



CENTRO UNIVERSITÁRIO INTEGRADO

CURSO DE AGRONOMIA

HEITOR PRETTI CAMILO; NAIARA MARTINS DOS SANTOS

**ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTAS NA CULTURA DO
MILHO**

Campo Mourão - PR

Dezembro / 2022

HEITOR PRETTI CAMILO; NAIARA MARTINS DOS SANTOS

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTAS NA CULTURA DO MILHO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário
Integrado, como parte das exigências para
graduação em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. João Rafael De Conte
Carvalho de Alencar.

Campo Mourão - PR

Dezembro / 2022

CENTRO UNIVERSITÁRIO INTEGRADO
CURSO DE AGRONOMIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

HEITOR PRETTI CAMILO; NAIARA MARTINS DOS SANTOS

**ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTAS NA CULTURA DO
MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário
Integrado, como parte das exigências para
graduação em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. João Rafael De Conte
Carvalho de Alencar

Aprovado em: 28 de Novembro de 2022.

Banca Examinadora

(João Rafael De Conte Carvalho de Alencar, Doutor e Docente do curso de Agronomia do
Centro Universitário Integrado)

(Leandro Meert, Doutor e Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário Integrado)

(Antônio Krenski, Mestre e Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário
Integrado)

AGRADECIMENTOS (Heitor Pretti Camilo)

Agradeço primeiro a Deus por ter me mantido no caminho certo durante estes anos acadêmicos com saúde e forças para chegar até aqui no final.

Sou grato à minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida.

Agradeço à minha namorada que sempre esteve ao meu lado durante o meu percurso acadêmico.

Deixo um agradecimento especial ao meu orientador João Rafael de Alencar pelo incentivo e pela dedicação do seu escasso tempo ao meu trabalho de conclusão de curso. Onde se tornou um grande amigo para mim.

Também quero agradecer ao centro universitário Integrado e a todos os professores do curso de agronomia pela elevada qualidade do ensino oferecido.

Agradeço também aos grandes amigos feitos aqui dentro dessa universidade, muitos estiveram comigo todo esse período e me ajudaram a crescer profissionalmente e como pessoa.

AGRADECIMENTOS (Naiara Martins dos Santos)

Agradeço primeiro a Deus pelo dom da vida, pela saúde e força dada para superar todas as dificuldades propostas ao decorrer de minha trajetória.

Sou grata ao meu saudoso avô, Noé Ferreira (in memoriam), cuja presença foi essencial em minha vida, proporcionou e incentivou o início de minha graduação

Aos demais familiares, especialmente meus pais Noel Ferreira e Elizabete Lopes e irmãos Diego e Diogo, por me apoiarem e defenderem as minhas decisões em todos os momentos de minha vida profissional e pessoal.

Agradeço ao meu amigo Heitor Camilo pela boa amizade e parceria durante todos esses anos e partilhar desse momento único que é nosso trabalho de conclusão de curso.

Agradeço a todos bons amigos e companheiros que estiveram juntos comigo nesta jornada, compartilhando dificuldades e curtindo diversos momentos.

Agradeço também a todo o corpo docente do curso de agronomia da instituição por todo conhecimento transmitido e também a todas pessoas que de alguma forma colaboraram para realização desse sonho.

Ao meu orientador professor João Rafael Alencar, que sempre esteve à disposição para sanar todas as dúvidas que tivemos de uma forma ágil e prestativa, fica o meu muito obrigada por ser esse excelente professor e ser humano.

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTAS NA CULTURA DO MILHO

Heitor Pretti Camilo¹; Naiara Martins dos Santos¹; João Rafael De Conte Carvalho de Alencar²

¹ Acadêmico do curso de Agronomia do Centro Universitário Integrado. Rod.BR-158 Km 207. CEP 87.309-650. Campo Mourão PR, e-mail; hpcheitor@hotmail.com; nai.martins44@gmail.com.

² Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário Integrado. Rod. BR-158, Km 207. CEP 87.309-650. Campo Mourão PR e-mail; joao.alencar@grupointegrado.br

Resumo: A cultura do milho deve ser planejada em período anterior ao de semeadura, pois diferentes cuidados podem influenciar nas condições desejadas dos mesmos. Entre essas condições estão o espaçamento entrelinhas e a densidade populacional de plantas que influenciam diretamente sobre o desenvolvimento e produção da lavoura do milho. Desta forma, o presente estudo buscou avaliar as características de desenvolvimento e produção da cultura do milho, bem como a influência na comunidade de plantas daninhas de acordo com diferentes espaçamentos e densidades de semeadura. Para tanto, o estudo foi conduzido durante os meses de fevereiro a julho de 2022, no Sítio Floresta, localizado no município de Juranda - PR. O experimento foi em quatro blocos casualizados em esquema fatorial 2x4, com dois espaçamentos entrelinha e quatro densidades de semeadura na cultura do milho. Logo, foram conduzidos oito tratamentos nos espaçamentos de 0,5 e 1,0 m com as densidades de semeadura de 2,2; 3,2; 4,2 e 6,1 sementes por metro. As variáveis respostas avaliadas, foram altura de plantas, altura da inserção da primeira espiga, diâmetro de colmo, número de grãos por espiga, número de fileiras por espiga, massa de mil grãos, produtividade, umidade e ocorrência de plantas daninhas. Os resultados, demonstraram que a densidade populacional e o espaçamento entre linhas influenciaram em todas as variáveis analisadas, permitindo menor ocorrência de plantas daninhas, maior altura das plantas e de inserção de espigas, maior produtividade dos grãos. Porém, notou-se que espaçamentos maiores e menor densidade de plantas permite maior diâmetro de colmo, mais grãos por fileira, maior massa de mil grãos e maior retenção de umidade nas espigas. Entretanto, esses resultados não significaram maior produtividade, logo, nota-se que o arranjo físico com menor espaçamento entre as plantas permite melhorias na expressão do híbrido. E com este trabalho, descobrimos que para a região, o melhor espaçamento é o 0,50 m com a densidade de 4,2 sementes por metro, conseguindo um melhor arranjo das plantas, maior produtividade e uma melhor condição para o controle das plantas daninhas.

Palavras-chave: Arranjo de plantas, competição, produtividade, semeadura.

