo com o passar dos anos, sendo a única cultura a ultrapassar 1 bilhão de toneladas, superando o trigo e o arroz. Em termos de produção, a cultivar ainda se nota pelos outros usos. É relatado que o milho possui mais de 3.500 aplicações, além de ter uma relevância na segurança alimentar, na alimentação humana e animal, possibilitando a produção do milho com várias finalidades (MIRANDA, 2018).

Os grãos podem ser usados na produção de açúcares especiais, colas, fabricação de óleos, na alimentação humana e de animais. Ainda, o milho apresenta uma enorme importância social, já que é cultivado praticamente em todo o Brasil e em diversos níveis de tecnologia (PALHARES, 2003).

Os Estados Unidos atualmente é o maior produtor de milho e deve alcançar 31,8% dos 1.197,77 milhões de toneladas esperados da produção de milho para a safra 2021/2022 em todo o mundo, sendo que junto com a China e Brasil, produzem mais de 60% de todo o milho produzido no mundo (FARMNEWS, 2021).

Pesquisas têm mostrado que a diminuição do espaçamento entre linhas e o incremento na densidade populacional sugere diversas vantagens, como ganhos significativos no rendimento da produtividade em razão da otimização do uso de fatores de produção como água, luz e nutrientes (DEMÉTRIO et al., 2008). Por isso, o adensamento de plantas de milho é devido a maior eficiência na interceptação e utilização da radiação solar, incrementando o rendimento de grãos (SANGOI, 2000).

Entretanto, o emprego das práticas mencionadas anteriormente pode promover consequências negativas quando adotadas de maneira inadequada, fazendo com que o estudo sobre o assunto seja de extrema importância para que a cultura possa expressar todo o seu potencial no que se refere a produtividade.

Portanto, o presente estudo objetivou elaborar uma revisão de literatura sobre o comportamento produtivo da cultura do milho sob diferentes densidades populacionais.

2 JUSTIFICATIVA

A importância econômica do milho é caracterizada em razão das diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão na alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, ou seja, cerca de 70% no mundo.

Neste sentido, ressalta-se que a utilização de adequadas práticas culturais está relacionada diretamente com a alta produtividade de grãos.

O milho apresenta baixa capacidade de preencher espaços vazios, devido ao raro perfilhamento e limitada capacidade de expansão foliar e baixa prolificidade; portanto, qualquer mudança no arranjo espacial ou na população de plantas pode afetar diretamente a produtividade, de modo que uma das alternativas para se obter grandes rendimentos na cultura do milho é selecionar adensamento adequado de plantas (SANGOI et al, 2010).

A plantabilidade e a densidade populacional da cultura do milho são fatores importantes na composição produtiva do cereal. No entanto, embora haja muitas pesquisas que abordam densidades populacionais indicadas em regiões específicas e com materiais genéticos diferentes, busca-se, com esse estudo, uma sistematização dessas informações para auxiliar no planejamento da cultura.

Sendo assim, esta pesquisa foi realizada objetivando analisar, por meio de revisão bibliográfica, o comportamento do milho em diferentes populações de plantas, visando concluir se o incremento da densidade populacional realmente promove benefícios para a cultura do milho.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o comportamento cultura do milho sob diferentes densidades populacionais, com base em trabalhos científicos publicados sobre o tema nas plataformas de acesso de comunicação científica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar a produção científica referente ao tema de densidade populacional do milho.
- b) Identificar as principais densidades populacionais utilizadas na cultura do milho.
- c) Elencar os principais fatores agrônômicos relacionados à diferentes densidades populacionais na cultura do milho a partir de uma análise sistemática.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 MILHO (ZEA MAYS L.)

O milho (*Zea mays*) é uma cultura econômica nativa das Américas. Uma planta herbácea, anual e possui o seu ciclo de quatro a cinco meses (FORNASIERI FILHO, 1992).

Pode-se considerar o milho, como um cereal com uma grande eficiência na hora dos grãos, principalmente pelo seu tamanho, com uma área foliar, colmo forte e alto e com bastante sistema radicular e um ótimo sistema vascular (COMPANY, 1984).

A planta possui um caule de tipo colmo, com nós e entrenós. Ao redor do caule, as folhas estão na forma dística, alternadas. Os limbos foliares nas plantas do milho, são longos, largos e planos e em ângulos aproximadamente retos com o colmo. Possui sistema radicular típico das gramíneas, fasciculado podendo chegar a 3 metros de comprimento, concentrados nos primeiros 30 cm de profundidade (FORNASIERI FILHO, 1992).

De acordo com Toledo (1980), o milho é monoico, apresenta flores masculinas dispostas em panículas apicais e flores femininas nas espigas laterais. Essa característica evoluiu através dos órgãos pistilados na inflorescência masculino e dos órgãos femininos.

A duração do período vegetativo depende muito das condições climáticas da região onde foi plantado, assim o florescimento ocorre a partir dos 40 dias podendo chegar a 100 dias pós-germinação, e podendo chegar até 10 meses. Em regiões que possuem o clima temperado, podem aumentar mais do que duas vezes o período de florescimento (GOODMAN; SMITH, 1980).

Já a fertilização do ovário ocorre até 36 horas após a polinização e o desenvolvimento do grão ocorre cerca de 60 dias após a fertilização. O grão do milho é o fruto de uma semente característico das gramíneas (GOODMAN; SMITH, 1980).

Diversos fatores podem influenciar positivamente na produtividade da cultura do milho, como as condições térmicas e de vento, a radiação solar e a fotossíntese, as condições hídricas, a fenologia e também a distribuição de espaçamentos entre as linhas (ALVAREZ et., 2006; SANGAI, 2000). O milho é um dos principais produtos da agricultura brasileira, cultivado em todas as regiões do país (CONTINI et al., 2019).

4.2 PRODUÇÃO DO MILHO NO BRASIL

O Brasil possui um grande destaque como produtor mundial do milho, sendo superado apenas pelos Estados Unidos e pela China. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento – Conab (2021), a produção brasileira de milho em 2021/2022 deve alcançar, no total, 116,3 milhões de toneladas.

A sua produção no Brasil acontece em diversas épocas do ano. O cultivo feito no verão, é dominado de safra, é onde acontece o semeio na primavera/verão e acontece nas regiões sul, sudeste e centro-oeste, com exceção da região Norte e Nordeste, que acontece em outro período do ano devido as chuvas. No centro-oeste, o plantio do milho ocorre pós-colheita da soja, com semeio no verão/outono, denominado safrinha (CONTINI et al.,2019).

O principal produtor nacional é o estado do Mato Grosso, junto com os estados do Paraná, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, que esses produziram 74,2% da safra nacional em 2017/2018 (GASQUES et al., 2018). Para o país, a cultura do milho não é apenas uma fonte de alimento, mas também possui um papel socioeconômico que apresenta um grande potencial produtivo. O cultivo geralmente é mecanizado e com diversas técnicas modernas de plantio e colheita (MELLO,1992).

4.3 ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS

O potencial da produção do milho pode ser explorado por meio da implementação criteriosa, como o tipo de cultivar que melhor se adapta a cultivos, o emprego de espaçamento e o manejo mais adequado. No nordeste do Brasil, uma das principais causas de baixa produtividade na cultura do milho é devido ao uso de espaçamentos entre linhas inadequados, fazendo com que pesquisas que levem em consideração o espaçamento sejam de grande importância para a produtividade da cultura (ANES VIOLA, 1980).

Normalmente, o espaçamento entre as linhas utilizado pela maioria das produtividades de milho no Brasil são de 0,80 a 0,90 m (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Segundo Cruz; Pereira Filho (2008), há diversas vantagens de utilizar espaçamentos mais estreitos:

- Aumento de rendimento de grãos, em relação da distribuição mais equidistante de plantas na área, aumentando a eficiência do uso da luz solar, água e de nutrientes;
- Melhoria no controle de plantas espontâneas devido ao fechamento rápido dos espaços disponíveis, e por sua vez reduzindo a erosão;
- Melhor qualidade do plantio através de uma menor velocidade de rotação do sistema de distribuição de sementes, aumentando a utilização de plantadeiras;
- Melhor distribuição da palhada do milho sobre a superfície do solo, pós-colheita, favorecendo o sistema de plantio direto.

A produção individual por planta é máxima em espaçamentos mais amplos, porém o rendimento por área é inferior. O tamanho das espigas é maior, e se o milho for prolífico há a possibilidade de produzir mais que uma espiga por colmo. O colmo se fortalece, o que pode dificultar a colheita mecanizada. A redução do espaçamento das linhas e o aumento da densidade faz com que a produção individual reduza, mas a produtividade por área tenha um aumento até que se alcance o potencial máximo (VIEGAS, 1990; FORNASIERI FILHO, 1992).

As características genéticas das cultivares, nível de adubação, fertilidade do solo, fatores climáticos, tratos culturais e os métodos de colheitas são funções variáveis para que existam um espaçamento entre linhas ideal (CARNEIRO; GERAGE, 1991). A diminuição do espaço entre as linhas é uma das práticas culturais que mais afeta o rendimento de grãos do milho, que é a espécie mais sensível a variação (PMDTM-RS, 1999).

4.4 DENSIDADE POPULACIONAL

Inicialmente, ressalta-se que a utilização do manejo adequado para a cultura do milho, combinado com os recursos genéticos e edafoclimáticos, influenciam diretamente o alcance de altas produtividades.

De acordo com Argenta et al. (2003), o potencial de rendimento de grãos em cada ambiente é influenciado principalmente por quatro fatores: a eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa incidente, de conversão da radiação interceptada em biomassa vegetal, o híbrido escolhido e

principalmente todo o manejo empregado durante o ciclo de desenvolvimento da cultura.

Sendo assim, observa-se que o arranjo de plantas é uma das práticas de manejo mais importantes para otimizar o rendimento de grãos. As plantas podem ser distribuídas de melhor forma, permitindo um melhor aproveitamento dos recursos edafo-climáticos de cada local, bem como uma maior eficiência na absorção de água e nutrientes e melhor controle de plantas espontâneas e redução da erosão, fazendo com que o potencial da cultura e o rendimento aumente (ARGENTA et al., 2001).

Conforme Molin (2000), há a possibilidade de potencializar a eficiência da interceptação de luz pelo aumento do índice foliar elevando a densidade de plantas e diminuindo o espaçamento entre linhas, otimizando o aproveitamento de água e nutrientes, diminuindo a competição inter e intra-específica por esses fatores, bem como incrementando a matéria seca e a produção de grãos.

Por fim, Amaral-Filho et al. (2005) relataram que a densidade populacional ideal depende da cultivar, fertilidade do solo, disponibilidade de água e época de semeadura.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizando-se a metodologia de pesquisa bibliográfica, uma revisão sistemática de literatura foi conduzida sobre o tema comportamento produtivo de híbridos de milho sob diferentes densidades populacionais em diversos artigos.

Em três deles (Comportamento de híbridos de milho a diferentes densidades populacionais, Comportamento de híbridos de milho sob diferentes arranjos populacionais e Comportamento agrônômico de milho híbrido bt submetido a diferentes densidades populacionais) foi feita uma análise minuciosa sobre os experimentos e resultados e nos demais de maneira breve e direta.

A busca pelos artigos foi realizada por meio de um levantamento de publicações sobre o tema, tendo sido utilizado principalmente a base de dados Web of Science – Capes e Google Acadêmico. As palavras-chave empregadas para busca foram: milho, densidade populacional, espaçamento, produtividade, rendimento.

Buscou-se sintetizar sistematicamente os artigos com maior relevância nas plataformas, em relação às citações e impacto, analisando os métodos e resultados obtidos em diferentes variações de densidade populacional de milho.

Os artigos foram selecionados com base em publicações que retratavam o assunto em questão como tema principal. Analisou-se os resultados obtidos para compreender o padrão recomendado em relação à densidade populacional de plantas de milho, considerando as diferenças culturais e edafoclimáticas de cada experimento analisado.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ARTIGO 1: COMPORTAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO A DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS

O objetivo do primeiro experimento analisado foi avaliar o comportamento de três híbridos de milho em diferentes densidades populacionais, com espaçamento reduzido (0,45 m), sob irrigação por pivô central.

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2009/10, no campo experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados – MS, em solo do tipo Latossolo Vermelho Distroférrico.

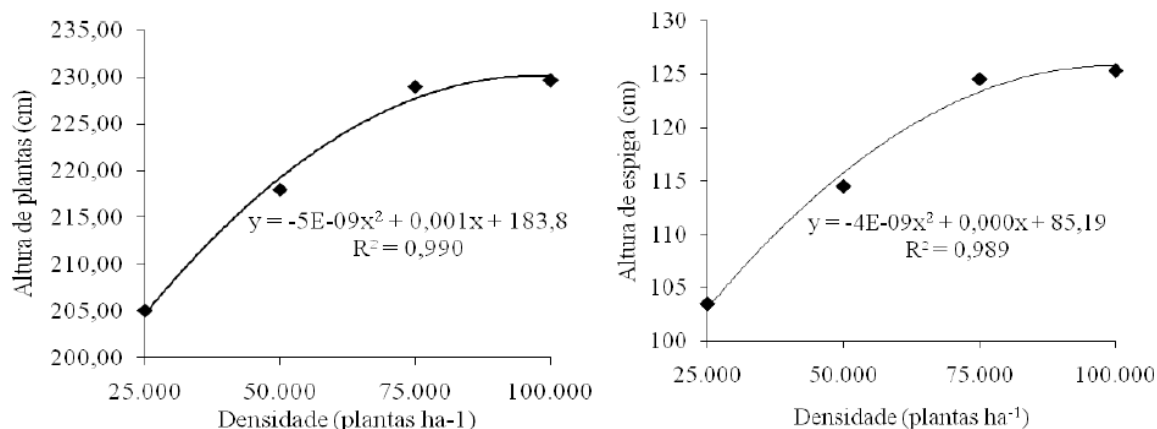
O delineamento experimental utilizado foi em combinação fatorial 3x4, sendo parcelas constituídas por três híbridos de milho da Syngenta (Status; Cargo e SYN3S07) e subparcelas de quatro densidades de semeadura (25.000; 50.000; 75.000 e 100.000 plantas ha⁻¹), com quatro repetições. As parcelas constituíram-se de sete linhas, com 5 m de comprimento, e espaçamento de 0,45 m entre linhas.

Na época de colheita, foi avaliado no milho a altura de planta (AP), a média das medições feitas do nível do solo à inserção da folha-bandeira, em plantas competitivas tomadas ao acaso, em cm; altura da espiga (AE), média das distâncias do nível do solo até a inserção da espiga superior, nas mesmas plantas, em cm; número de espigas por planta (NEP); número de espigas por hectare (NE); diâmetro do colmo em mm (DC).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias de altura de espiga e diâmetro de colmo foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, e as demais foram submetidas à regressão, aplicando-se o sistema de análise estatística SISVAR.

Em relação à AP e AE, verificou-se que as plantas apresentaram acréscimo na altura total e de espiga com o aumento da densidade populacional, que pode estar relacionado à competição por luz.