SPACEMENT AND PLANTS DENSITY IN CORN CROP

ABSTRACT: The corn crop must be planned in a period prior to sowing, as different precautions can influence the desired conditions for them. Among these conditions

are the row spacing and the population density of plants that directly influence the development and production of the corn crop. Thus, the present study sought to evaluate the development and production characteristics of the corn crop, as well as the influence on the weed community according to different spacing and sowing densities. Therefore, the study was conducted from February to July 2022, at Sítio Floresta, located in the municipality of Juranda - PR. The experiment was carried out in four randomized blocks in a 2x4 factorial scheme, with two row spacing and four sowing densities in the maize crop. Therefore, eight treatments were conducted at spacings of 0.5 and 1.0 m with sowing densities of 2.2; 3.2; 4.2 and 6.1 seeds per meter. The response variables evaluated were plant height, height of insertion of the first ear, stem diameter, number of grains per ear, number of rows per ear, mass of a thousand grains, productivity, moisture and occurrence of weeds. The results demonstrated that the population density and the row spacing influenced all the analyzed variables, allowing a lower occurrence of weeds, higher plant height and spike insertion, higher grain productivity. However, it was noted that greater spacing and lower plant density allow for greater stem diameter, more grains per row, greater mass of a thousand grains and greater moisture retention in the ears. However, these results did not mean greater productivity, therefore, it is noted that the physical arrangement with less spacing between plants allows improvements in the expression of the hybrid. And with this work, we discovered that for the region, the best spacing is 0.50 m with the density of 4.2 seeds per meter, achieving a better arrangement of the plants, greater productivity and a better condition for the control of weeds.

Keywords: Arrangement of plants, competition, productivity, sowing.

INTRODUÇÃO

O Brasil é destaque na produção de milho, uma vez que ocupa o 3º lugar como maior produtor de milho do mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos e China (CONAB, 2019). Na safra 2021, apesar das más condições climáticas, que prejudicaram a produção do grão, o país ainda teve produção de 87,0 milhões de toneladas de grãos (BRFÉRTIL, 2022).

Essa cultura apresenta grande potencial produtivo com rendimento até 30 toneladas por hectares, sendo atribuído sua alta produtividade às propriedades fisiológicas do cultivar (EMBRAPA, 2015). Porém, apesar de alto potencial produtivo, no Brasil ainda é considerado baixo, visto que a produtividade média é de cerca de 4.864 kg ha⁻¹, demonstrando como o manejo da cultura deve ser aprimorado para se obter a melhoria da produtividade e rentabilidade (EMBRAPA, 2015).

Entre os diversos fatores que podem influenciar na produtividade da cultura, encontra-se o manejo nos estágios de crescimento e desenvolvimento, afetado diretamente pela umidade do solo, temperatura, radiação solar e fotoperíodo,

portanto, a época de semeadura é influenciada diretamente por estes fatores, cujos limites são variáveis de acordo com as características edafoclimáticas (CRUZ; PEREIRA FILHO; ALBUQUERQUE FILHO, 2021).

Além das condições climáticas, a densidade de semeadura, definida como o número de plantas por unidade de área, influencia diretamente sobre o rendimento da lavoura de milho, uma vez as variações nas quantidades de sementes por metro têm grande influência no rendimento final da cultura (AFFÉRI *et al.*, 2008).

O milho é uma cultura sensível às mudanças na densidade das plantas, sendo que o arranjo de plantas pode interferir no crescimento e desenvolvimento devido à distribuição espacial e temporal de indivíduos na linha, sendo que para cada sistema de produção, deve-se avaliar a população que maximiza a produção (SANGOI; SILVA, 2006; CRUZ; PEREIRA FILHO; ALBUQUERQUE FILHO, 2021).

Quanto a população ideal, Cruz, Pereira Filho e Albuquerque Filho (2021), afirmam que para maximizar a produtividade do milho é necessário cerca de 30.000 a 90.000 plantas por hectare, porém, deve-se estar atento a fertilidade do solo, ciclo da cultivar, disponibilidade hídrica, época de semeadura e espaçamento entrelinhas. Em alguns casos, dependendo do híbrido utilizado é possível definir densidades menores, pois, os mesmos conseguem compensar quantidades de sementes por linhas nas suas espigas, conseguindo obter produções normais com densidades reduzidas, já em casos onde ocorre o aumento da densidade de semeadura, outras características da planta podem ser afetadas, como, por exemplo, tamanhos e índices de espigas, diâmetro do colmo resultando em maior susceptibilidade ao acamamento, quebramento e a algumas doenças (EMBRAPA, 2015).

Nesse sentido, nota-se que o espaçamento entre linhas ainda é muito variável, sendo que o espaçamento reduzido varia entre 45 a 50 cm entre fileiras e o espaçamento convencional entre 80 a 90 cm, nota-se ainda a tendência a redução do espaçamento, considerando as vantagens descritas por Cruz, Pereira Filho e Albuquerque Filho (2021), em que afirma que a utilização de espaçamentos mais estreitos, contribuem para o aumento do rendimento de grãos, distribuição mais padronizada de plantas na área, aumento da eficiência de utilização de luz solar, água e nutrientes, e melhor controle de plantas daninhas, com isso melhor qualidade de produção.

Desta forma, o presente estudo visa identificar a melhor relação de plantas de acordo com o espaçamento e densidade para a produção da cultura do milho durante a safrinha.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos meses de fevereiro a agosto de 2022, no Sítio Floresta, localizado no município de Juranda, estado do Paraná, sob as coordenadas: latitude 24° 18' 35.22"S e longitude 52° 42' 37.52"O e com altitude de 649 m, médias anuais de chuvas de 1600-2000 mm, temperaturas médias variando de 17 a 28 °C, diante disso o clima da região de onde o experimento foi instalado é classificado como subtropical úmido, tendo verões com temperaturas mais elevadas e no inverno podendo ter incidências de geadas (SOMAR METEOROLOGIA, 2022).

O solo da área é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distoferérico típica textura média + argissolo (EMBRAPA, 2013). Antes da semeadura foi realizada a coleta de solo para retirar a análise na profundidade de 0 - 20 cm, os resultados obtidos foram: pH (CaCl₂) 5,50; P 14,81 mg/dm³; K 0,35 cmolc/dm³; Ca 5,56 cmolc/dm³; Mg 2,12 cmolc/dm³; acidez potencial (H+Al) 4,44 cmolc/dm³; carbono orgânico total 22,86 g/dm³; V% 64,39; CTC 12,47 cmolc/dm³; soma de bases 8,03 cmolc/dm³; S 9,50 mg/dm³; B 0,35 mg/dm³; Cu 14,16 mg/dm³; Fe 50,50 mg/dm³; Mn 209,85 mg/dm³; Zn 3,05 mg/dm³.

Durante a condução do experimento foram observados o comportamento de um híbrido Brevant - B2702VYHR diferentes espaçamentos e densidades. A semeadura ocorreu no dia 27/02/2022 de forma mecânica com uma plantadeira da marca John Deere de 12 linhas de 0,50 cm de espaçamentos entre elas com um trator da mesma marca 7415 J tendo uma potência de 180 cv. A velocidade estipulada para a semeadura, visando uma melhor semeadura, foi de 5,5 km/h em uma profundidade de 4 cm, tendo a soja como cultura anterior.

As características do híbrido são: milho utilizado para a semeadura da primeira e segunda safra; super precoce; tecnologia Leptra® que tem com sua principal função a proteção contra insetos, composta por três proteínas inseticidas (Cry1F, Cry1Ab e Vip3Aa20), que auxiliam na proteção contra as principais lagartas que atacam a cultura do milho, sabugo e grão vermelho, sabugo fino, espiga expansiva. Além de ser de tecnologia tolerante ao Glifosato (RR). O híbrido utilizado

possui em média 14 fileiras de grãos na espiga, apresentando bom arranque inicial, qualidade de colmo e ampla janela de semeadura.

As sementes que se instalaram no campo experimental, passaram pelo tratamento industrial realizado com Poncho (Clotianidina) + Demacor (Clorantraniliprole) na dose de 70ml por 60.000 sementes de cada.

Sobre a adubação, ela ocorreu junto com a semeadura, onde teve uma quantidade de 310 kg/ha⁻¹ da formulação NPK 10-15-15 Fertipar.

Os tratos culturais realizado dentro da lavoura contaram com o auxílio do pulverizador (jacto AM-24) com um trator da marca John Deere 6115 com uma potência de 115 cv, e ocorreram algumas aplicações de final de ciclo via aéreo. Essas operações dentro da lavoura foram conduzidas conforme as recomendações agrônômicas como o controle de pragas, doenças, plantas daninhas, utilizado, inseticidas, herbicidas, fungicidas e fertilizantes foliares conforme relatado na tabela 1.

Tabela 1. Tratos culturais, datas de realização e descrição. Juranda - PR, 2022

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Tratos Culturais	Realização	Descrição (dose por alqueire)
Aplicação de Inseticida	03/03/2022	2,5Kg Perito (acefato)
Aplicação de Inseticida / Herbicida	10/03/2022	Adjuvante 200ml, Sal 1,5kg, Expedition (Sulfoxaflor, Lambda-Cialotrina) 1L, Roundup WG (glifosato) 2kg, Atrazina 6L.
Aplicação de Inseticida	19/03/2022	Adjuvante 75ml, Sal 1,5Kg, 2,5Kg Perito (acefato)
Aplicação de fertilizantes foliares	20/03/2022	Celerate (Zn + Mo) 500ml, Nitro+ (N) 4L
Aplicação de Inseticida	02/04/2022	Adjuvante 75ml, Primolio 5L, Lanate 2L (uma bomba - fundo)
Aplicação de Inseticida / Herbicida	02/04/2022	Adjuvante 75ml, Primolio 5L, Sal 1,5Kg, Perito (acefato) 2,5Kg, BlackGold 2,27L, Excellence 1,8Kg, Fisiocrop 3,63L (Adubação Foliar + Aminoácidos)
Aplicação de Fungicida (aéreo)	28/04/2022	Abacus (Piraclostrobina, Epoxiconazol) 800ml, Klorpan (Clorpirifós) 1,5L, Unizeb (Mancozebe) 3Kg, Adjuvante + óleo 800ml

O acumulado de precipitações foi acompanhado por meio de um pluviômetro colocado perto da área experimental, registradas todas precipitações na área da pré-semeadura até a colheita.

O ensaio foi realizado em esquema fatorial 2x4, com dois espaçamentos entrelinha e quatro densidades de semeadura na cultura do milho. Foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso com quatro blocos. Logo, foram conduzidos oito tratamentos nos espaçamentos de 0,5 e 1 m com as densidades de semeadura de 2,2; 3,2; 4,2 e 6,1 sementes por metro, conforme detalhado na Tabela 2.

As áreas utilizadas foram escolhidas aleatoriamente, visando apenas boa acessibilidade, para a facilidade das avaliações do estudo, retiradas do pulverizador, evitando o amassamento das parcelas.

Quanto as densidades, as mesmas foram selecionadas conforme a tabela da semeadora. Cada tratamento teve quatro repetições de 9 m² totalizando uma área experimental de 288 m², as bordaduras do experimento tiveram um espaçamento de 1 m em volta de todo o campo.

Tabela 2. Tratamentos, datas de realização e descrição. Juranda - PR, 2022.

Tratamentos	Realização	Descrição
T1	27/02/2022	Semeadura realizada de forma mecânica, na densidade de 2,2 sementes por metro no espaçamento de 0,50 metros entre linhas
T2	27/02/2022	Semeadura realizada de forma mecânica, na densidade de 3,2 sementes por metro no espaçamento de 0,50 metros entre linhas
T3	27/02/2022	Semeadura realizada de forma mecânica, na densidade de 4,2 sementes por metro no espaçamento de 0,50 metros entre linhas
T4	27/02/2022	Semeadura realizada de forma mecânica, na densidade de 6,1 sementes por metro no espaçamento de 0,50 metros entre linhas
T5	27/02/2022	Semeadura realizada de forma mecânica, na densidade de 2,2 sementes por metro no espaçamento de 1,00 metros entre linhas
T6	27/02/2022	Semeadura realizada de forma mecânica, na densidade de 3,2 sementes por metro no espaçamento de 1,00 metros entre linhas
T7	27/02/2022	Semeadura realizada de forma mecânica, na densidade de 4,2 sementes por metro no espaçamento de 1,00 metros entre linhas
T8	27/02/2022	Semeadura realizada de forma mecânica, na densidade de 2,2 sementes por metro no espaçamento de 1,00 metros entre linhas

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Em relação às avaliações deste experimento, foram realizadas: medições quanto à altura de planta; diâmetro de colmo; número de grãos por fileira; inserção

de espiga; população final real; MMG (massa de mil grãos); umidade; produtividade e plantas daninhas após colheita.

A forma de avaliação foi abordada dentro das repetições confrontando as mesmas densidades com os espaçamentos. As avaliações ocorreram semanalmente, onde realizou-se utilizando uma trena para medir altura de planta e paquímetro para medir o diâmetro do colmo. A altura de planta e o diâmetro do colmo foram medidas até o estágio fenológico R5. Número de fileiras e grãos por fileiras foi realizado após a colheita do tratamento, onde foi separado dez espigas aleatórias de cada repetição, sendo realizada a contagem das mesmas. A altura de inserção de espiga foi realizada no último estágio fenológico avaliado (R5).

Quanto a produtividade se deu pelo meio da colheita total das repetições no dia 24/08/2022, onde com a debulha manual das espigas, conseguimos obter valores em kg/ha^{-1} . Para conseguirmos obter valores líquidos da produção de cada tratamento foi retirado a umidade na cooperativa Coamo, sendo utilizado uma máquina com a descrição Motonco 999 i. Após quinze dias da colheita foi realizado a medição de plantas daninhas que foram contabilizadas em um metro quadrado por parcela, obtendo uma quantidade de plantas daninhas em cada densidade e espaçamento. A massa de mil grãos foi realizada pela contagem de 100 grãos em oito repetições por parcela após a debulha, e retirado o valor em gramas de cada tratamento, sendo extrapolado os dados para mil grãos.