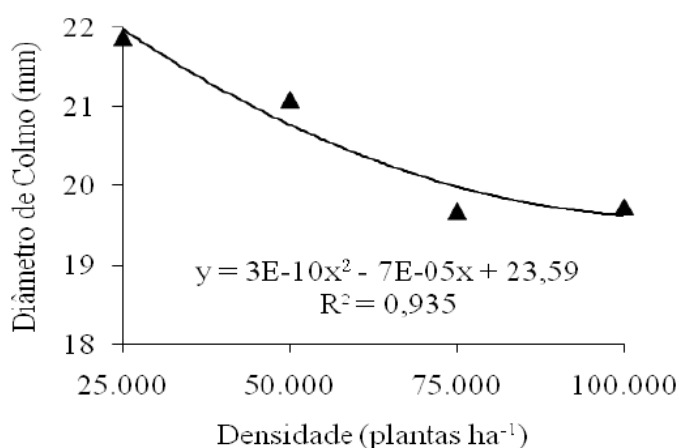
Figura 1 – Efeito das características agrônômicas altura de planta (cm) e altura de espiga (cm) em função de diferentes densidades populacionais. Média de três híbridos de milho. Dourados – MS, 2010.



Fonte: Heinz et al. (2010).

No que tange ao diâmetro de colmo das plantas (DC), demonstrou que os valores reduziram com o aumento da densidade e a maior média foi observada na menor densidade populacional.

Figura 2. Efeito no diâmetro de colmo (mm) em resposta a diferentes densidades populacionais. Média de três híbridos de milho. Dourados – MS, 2010.

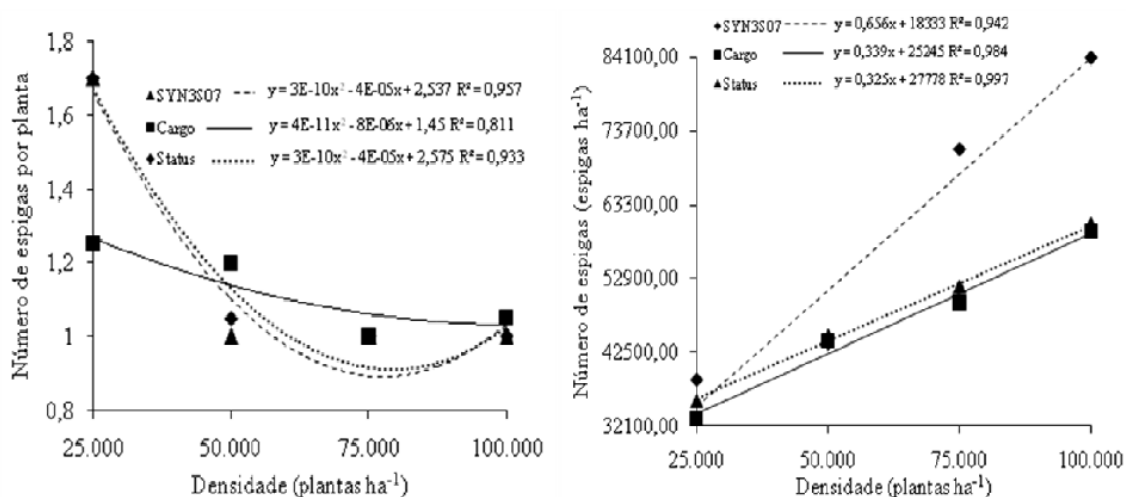


Fonte: Heinz et al. (2010).

Quanto ao número de espigas por plantas (NEP) e por hectare (NE), a densidade de plantas influenciou de maneira diferente cada híbrido de milho estudado. Porém, de modo geral, o número de espigas por planta reduziu com o aumento da

densidade, enquanto houve acréscimo no número de espigas por hectare com o incremento da densidade populacional.

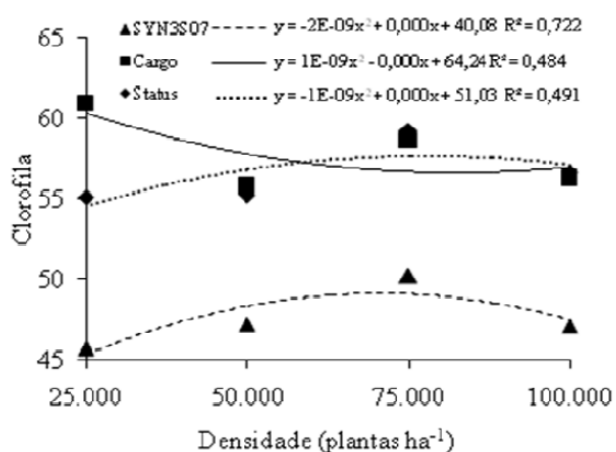
Figura 3. Resposta de número de espigas por planta e número de espigas por hectare, em função de quatro densidades populacionais, na média de três híbridos de milho. Dourados – MS, 2010.



Fonte: Heinz et al. (2010).

Ainda, demonstrou que de forma geral o teor de clorofila foliar durante o florescimento teve incremento com o aumento da densidade de plantas. Os híbridos SYN3S07 e Status apresentaram aumento dos teores até 75.000 plantas ha⁻¹ e redução a partir desta densidade, enquanto o híbrido Cargo apresentou redução com o aumento da densidade.

Figura 4. Resposta do teor de clorofila, em função de quatro densidades populacionais, na média de três híbridos de milho irrigado. Dourados – MS, 2010.



Fonte: Heinz et al. (2010).

Sendo assim, Heinz et al. (2010) concluíram que, em condições de irrigação por meio de pivô central, o aumento da densidade populacional influenciou no comportamento dos híbridos de milho em todas as variáveis estudadas. Verificou-se que, de modo geral, o incremento na densidade aumenta a altura de planta, a altura de espiga, o número de espiga por hectare e o teor de clorofila, sendo que, por outro lado, diminui o diâmetro de colmo e o número de espiga por planta.

6.2 ARTIGO 2: COMPORTAMENTO DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB DIFERENTES ARRANJOS POPULACIONAIS

O objetivo do segundo artigo analisado foi avaliar o comportamento de distintos híbridos de milho sob diferentes arranjos populacionais, de modo a verificar a expressão dos componentes diretos e indiretos do rendimento relacionados a espiga e estabelecer com base no ciclo e padrão de híbrido a densidade mais ajustada de semeadura.

O experimento foi conduzido em nível de campo no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDER), no município de Augusto Pestana, RS, no ano agrícola de 2007/2008.

Utilizou-se blocos ao acaso como delineamento experimental, com quatro populações (40, 55, 70 e 85 mil plantas ha⁻¹), três espaçamentos entre linhas (30, 60, e 90 cm) e três híbridos comerciais de milho (AG2020 – híbrido duplo, precoce; AG6040 – híbrido duplo, superprecoce; e AG8011 – híbrido triplo), com quatro repetições, constituindo assim um arranjo fatorial triplo (4x3x3).

Foram analisados os componentes diretos e indiretos do rendimento de grãos, em que o número de espigas por parcela (NEP) e prolificidade (PROL) foram aferidos a campo, e os demais, rendimentos de grãos (RG), número de grãos por espiga (NGE), massa média de grãos (MMG), massa de espiga (ME), comprimento de espiga (CE) e massa de sabugo (MS) foram no laboratório de produção vegetal da UNIJUÍ.

Os dados foram submetidos a análise de variância, teste de comparação de médias por Tukey e equação de regressão.

Verificou-se que a cultivar AG8011, híbrido triplo, apresentou elevado desempenho no número de grãos por espiga em comparação ao AG6040 e AG2020, híbridos duplos, que apresentaram desempenho similar.

Por outro lado, o híbrido triplo AG8011 evidenciou menor prolificidade comparado aos híbridos duplos, o que possivelmente representa que o máximo de fotossíntese líquida produzida nesta cultivar seja direcionado para o incremento no número de grãos por espiga, enquanto os genótipos de padrão duplo direcionam a energia produzida para maior prolificidade e, conseqüentemente, reduzem o número de grãos por espiga.

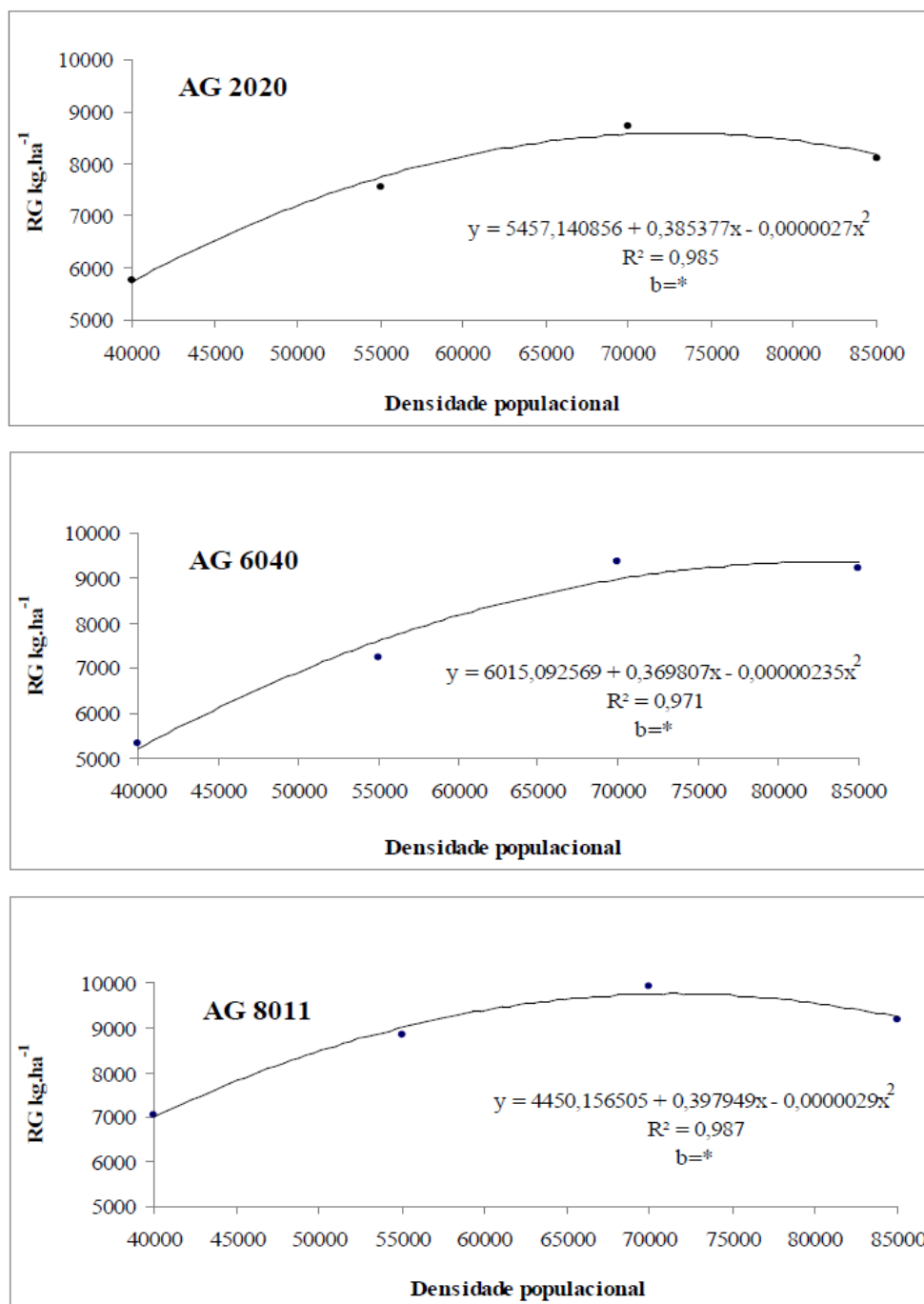
Nesse sentido, observou-se que em relação ao número de espigas por parcela, a cultivar AG2020 e a AG6040, híbridos duplos, similares, foram significativamente superiores do que AG8011.

Ainda, quanto ao rendimento de grãos, verificou-se que em populações reduzidas (40 e 55 mil), a cultivar AG8011 apresentou desempenho fortemente superior aos dos híbridos duplos. Em densidades populacionais mais elevadas também apresentou respostas significativas no rendimento de grãos, com valores médios similares a cultivar AG6040. Assim, tanto em densidade reduzida, como em arranjos populacionais mais elevados, mostrou-se grande potencialidade da cultivar AG8011, desde que se mantenha em ambiente favorável para a expressão de sua produção.

Além disso, densidades elevadas (85 mil plantas) indicaram elevado desempenho da cultivar AG6040 no rendimento médio, destacando que híbridos duplos superprecoce são altamente eficientes sob alta população de plantas em virtude de que o ciclo reduzido proporciona o desenvolvimento de plantas com estruturas morfológicas menores, compensando o rendimento de grãos pelo incremento do número de espigas por unidade de área.

Sendo assim, observou-se que a densidade de semeadura que proporciona o maior rendimento de grãos para o híbrido AG2020 é de 71.366 plantas ha⁻¹, enquanto para o híbrido AG6040 é de 78.682 plantas ha⁻¹ e para o híbrido triplo AG8011 é de 68.612 plantas ha⁻¹.

Figura 5. Análise de regressão para os diferentes híbridos nas diferentes densidades de semeadura. UNIJUI/DEAg, 2008.



Fonte: Schwertner et al. (2008).

Portanto, Schwertner et al. (2008) concluíram que os híbridos de milho evidenciaram comportamento distinto na expressão do rendimento de grãos e das demais variáveis relacionadas à espiga em razão de modificações do arranjo populacional e do padrão genético de cada cultivar e ciclo fenológico total.

6.3 ARTIGO 3: COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DE MILHO HÍBRIDO BT SUBMETIDO A DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS

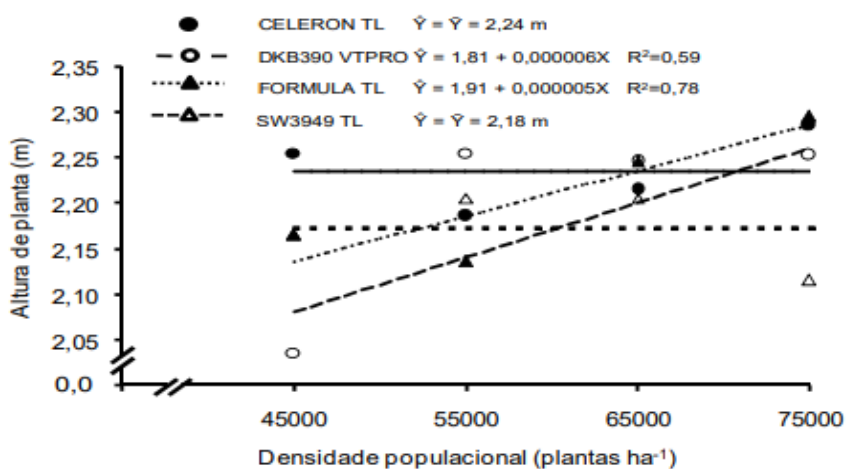
O terceiro estudo analisado objetivou avaliar diferentes densidades populacionais no desempenho agronômico de híbridos de milho Bt. O experimento foi conduzido na safra agrícola de 2011/2012, em Lucas do Rio Verde – MT.