Os dados obtidos no experimento foram analisados por meio de análise de variância e da análise de regressão dos modelos quantitativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao colmo do milho, nota-se que o mesmo possui função estrutural e atua como órgão de reserva, fonte de carboidratos para o enchimento dos grãos, via processo de translocação (STOLLER, 2022). Nesse sentido, nota-se que o colmo é essencial para o desenvolvimento da planta, portanto foi realizado a avaliação do diâmetro, em que pode ser visualizado na Figura 1 a relação entre diferentes quantidades de sementes por metro com relação ao diâmetro do colmo.

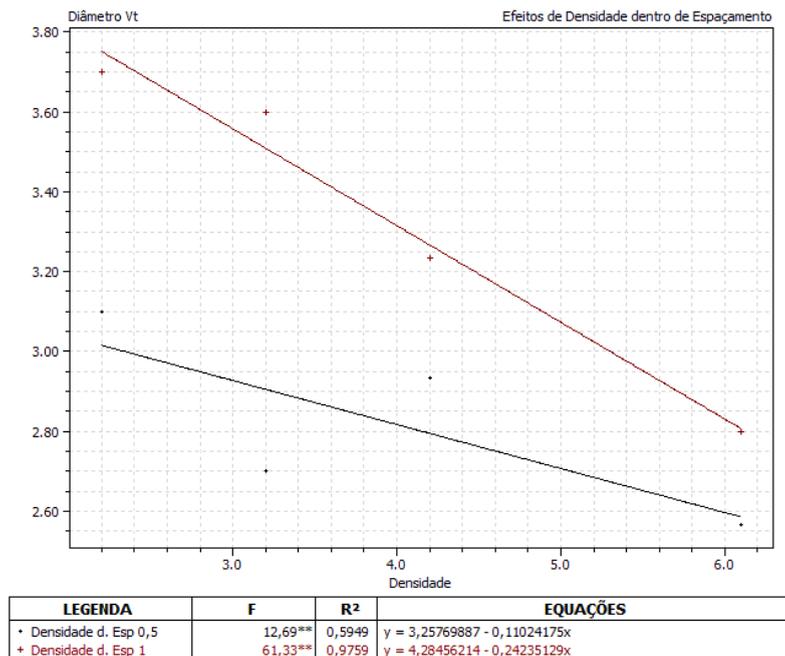


Figura 1. Diâmetro do colmo em estágio fenológico VT, expressados em cm confrontado com as densidades. Juranda – PR, 2022.

Por meio da regressão demonstrada pelas avaliações estatísticas, observa-se a linha vermelha com espaçamentos de 1,00 metro e a linha preta com espaçamento de 0,50 metro, onde foi demonstrado a relação da espessura do colmo e a quantidade de plantas por metro quadrado. Por meio da Figura 1, nota-se que quanto maior o número de plantas por metro menor é o diâmetro do colmo. Resultados semelhantes foram verificados nos estudos de Dourado Neto *et al.* (2003) e Mantine (2008), que observaram que quanto maior a densidade populacional menor o diâmetro do colmo.

Gross, Pinho e Brito (2006) e Afféri *et al.* (2018) afirmam que a densidade populacional reduz no diâmetro do colmo, sendo que ocorre a interferência na massa individual das plantas, de maneira que a matéria seca passa a ser reduzida, devido à competição por recursos, além disso, devido à redução do diâmetro fica mais evidente o risco de tombamento no período da colheita. Desta forma, com o espaçamento maior entre as linhas de 1,00 m, foi permitido a passagem de ar, entrada de luz e menor competitividade por recursos, resultando em diâmetro mais espesso em relação aos blocos com 0,50 m, conforme observado na Figura 2.

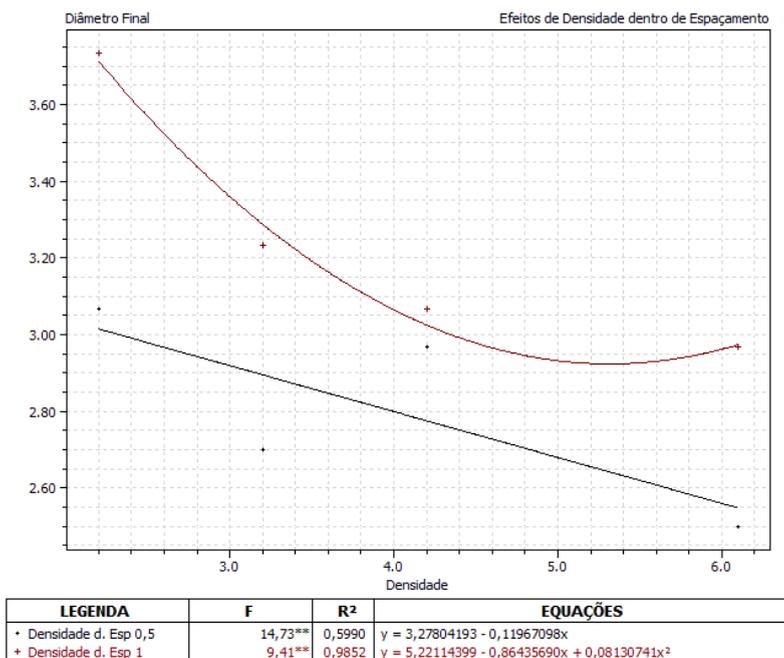


Figura 2. Diâmetro do colmo em estágio fenológico R5, expressados em cm confrontando com as densidades. Juranda – PR, 2022.

Em termos de altura de planta, ela está ligada com a quantidade de grãos por fileiras em uma espiga, porém atualmente no mercado encontram-se vários, matérias com alturas diferentes conseguindo expressar produtividades similares (EMBRAPA, 2015). Os resultados de altura de plantas neste experimento foram demonstrados na Figura 3, onde se observou que para o espaçamento de 0,50 m entre linhas para esse híbrido ocorreu maior crescimento, com pico elevado entre 4 a 5 plantas por metro, porém com maior densidade populacional ocorre o decréscimo desta condição para esse clima e região. Tal resultado de decréscimo com 6 plantas pode ser atribuído ainda competição populacional que ocorre devido a maior densidade populacional.