As parcelas experimentais constituíram-se de 6 linhas de plantas, com 5,0 m de comprimento, e espaçamento entre linhas de 0,5 m. Utilizou-se blocos ao acaso em esquema de análise fatorial 4x4 como delineamento experimental, com quatro densidades populacionais (45.000, 55.000, 65.000 e 75.000 plantas ha⁻¹) e quatro híbridos de milho Bt (Celeron TL, DKB 390 VT PRO, Formula TL e SW3949 TL), com quatro repetições.

O artigo avaliou cinco variáveis: a 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.

No que tange à variável altura de planta, observou-se que os híbridos Formula TL e DKB390 VTPRO apresentaram resposta positiva ao adensamento, com o melhor ajuste da equação linear. Por outro lado, os híbridos Celeron TL e SW3949 TL não foram influenciados positivamente, possivelmente em decorrência da capacidade destes em competir com as plantas adjacentes.

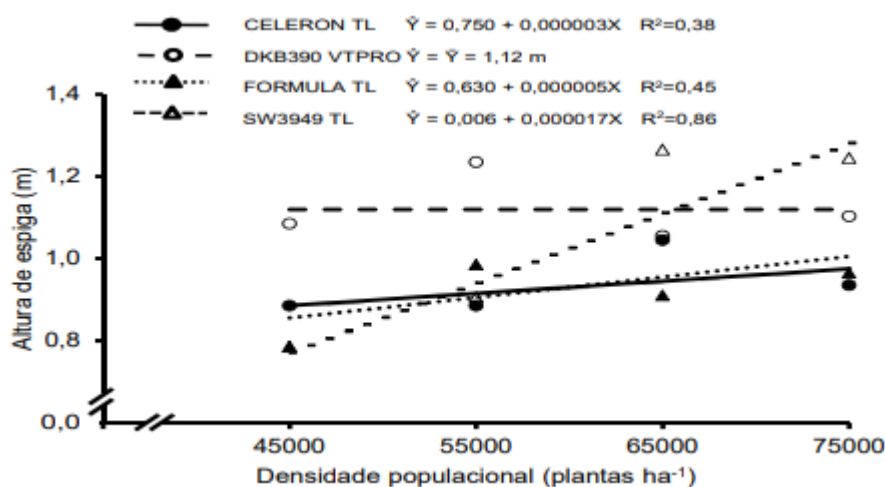
Figura 6. Efeito da densidade populacional sobre a altura de planta em diferentes híbridos no município Lucas do Rio Verde – MT, na safra agrícola de 2011/2012.



Fonte: Lima et al. (2014).

Na altura de inserção da espiga, verificou-se resposta linear para os híbridos SW3949 TL, Formula TL e Celeton TL, devido a maior quantidade de nutrientes e de luz solar disponíveis à cultura com a redução do espaçamento entre linhas, e menor quantidade de plantas por metro linear. Enquanto para o DKB390 VT PRO houve um comportamento constante em todas as densidades populacionais testadas.

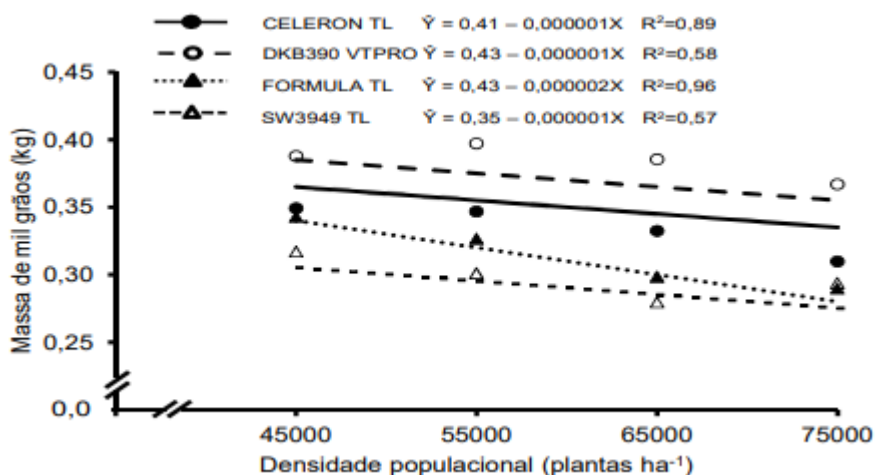
Figura 7. Efeito da densidade populacional sobre altura de inserção de primeira espiga em diferentes híbridos no município Lucas do Rio Verde – MT, na safra agrícola de 2011/2012.



Fonte: Lima et al. (2014).

Em relação a massa de mil grãos, observou-se que com o aumento da densidade populacional ocorreu uma redução para todos os híbridos de milho.

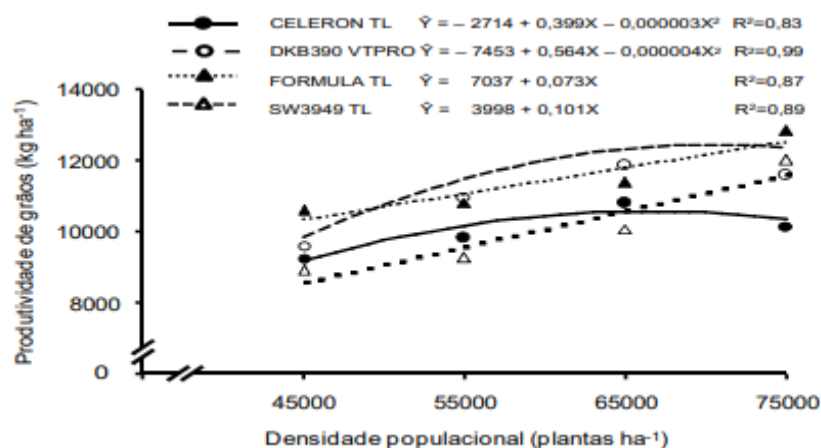
Figura 8. Efeito da densidade populacional sobre a massa de mil grãos (kg) em diferentes híbridos no município Lucas do Rio Verde – MT, na safra agrícola de 2011/2012.



Fonte: Lima et al. (2014).

Para a produtividade de grãos de milho, houve um incremento linear nos híbridos SW3949 TL e Fórmula TL, enquanto Celeron TL e DKB390 VT PRO apresentaram ajuste quadrático. Foi observado que o aumento da densidade populacional proporcionou a elevação da produtividade de grãos dos híbridos em função do maior número de plantas por hectare.

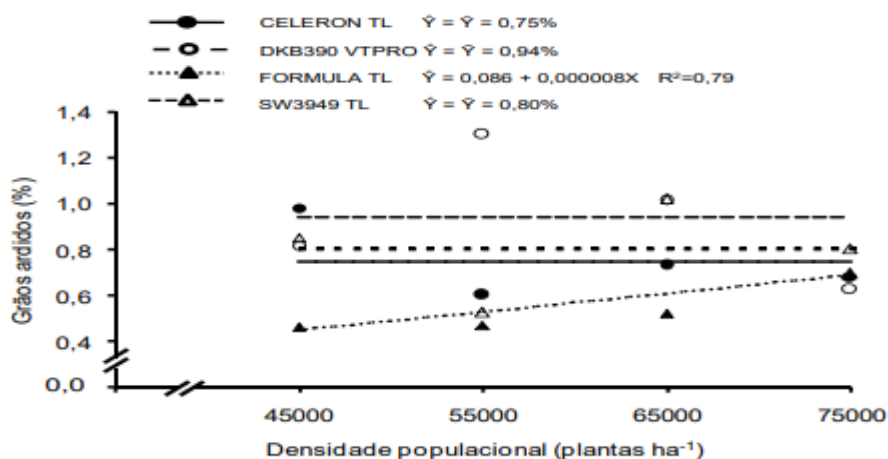
Figura 9. Efeito da densidade populacional sobre a produtividade de grãos de milho (kg ha^{-1}) em diferentes híbridos no município Lucas do Rio Verde – MT, na safra agrícola de 2011/2012.



Fonte: Lima et al. (2014).

Por fim, quanto aos resultados de grãos ardidos, verificou-se que não houve efeito do adensamento, com exceção do híbrido Fórmula TL, que apresentou resposta linear.

Figura 10. 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.



Fonte: Lima et al. (2014).

Lima et al. (2014) concluíram que 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 híbridos Fórmula TL e DKB390 VT PRO. Também, o aumento da densidade populacional de 45.000 para 75.000 plantas ha⁻¹ resultou em incremento na produtividade de grãos na cultura de milho e na redução da massa de mil grãos nas mesmas densidades testadas. Ainda, não houve influência na porcentagem de grãos ardidos para os híbridos Celeron TL; DKB 390 VT PRO e SW3949 TL, exceto para o Fórmula TL que apresentou resposta linear.

Finalizando, foi destacado que uma estratégia eficiente para otimizar a produção de milho é a utilização do híbrido Bt DKB 390 VT PRO, que apresentou produtividade de grãos de milho superior aos demais híbridos avaliados, e densidade de planta de 65.000 plantas.ha⁻¹, com melhores respostas nas variáveis testadas e que contribuiu para uma melhoria agrônômica.

6.4 ANÁLISE SISTEMÁTICA DA DENSIDADE POPULACIONAL DO MILHO

Utilizando cinco híbridos (P2719VYH, P3016VYHR, P2501, BG7318VYH e Híbrido X) e quatro populações (55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha⁻¹), com espaçamento de 0,45 m, em um experimento conduzido no município de Cascavel/PR, Passos et al. (2019) observaram que o rendimento da produção foi proporcional ao aumento da população de plantas. Em que pese a diminuição do número de grãos e do peso de mil grãos, a população de 100.000 plantas foi a que resultou em maior rendimento.

Kappes (2010) avaliou o rendimento de cinco híbridos de milho (XB 6010, XB 6012, XB 7253, XB 9003 e AG 9010) em dois espaçamentos (0,45 e 0,90 m), combinados com cinco populações de plantas (50.000, 60.000, 70.000, 80.000 e 90.000 plantas ha⁻¹), no município de Ilha Solteira – SP. O autor verificou que a cultivar AG 9010 apresentou o menor rendimento em produtividade de grãos (6.093 kg ha⁻¹), enquanto a cultivar XB 7253 apresentou maior produtividade (7.664 kg ha⁻¹). No que tange à população de plantas, observou que a densidade de 50 mil plantas por hectare apresentou o menor valor de produtividade (6.584 kg ha⁻¹) e a densidade de 80 mil plantas por hectare o maior valor (7.225 kg ha⁻¹).

Utilizando o milho híbrido superprecoce AGN-30A06, com três espaçamentos entre linhas (0,45; 0,60 e 0,80 m) e três populações (60.000, 70.000 e 80.000 plantas ha⁻¹), com diferentes manejos de adubação (fertilizante 9-33-12 na semeadura, nitrato de amônio na semeadura e em cobertura), Cesaro (2009) verificou que o espaçamento de 0,45 m entre linhas resultou em aumento do rendimento de grãos pelo aumento na densidade de plantas, bem como que o maior rendimento do híbrido superprecoce foi obtido quando empregada a população de 80.000 plantas ha⁻¹.

Argenta et al. (2001) observaram que o resultado do incremento da população de plantas sobre o rendimento de grãos é atribuído ao híbrido utilizado, além de que, com o acréscimo da densidade populacional, o rendimento de grãos aumentou linearmente utilizando o híbrido Cargill 901.

Por sua vez, usando seis densidades populacionais de milho híbrido simples DOW 2B587, em duas formas de arranjo espacial, no município de Botucatu – SP, Brachtvogel et al. (2009), verificaram que, para a produtividade de grãos, obteve-se influência apenas das populações testadas, observando resposta quadrática de produtividade com o incremento da densidade populacional, com produção máxima estimada de 12.528 kg ha⁻¹ em 67.167 plantas ha⁻¹.

A partir do levantamento das publicações realizadas na base de dados da plataforma *Web of Science*, constatou-se que 274 artigos pesquisaram o tema, sendo utilizado as palavras-chave milho, densidade populacional e produtividade, bem como filtrada a data de publicação entre 2000 e 2021.

Quadro 1. Síntese de artigos sobre densidade populacional no milho disponíveis na plataforma *Web of Science - Capes*

Autores	Métodos	Resultados
BOIAGO, Rafael; GARCIA, Renato; SCHUELTER, Adilson Ricken; BARRETO, Rafael; DA SILVA, Glacy Jaqueline; SCHUSTER, Ivan.	Espaçamentos de 80 cm e de 45 cm entrelinhas, e densidades de semeadura de 42.000, 52.000, 62.000 e 85.000 plantas ha ⁻¹ . Cascavel-PR e em Rio Verde-GO	No espaçamento de 45 cm entrelinhas, os híbridos produziram, em média, 36% a mais do que no espaçamento de 80 cm, nos dois locais avaliados. Aumento de produtividade com aumento da densidade de semeadura até 75 mil plantas ha ⁻¹ em Cascavel, e até 85 mil plantas ha ⁻¹ em Rio Verde. Na análise de regressão linear da produtividade em função da densidade de semeadura da avaliação realizada em Cascavel, os híbridos apresentaram comportamento quadrático em relação à densidade de semeadura,

		com maiores produtividades estimadas pela equação de regressão na densidade de 70 mil plantas ha ⁻¹ no espaçamento de 45 cm, e de 85 mil plantas ha ⁻¹ no espaçamento de 80 cm.
VAZQUEZ, G. H ; GARCIA, F. P ; ASSIS, A. V. DE.	Cinco híbridos de milho (AG 7000, AG 8060, AG 7040, DKB 350 e DKB 390), com espaçamentos entre linhas (0,45; 0,70 e 0,80 m) e densidade populacional final próxima de 65.000 plantas ha ⁻¹ . Fernandópolis/SP	A maior produtividade de grãos foi obtida pelo híbrido AG 8060 que não diferiu de DKB 390 e AG 7040. No espaçamento de 0,45 m, a produtividade de grãos foi 11% superior à obtida com 0,80 m entrelinhas, não diferindo de 0,70 m.
ZOZ, Tiago; LANA, Maria do Carmo; STEINER, Fábio; ZOZ, André; ZOZ, Jardel; ZUFFO, Alan Mario.	Densidades populacionais (60.000 e 75.000 plantas ha ⁻¹); nas subparcelas os três espaçamentos entrelinhas (0,40; 0,60 e 0,80 m) e nas subsubparcelas foram aplicadas quatro doses de N (20, 35, 50 e 65 kg ha ⁻¹) em semeadura.	Independentemente da dose de N, a densidade populacional de 60.000 plantas ha ⁻¹ e o espaçamento entrelinhas de 0,40 m proporcionaram maior produtividade de grãos de milho na segunda safra. Maior número de grãos/espiga, número de fileiras/espiga, comprimento de espiga, massa de cem grãos e produtividade de grãos de milho segunda safra são verificados na dose de 65 kg ha ⁻¹ de N na semeadura.
CASTANHO, Felipe; CECCATTO, Smaylla El Kadri; DOS SANTOS, Esmael Lopes	Quatro linhas de seis metros de comprimento e 0,70 m de espaçamento entre linhas. Cinco tratamentos (1; 2; 3; 4 e 5 plantas agrupadas).	Existe variabilidade genética para o rendimento de grãos quanto a distribuição de plantas na linha de semeadura. No componente plantas quebradas os dois híbridos estudados apresentaram porcentagem semelhantes, e diferenças mais acentuadas na variável plantas acamadas. O híbrido Fórmula foi capaz de compensar os espaços deixados pela desuniformidade na linha de semeadura.
STACCIARINI, Thiago de Carvalho Vieira; CASTRO, Pedro Henrique Camilo de; BORGES, Maxwell Andrade; GUERIN, Henrique Franco; MORAES, Paulo Arantes Cintra; GOTARDO, Mirian	Dois espaçamentos, (0,45 e 0,90 m), e três densidades populacionais, (60.000, 75.000 e 90.000 plantas ha ⁻¹), com quatro repetições, em que cada parcela com quatro linhas de 4 m de comprimento.	Observou-se incremento significativo na produtividade da cultura tanto com a redução do espaçamento entre linhas quanto com o aumento da densidade populacional.
SOUSA, Claudia Demétrio; FORNASIERI FILHO, Domingos; CAZETTA, Jairo Osvaldo; CAZETTA, Disney Amélio	O delineamento experimental de blocos ao acaso foi composto por 24 tratamentos com parcelas subsubdivididas. As parcelas principais foram constituídas por três espaçamentos entre linhas (0,40, 0,60 e 0,80 m), as subparcelas, por dois híbridos e as subsubparcelas, por quatro densidades populacionais (30 mil, 50 mil, 70 mil e 90 mil plantas por hectare). Jaboticabal, SP	O incremento na densidade populacional de milho resultou em aumentos na altura das plantas e na altura da inserção da primeira espiga e em redução do número de grãos por espiga. O melhor arranjo de plantas para os híbridos avaliados é de 0,40 m de espaçamento entre linhas e de 75 mil e 80 mil plantas por hectare de densidade populacional.