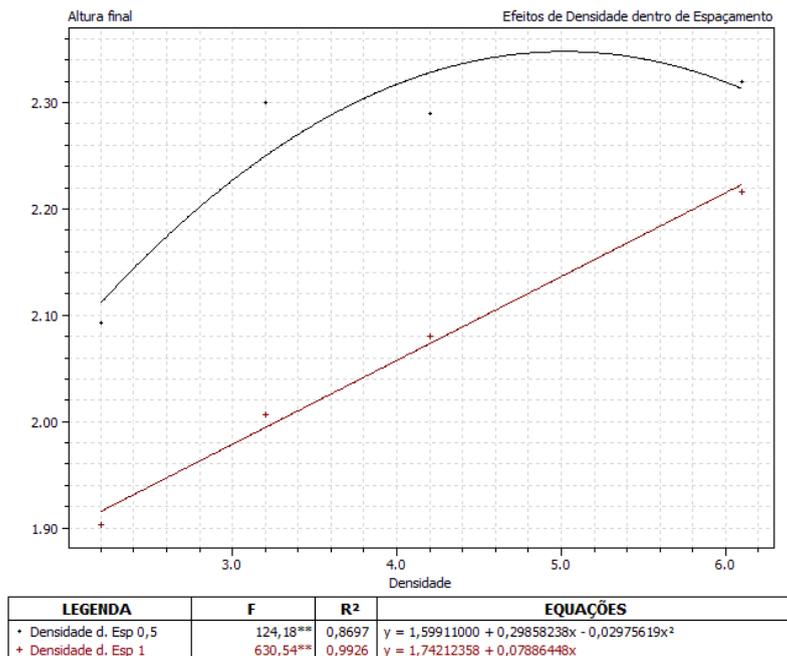


Figura 3. Altura da planta, expressados em metros confrontando com as densidades. Juranda – PR, 2022.

Marchão (2004), verificou resultado semelhante em seu estudo, descrevendo que ocorre um acréscimo significativo dos valores até um ponto que as plantas param de se desenvolver, provavelmente pela limitação dos recursos ambientais provocada pela alta competição intraespecífica.

Segundo Shioga, Oliveira e Gerage (2004), plantas com maior densidade populacional mantém as taxas de crescimento, caso seja aplicado o aumento da adubação nitrogenada. Demétrio *et al.* (2008), também observou crescimento das plantas com maior densidade populacional, porém não relatam decréscimo em determinados números de plantas.

Quanto a densidade de 1,00 m, verifica-se que ocorre o crescimento das plantas de maneira contínua, portanto, podendo ser inserido maior número de sementes durante a semeadura. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Marchão (2004), em que afirma que sob altas densidades de plantas a competição por luz provoca um aumento significativo da altura média das plantas. Porém, de acordo com o autor, apesar da ocorrência de dominância apical em condições de altas densidades populacionais, o maior crescimento em altura, provavelmente devido à competição por luz, pode não

ter correspondido a qualidade do grão, portanto proporcionou crescimento das plantas, com formações raquíticas.

A análise da variável altura de espiga (Figura 4), revelou que nos espaçamentos de 0,50 m e 1,00 m, que quanto maior a quantidade de plantas por metro, maior a inserção de espiga. Nos espaçamentos de 0,50 apresentou uma inserção mais elevada, podendo ser associado ao porte de planta que busca a luz, porém, isso pode ser prejudicial, pois pode ocorrer rajadas de ventos e ocorrer o tombamento dessas plantas.

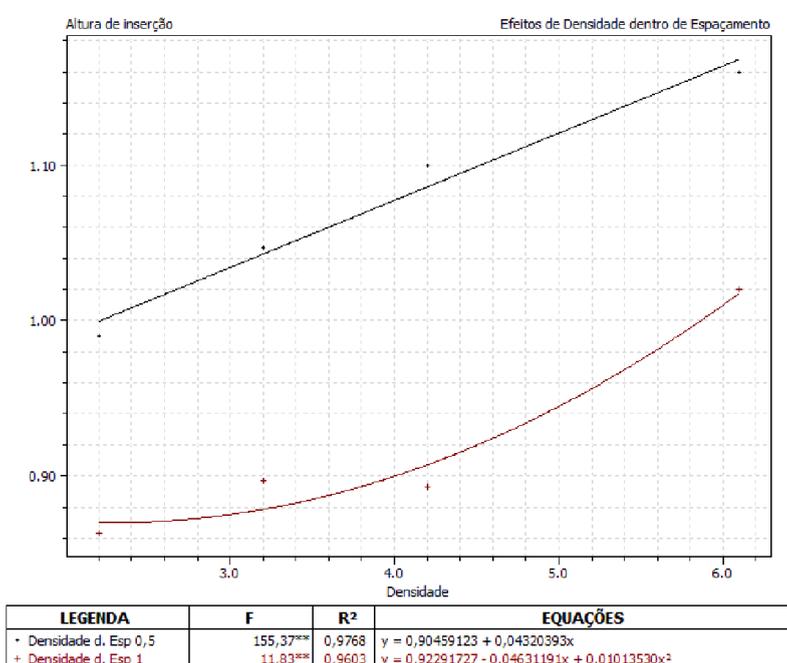


Figura 4. Altura de inserção de espiga em estágio fenológico R5, expressado em metros confrontando com as densidades. Juranda – PR, 2022.

Marchão (2004), verificou resultado semelhante em seu estudo e afirmou que quando se eleva a densidade de semeadura observa-se que há um incremento linear na altura de inserção das espigas, afirmando que isso ocorre devido à competição por luz. Li *et al.* (2017), ainda afirma que a altura de inserção de espiga está diretamente relacionada com o acamamento de plantas, ou seja, quanto maior altura de espiga, maior a susceptibilidade das plantas ao tombamento.

Apesar do risco de tombamento, a Embrapa (2015), afirma que a inserção da espiga em alturas superiores permite que a colheita mecanizada

seja realizada sem grandes problemas, pois permite a regulação da plataforma de maneira elevada, reduzindo os riscos de embuchamento.

Já em relação aos grãos por fileira nota-se na Figura 5, que a quantidade de grãos por fileira, nos espaçamentos de 1,00 m, apresenta uma quantidade de grãos maior que nos espaçamentos de 0,50 m. Sendo que tal fenômeno ocorre também pela baixa competição pelos nutrientes necessário, semelhante ao processo de formação das fileiras para o desenvolvimento, sendo que a baixa densidade de plantas permite a maior quantidade de fotossíntese, permitindo desenvolver maior quantidade de grãos dentro da fileira.