<p>SCAPIM, Carlos Alberto; TAVORE, Rafael Verri; COELHO QUEIROZ, Dyane; OKUMURA, Ricardo Shigueru; VIDIGAL FILHO, Pedro; VIEIRA JOSÉ, Jefferson; DE SOUZA, Renan Soares; JOSÉ MARQUES, Odair.</p>	<p>Quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se da combinação entre híbridos de milho doce (Tropical Plus e RB-6324) e populações de plantas (40.000, 55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha⁻¹).</p>	<p>O incremento populacional foi desfavorável à prolificidade de plantas, porém não prejudicou a produtividade de espigas despalhadas, para a qual se notou melhores respostas com a população de 100.000 plantas ha⁻¹, em ambos os anos agrícolas e híbridos utilizados.</p>
<p>AMARAL FILHO, José Pedro Ribeiro do; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, Rogerio; BARBOSA, José Carlos</p>	<p>Dois espaçamentos entre as linhas (0,80 e 0,60 m) com três densidades populacionais (40, 60 e 80.000 plantas ha⁻¹) e quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ N).</p>	<p>A maior produtividade de grãos foi obtida de acordo com as doses crescentes de N em cobertura juntamente com o espaçamento entre as linhas de 0,80 m e 80.000 plantas ha⁻¹.</p>
<p>DO NASCIMENTO, Jose M; FURLANI, Carlos E.A; CHIODEROLI, Carlos A; DE QUEIROZ, Renata F; BERTONHA, Rafael S; CAVICHIOLI, Fabio A.</p>	<p>Duas densidades de plantas de milho (55.000 e 75.000 plantas [ha.sup.⁻¹]) consorciado com três espécies forrageiras (Urochloa brizantha, Urochloa decumbens e Urochloa ruziziensis) semeadas na entrelinha no estágio V4 do milho.</p>	<p>Houve diferença entre as populações de plantas de milho em que o consorcio de milho com as espécies U. brizantha e U. ruziziensis proporcionou melhores resultados concluindo que o cultivo milho na densidade populacional de 75.000 plantas [ha.sup.⁻¹]</p>

7. CONCLUSÃO

Com base na literatura consultada, pode-se concluir inicialmente que o aumento da densidade populacional influencia significativamente na produtividade e nas características da cultura do milho, resultando em aumento no valor de determinadas variáveis, como altura de planta e de espiga, e diminuição de outras, como número de espiga por planta.

Observou-se que, de modo geral, há aumento da produtividade do milho com o incremento da densidade populacional, entretanto, os híbridos podem apresentar comportamento quadrático em função da densidade nos ambientes, conforme mencionado no trabalho, ou seja, a produtividade aumenta com o incremento da população de plantas até determinado ponto e, a partir de então, pode começar a diminuir, de modo que o ideal é que seja analisado qual é o ponto máximo de densidade que pode ser utilizada em cada híbrido escolhido pelo agricultor para se obter a maior produtividade.

Como base, verifica-se os resultados obtidos em dois dos trabalhos revisados, que realizaram experimentos no município de Cascavel/PR. Passos et al. (2019), utilizando os híbridos de milho P2719VYH, P3016VYHR, P2501, BG7318VYH e Híbrido X (material experimental) e populações de 55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas ha^{-1} , com espaçamento de 0,45 m, observaram que a população de 100.000 plantas foi a que resultou em maior rendimento. Por sua vez, Boiago et al. (2017), utilizando os híbridos CD 386Hx, CD 393Hx, CD 316, CD 384Hx e CD 397Yg e densidades de semeadura 42.000, 52.000, 62.000 e 85.000 plantas ha^{-1} , com espaçamentos entre linhas de 45 e 80 cm, verificaram que os híbridos apresentaram comportamento quadrático em relação à densidade de semeadura, com maiores produtividades estimadas pela equação de regressão na densidade de 70 mil plantas ha^{-1} no espaçamento de 45 cm, e de 85 mil plantas ha^{-1} no espaçamento de 80 cm.

O emprego da prática de incremento da densidade populacional é apenas uma das alternativas que podem auxiliar no aumento de rendimento de grãos, a qual deve ser associada com outros fatores, pois a produtividade da cultura plantada também varia de acordo o híbrido escolhido, fertilidade do solo, disponibilidade hídrica, adubações, época de semeadura, qualidade da semente, controle de plantas invasoras, condições térmicas e de vento, radiação solar e fotossíntese. Sendo assim, considerando que os valores variam de acordo com os referidos fatores, não é

possível estabelecer uma melhor densidade populacional para todos os híbridos de milho.

De modo geral, analisando todos os artigos e considerando todos os híbridos utilizados, concluiu-se que a densidade populacional deve ser entre 65.000 e 100.000 plantas ha⁻¹, a depender do híbrido a ser utilizado, para se obter melhores resultados em relação a produtividade.

Deste modo, recomenda-se que sejam realizadas pesquisas específicas para cada caso com o híbrido escolhido para ser plantado, considerando as práticas que serão empregadas e as características do local onde há pretensão de ser instalada a cultura, para que assim seja possível alcançar uma maior produtividade.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, C.G.D.; VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de milho e espaçamento entre linha. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 03, p. 402-408, 2006.
- AMARAL FILHO, J. P. R.; 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. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v29n3/25747.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2021.
- ANES VIOLA, E. Considerações sobre a cultura do milho. **Rev. IPAGRO Informa**, Porto Alegre, v.23, p. 3-8, 1980.
- ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L. C.; STRIEDER, M. L.; FORSTHOFER, E. L.; SUHRE, E. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. **Scientia Agraria**, v.4, n. 1-2, p. 27-34, 2003.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; MANJABOSCO, E.A.; NETO, V. B. Respostas de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.71-78, 2001.
- 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.
- BOIAGO, Rafael; GARCIA, Renato; SCHUELTER, Adilson Ricken; BARRETO, Rafael; DA SILVA, Glacy Jaqueline; SCHUSTER, Ivan. Combinação de espaçamento entrelinhas e densidade populacional no aumento da produtividade em milho. **Revista Brasileira de milho e sorgo**, Vol. 16 (3), p. 440, 2017.
- BRACHTVOGEL, E.L.; PEREIRA, F.R.S.; CRUZ, S.C.S.; BICUDO, S.J. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Revista Ciência Rural**, v.39, n.8, p.2334-2339, 2009.
- CARNEIRO, G. E. S.; GERAGE, A. C. **Densidade de semeadura. In: FIAPAR. A cultura do milho do paraná. Londrina IAPAR, 1991. p. 63-70.**
- CASTANHO, Felipe; CECCATTO, Smaylla El Kadri; DOS SANTOS, Esmael Lopes. Produtividade e componentes de rendimento de híbridos de milho em função da distribuição espacial na linha de semeadura. **Colloquium agrariae**, Vol.16 (6), p.94-100, 2021.
- CESARO, V. Avaliação de potencial produtivo do milho híbrido AGN-30A06 em espaçamentos e populações diferentes. 2009. 56f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2009.

CONAB. **Estimativa indica aumento na produção de grãos na safra 2021;22, com previsão em 288,61 milhões de toneladas**, 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4316-estimativa-indica-aumento-na-producao-de-graos-na-safra-2021-22-com-previsao-em-288-61-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 10 out. 2021.

CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A. de; SILVA, A. F. da; SILVA, D. D. da; MACHADO, J. R. de A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; MENDES, S. M. **Milho- Caracterização e Desafios Tecnológicos**. 2019. Brasília, DF: Embrapa; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. P. A cultura do milho. Sete Lagoas, **Embrapa Milho e Sorgo**, 2008, 517p. Disponível em :<<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=483015&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22CRUZ,%20J.%20C.%22&qFacets=autoria:%22CRUZ,%20J.%20C.%22&sort=&paginaacao=t&paginaAtual=1>>. Acesso em 10 abr. 2020

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

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba, Ed. Agropecuária. 2000. 360p.

FARMNEWS. **Maiores produtores mundiais de milho, safra 2021/22: dados de setembro**. Disponível em: <<https://www.farmnews.com.br/mercado/maiores-produtores-mundiais-de-milho-safra-2021-22-dados-de-setembro/>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273p.

GASQUES, J. G.; SOUZA, G. da S. e; BASTOS, E. T. Tendências do agronegócio brasileiro para 2017-2030. In: RODIGUES, R. (Org.). **Agro é paz: análises e propostas para o Brasil alimentar o mundo**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2018. p. 31-68.

GOODMAN, M.M.; SMITH, J. S. C. Botânica. In: **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1980. p.32-70.

HEINZ, R.; GOMES, M.V.; CAVALLIE, G.N.A.; DALLASTA, M.C.; SOUZA, N.R.; RAMOS, S.M.; COELHO, L.C.F.; REIS, C.C.A.; PEIXOTO, P.P.P. Comportamento de Híbridos de Milho a Diferentes Densidades Populacionais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, XXVIII, 2010, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. CD-Rom. Disponível em: <http://abms.org.br/eventos_antiores/cnms2010/trabalhos/0173.pdf>. Acesso em: 3 out. 2021.

IBGEIN - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

Levantamento sistemático da Produção Agrícola outubro de 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 abr. 2020

____. **Produção agrícola - Cereais, leguminosas e oleaginosas.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/sao-miguel-do-iguacu/pesquisa/31/29644>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

KAPPES, C. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. 2010. 127f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, 2010.

LIMA, J. .; ALVES, J. D. .; MARIANO, D. .; ALBUQUERQUE, A. .; OKUMURA, R. . COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DE MILHO HÍBRIDO Bt SUBMETIDO A DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, [S. l.], v. 10, n. 19, 2014. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2280>. Acesso em: 2 out. 2021.

MELLO, A. J. P. **Correlações fenotípicas entre onze caracteres de progênies de meios irmãos de milho branco (Zea mays L.).** Maceió: CECA/UFAL, 1992. 16p. Monografia, Graduação.

MIRANDA, R. A. de. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.

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**, v. 41, n. 03, p. 435-441, 2010.

NASCIMENTO, Jose M. do; FURLANI, Carlos E.A; CHIODEROLI, Carlos A; DE QUEIROZ, Renata F; BERTONHA, Rafael S; CAVICHIOLO, Fabio A. Produtividade de grãos de milho em diferentes densidades populacionais e consórcios com forrageiras. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Vol.19 (12), p.1143, 2015.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho.** Piracicaba,2003, 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

PASSOS, F.D.A.; NUNES, J.; BOIAGO, N.P.; ZANATTA, F.S.; CORREA JUNIOR, E.O.; DE ARAÚJO, L.R.V.; SILVEIRA, H.T.N.; DE LIMA, G.B. Produtividade do milho em diferentes populações de plantio. **Revista Cultivando o Saber**, Edição especial, p. 1 a 11, 2019.

PMDTM RS, PROGRAMA MUTIINSTITUCIONAL DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA EM MILHO DO RIO GRANDE DO SUL. **Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: FEPAGRO; EMATER/RS; FECOAGRO/RS, 1999, 146p.

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.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, p. 159-168. 2000.

SCAPIM, Carlos Alberto; TAVORE, Rafael Verri; COELHO QUEIROZ, Dyane; OKUMURA, Ricardo Shiguere; VIDIGAL FILHO, Pedro; VIEIRA JOSÉ, Jefferson; DE SOUZA, Renan Soares; JOSÉ MARQUES, Odair. Elementos de produção de milho doce em diferentes densidades populacionais. **Comunicata Scientiae**, Vol.4 (3), p.285-292, 2013.

SCHWERTNER, D.V.; BOSA, D.; BATTISTI, G.; BIANCHI, C.A.M.; SILVA, A.J.; SILVEIRA, R.B.; MATTIONI, T.C.; SOARES, R.D.; CADORE, P.R.B.; SILVA, J.A.G.; Comportamento de híbrido de milho sob diferentes arranjos populacionais. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, XVII, ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, X, 2008, Pelotas. **Anais eletrônicos**... Pelotas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2008. Disponível em: <http://abms.org.br/eventos_antigos/cnms2010/trabalhos/0173.pdf> Acesso em: 1 out. 2021.

SOUSA, Claudia Demétrio; FORNASIERI FILHO, Domingos; CAZETTA, Jairo Osvaldo; CAZETTA, Disney Amélio. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Vol.43 (12), p.1691-1697, 2008.

STACCIARINI, T. DE C. V.; CASTRO, P. H. C. DE; BORGES, M. A.; et al. Avaliação de caracteres agrônômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 516-519, 2010. FapUNIFESP (SciELO).

TOLEDO, F. F. Tecnologia das sementes. In: Melhoramento e produção do milho no Brasil. Campinas: **Fundação Cargill**, 1980. p.571-619.

VAZQUEZ, G. H ; GARCIA, F. P ; ASSIS, A. V. DE. Influência do espaçamento na produtividade de híbridos de milho sob alta densidade populacional. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Vol.6 (2), p.79-88, 2012.

VIEGAS, G. P. **Utilização do milho no Brasil**. São Paulo, Seta, 1990.

ZOZ, Tiago; LANA, Maria do Carmo; STEINER, Fábio; ZOZ, André; ZOZ, Jardel; ZUFFO, Alan Mario. Densidade populacional, espaçamento e adubação nitrogenada na semeadura de milho segunda safra. **Revista em agronegócio e meio ambiente**, Vol.12 (1), p.103-125, 2019.