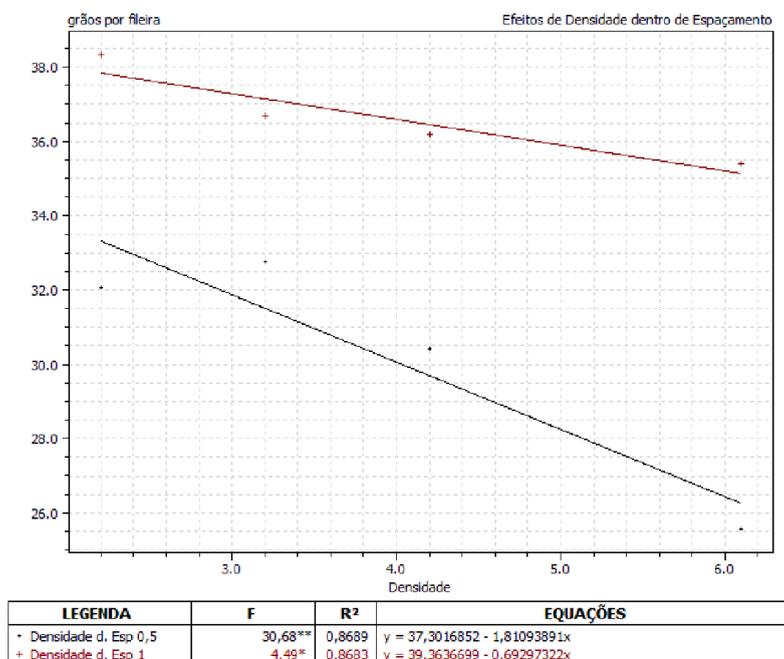


Figura 5. Número de grãos por fileiras por espigas com as densidades. Juranda – PR, 2022.

Piana *et al.* (2008) e Kopper *et al.* (2017), afirmaram em seus estudos que a relação da densidade de plantas com quantidade de grãos por fileira é prejudicada devido à intensificação da competição pelos recursos do meio como a luz, água, nutrientes, prejudicando a produção individual da planta. Zoz *et al.* (2018), verificou resultado semelhante e afirmou que o aumento da densidade populacional das plantas de milho de segunda safra é prejudicial,

resultando na redução do número de grãos/espiga. Portanto, confirmando os resultados deste estudo.

Em relação ao peso em gramas em uma quantidade de 1000 grãos, foi observado por meio da Figura 6, que a massa de mil grãos no espaçamento de 1,00 m é relativamente maior que no espaçamento de 0,50 m, portanto, se nota que a densidade populacional afetou negativamente grande parte dos componentes da pro. Esse resultado, também, ocorre por conta da competição entre as plantas, resultando em menor quantidade de nutrientes, sol e água para desenvolver um grão mais pesado.

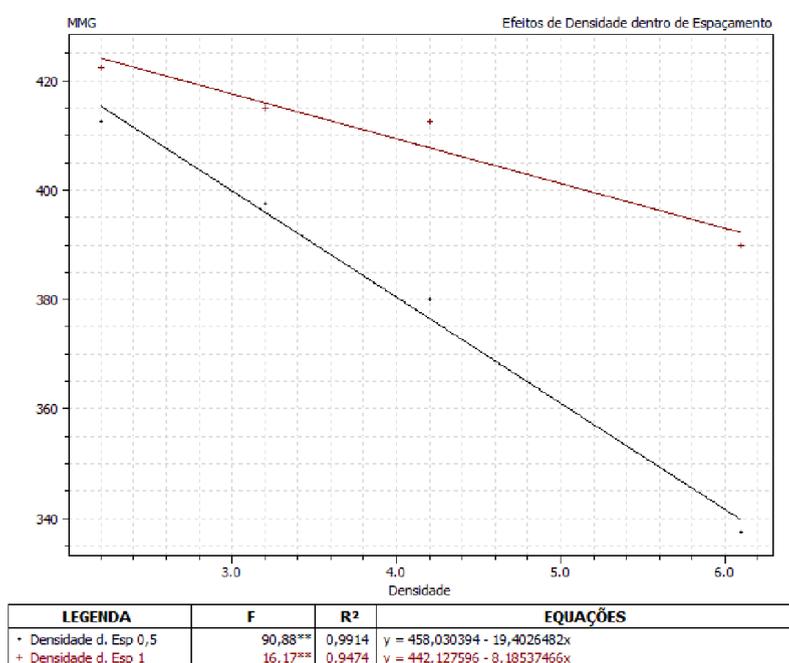


Figura 6. Massa de mil grãos, densidades e espaçamentos. Juranda – PR, 2022.

Esses resultados ainda se assemelham aos verificados por Pereira *et al.* (2009), que verificaram em seus estudos que a massa de 1000 grãos foi influenciada pelo efeito da densidade de plantas, sendo observado a redução do peso, diferenças de tamanho inicial das espiguetas, taxa de enchimento de grãos relativamente menores, desta forma influenciando diretamente sobre a produtividade de grãos. Marchão (2004), ainda justifica que o estresse causado pela competição entre plantas, pode influenciar na menor produção de carboidratos durante a fase de enchimento de grãos, por consequência, a redução do volume de matéria seca dos grãos.

Kappes *et al.* (2011), ainda verificou o decréscimo linear na massa de mil grãos em função do aumento da densidade de plantas, sendo observado que houve redução de aproximadamente 46 g para cada 10 mil plantas acrescidas na população, portanto confirmando os resultados aqui encontrados.

Nesse sentido, nota-se ainda que apesar de a massa de mil grãos ter sido reduzida, a produtividade não foi diretamente afetada por este resultado, visto que conforme a Figura 7, onde foi demonstrado a produtividade expressa em Kg ha⁻¹ (hectare), que no espaçamento de 0,50 e na densidade de 4,2 a 4,4 sementes por metro apresentou uma maior produção por hectare, sendo resultante de um melhor arranjo das plantas, ou seja, devido uma maior quantidade de plantas por metro quadrado. No entanto, nota-se que este é o limite de sementes para a competição entre as plantas, permitindo o desenvolvimento das espigas e obtendo a maior produtividade entre as demais densidades e espaçamento.

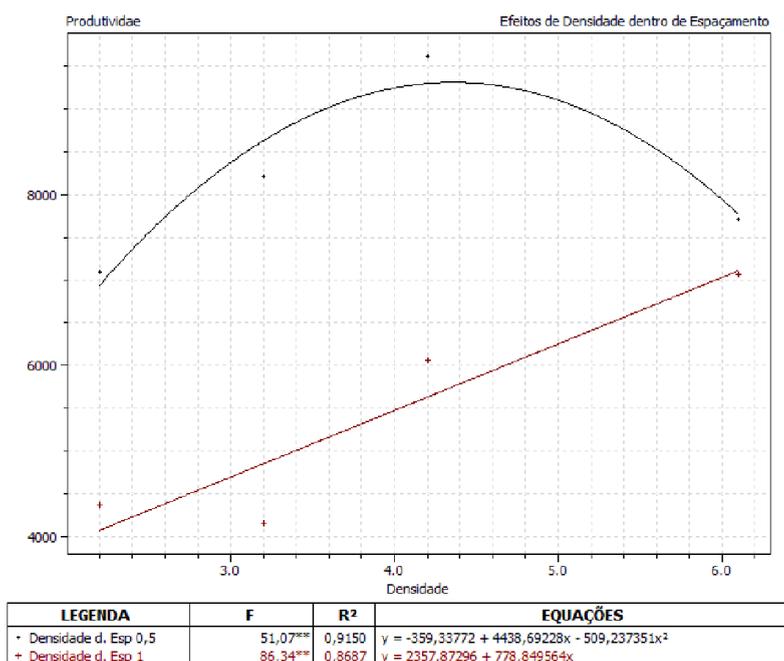


Figura 7. Produtividade com as densidades e espaçamentos. Juranda – PR, 2022.

Resultados semelhantes foram verificados por Barbieri *et al.* (2005), que observaram o comportamento de dois híbridos de milho-doce submetidos a quatro espaçamentos entre fileiras e cinco densidades de semeadura, em Uberlândia-MG, onde se notou que a produtividade teve aumento significativo com o aumento populacional de plantas e a redução dos espaçamentos entre

as mesmas. Afféri *et al.* (2008), também verificou que para os cultivares estudados a produtividade dos grãos foi superior com espaçamentos entre 0,50 m e 0,60 m quando comparados com o espaçamento de 0,80 m, sendo ainda verificado que para ambas as espécies de milho avaliadas o limite máximo de produtividade é no espaçamento de 0,65 m, havendo decréscimo na produtividade, tanto para 0,50 m quanto para 0,80 m.

Desta forma, os resultados de produtividade deste estudo ainda apresentam semelhança com o estudo de Lana *et al.* (2009), que verificou que o menor espaçamento entrelinhas (0,45 m) demonstrou a maior produtividade dos grãos quando comparado com os espaçamentos de 0,75 e 0,90 m. Amaral Filho *et al.* (2005), também afirmou que a produtividade de milho no espaçamento de 0,60 m obteve a maior produtividade com o menor espaçamento entrelinhas.

Em relação à umidade a Figura 8, demonstra-se que quanto maior a quantidade de plantas e menor o espaçamento entre as mesmas, maior é a retenção de umidade, isso ocorre resultante da quantidade de plantas que está naquele local, tendo um maior sombreamento da espiga, e maior retenção de umidade entres as plantas, não permitindo obter uma quantidade de luz suficiente para secar as espigas. Nesse sentido, nota-se que o espaçamento de 0,50 m retém maior quantidade de umidade sobre a produção quando comparado com o espaçamento 1,00 m.

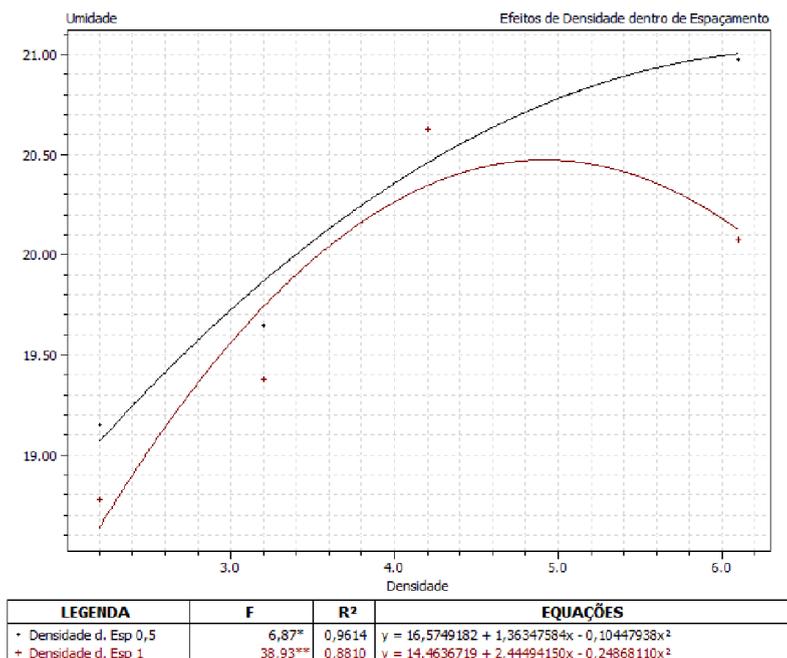


Figura 8. Umidade com as densidades e espaçamentos. Juranda – PR, 2022.

Sangoi e Silva (2006), afirmam que a variação no teor de umidade dos grãos na colheita, aumentam os danos mecânicos durante a colheita e os custos de secagem. Porém, não foram encontrados estudos que fizessem a correlação entre umidade dos grãos e o espaçamento das plantas.

Os espaçamentos menores e o aumento populacional de plantas, contribuiu ainda para a interferência das plantas daninhas sobre o cultivar, podendo ser observado na Figura 9, que a quantidade de plantas daninhas por metro quadrado, apresentou redução significativa, ou seja, quanto menor o espaçamento, menor a quantidade de plantas daninhas. Isso ocorre devido ao sombreamento que a maior densidade de plantas faz sobre o solo, permitindo que quanto maior o sombreamento no solo menor a quantidade de plantas daninhas será germinada.

Resultado semelhante foi observado por Marchão (2004), que afirma grande interferência de plantas daninhas favorecidas pela distância das entrelinhas, resultando no aumento de competição e forçando ao produtor a utilizar herbicidas que possui muitas vezes baixa eficiência e são altamente fitotóxicos, portanto, o autor indica redução dos espaçamentos e aumento de plantas durante a semeadura, para a redução das interferências destas espécies. Dias (2017) e Andrade (2018), também afirmam em seus estudos que além das melhorias de produtividade, a redução do espaçamento

entrelinhas permite o melhor controle de plantas daninhas no cultivar, devido ao maior sombreamento sobre o solo. Desse modo, observa-se a vantagem aparente para o produtor rural, a utilização de menor espaçamento e maior densidade populacional, além de se observar que este espaçamento se assemelha ao utilizado pelas culturas de soja e feijão.

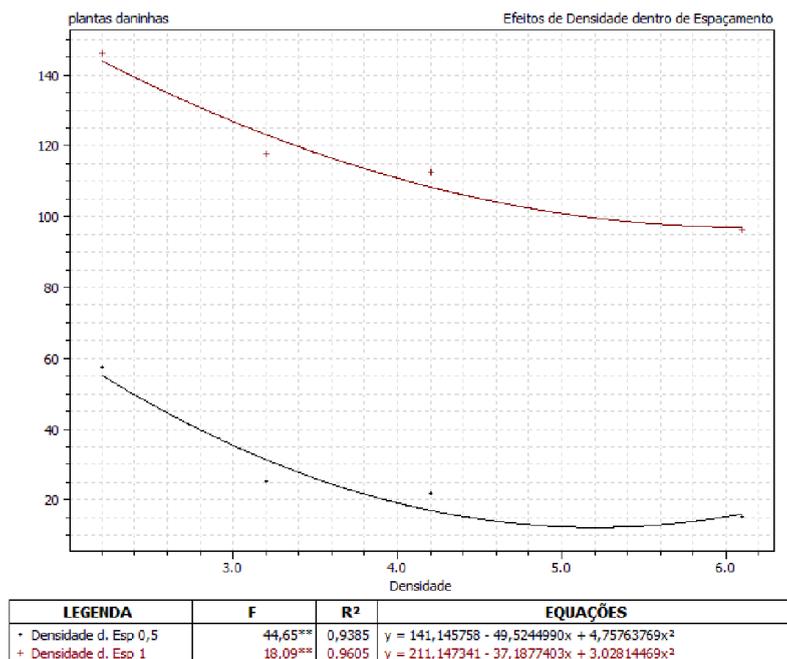


Figura 9. Quantidade de plantas daninhas por m², confrontando com as densidades e espaçamentos. Juranda – PR, 2022.

Por fim, pode-se pontuar que a redução do espaçamento entre linhas, associada ao aumento de plantas do cultivar, possibilita a ocorrência de melhorias no cultivar, porém, as mesmas devem ser avaliadas, visto que também apresentam pontos não desejáveis sobre os resultados da cultura. Portanto, antes de se optar por esta escolha, deve-se avaliar a espécie da planta, visto que a mesma também influencia sobre os resultados de produção, além de se considerar as diferentes safras e épocas de semeaduras.

CONCLUSÃO

A produtividade do milho aumenta com a redução no espaçamento entre linhas para o híbrido avaliado, porém, observou-se que existe um limite.

Contudo, o melhor resultado foi no espaçamento de 0,50 m e na densidade de 4,2 sementes por metro, obtendo uma quantidade aproximadamente de 9.000 kg/ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

AFFÉRI, F. S. *et al.* Espaçamento e densidade de semeadura para a cultura do milho, em plantio tardio, no estado do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, p. 128-133, 2008.

AMARAL FILHO, J. P. R. *et al.* Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 467-473, 2005.

ANDRADE, M. **Híbridos de milho verde irrigado cultivado sob espaçamentos e níveis de desfolha em ambiente de domínio de cerrado**. 2018. F. 58. Dissertação (Mestra Profissional em Irrigação no Cerrado), Instituto Federal Goiano, Ceres - GO, 2018.

BARBIERI J. M. Q. *et al.* Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p.826-830, 2005.

BRFÉRTIL. **Brasil no ranking dos principais produtores de milho**. 2022. Disponível em: <
<https://brfertil.com.br/brasil-no-ranking-dos-principais-produtores-de-milho/>>
Acesso em: 21 out. 2022.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Milho junho/julho de 2019**. Análise mensal julho 2019 – safra 2019/2020. : Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2019.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO. R. A.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de. **Espaçamento e Densidade**. Embrapa – Milho. Brasília, DF, Brasil. 2021. Disponível em: <
<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pr-ducao/plantio/espacamento-e-densidade> > Acesso em: 21 out. 2022.

DEMÉTRIO, C. S. *et al.* Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesq. agropec. Bras.**,v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.

DIAS, F. S. **Influência do espaçamento e da densidade de semeadura sobre o desempenho de híbridos de milho**. 2017. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

DOURADO NETO, D. D. *et al.* Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p.63-77, 2003

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.
Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Brasília, 2013. P. 353.

EMBRAPA. **Cultivo do Milho. Plantio**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção. 9ª ed. 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=1309> Acesso em: 21 out. 2022.

GROSS, M.R.; PINHO, R.G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.387-393, 2006.

KAPPES, C. *et al.* Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 334-343, 2011.

KOPPER, C. V. *et al.* Produtividade de milho segunda safra em função de diferentes velocidades de semeadura e densidade de plantas. **Pesq. agropec. pernamb.**, v. 22, p. e201701- e201707 , 2017

LANA, M. C. *et al.* Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 433-438, 2009.

LI, Y. *et al.* The genetics relationships among plant-height traits found using multiple trait QTL mapping of a dent corn and popcorn cross. **Genome**; v. 50, n. 4, p. 357-364, 2007.

MANTINE, E. **Arranjo de plantas e componentes de produção de grãos de dois híbridos simples de milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2008, 103 p.

MARCHÃO, R. L. **Efeito Da Densidade De Plantas Sobre Caracteres Agronômicos De Híbridos De Milho, Cultivados Em Espaçamento Reduzido**. 2004. F. 70. Dissertação (Mestre em Agronomia), Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2004.

MERLADETE, A. **Entende como o percevejo barriga-verde causa danos no milho**. Agrolink, 2021. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/entenda-como-o-percevejo-barriga-verde-causa-danos-no-milho_445602.html> Acesso em: 23 out. 2022.

PEREIRA, J. L. A. R. *et al.* Cultivares, doses de fertilizantes e densidades de semeadura no cultivo de milho safrinha. **Ciência Agrotecnica**, v. 33, n. 3, p. 676-683, 2009.

PIANA, A. T. *et al.* Densidade de plantas de milho híbrido em semeadura precoce no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p. 2608-2612, 2008

RODRIGUES, R. B. **Danos So Percevejo-Brassiga-Verde *Dichelops Melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) Na Cultura Do**

Milho. 2011. F. 105. Dissertação (Mestre em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2011.

SANGOI, L. SILVA, P. R. F. da. Densidade de Arranjo Populacional em milho. 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Densidade/Index.htm>. Acesso em: **21 out. 2022**

SHIOGA, O. S.; OLIVEIRA, E. L.; GERAGE, A. C. Densidade de plantas e adubação nitrogenada em milho cultivado na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3, n. 3, p. 381-390, 2004.

SOMAR METEOROLOGIA. **Precipitação**. Somar Meteorologia, 2022. Disponível em: <<http://somarmeteorologia.com.br/v3/index.php?goTo=af77bf63&cid=BoaEsperanca-PR&pid=WSYJGB>> Acesso em: 23 out. 2022.

STOLLER. **Qual o papel das reservas do colmo no processo de enchimento de grãos de milho**. 2022. Disponível em: <<https://www.stoller.com.br/qual-o-papel-das-reservas-do-colmo-no-processo-de-enchimento-de-graos-de-milho/>> Acesso em: 23 out. 2022.

VIEIRA, J. A. G. **Espaçamento E Densidade De Plantio De Milho-Silagem Consorciado Com *Brachiaria Brizantha***. 2013. F. 53. Tese (Doutorado em Scientiae), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2013.

ZOZ, T. *et al.* Densidade Populacional, Espaçamento E Adubação Nitrogenada Na Semeadura De Milho De Segunda Safra. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 103-125, 2018.