

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO RIO GRANDE DO SUL  
Campus Ibirubá**

**ASPECTOS PRODUTIVOS DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB  
DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS**

**LUÍS HENRIQUE MORAES BETELLA**

**Ibirubá  
2022**

**LUÍS HENRIQUE MORAES BETELLA**

**ASPECTOS PRODUTIVOS DE HÍBRIDOS DE MILHO SOB  
DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS**

Trabalho de conclusão de curso II apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá como requisito parcial da obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Dr. Jardel Henrique Kirchner

**Ibirubá-RS, 2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de primeiramente agradecer a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados durante todos os meus anos de estudo, por ter me garantido saúde para conseguir realizar o trabalho e ter chegado até onde me encontro hoje. Aos meus pais Valdemar José Betella e Diomara Mendes de Moraes por todo apoio e incentivo ao longo desse período.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá pela oportunidade de cursar o curso de Agronomia, com um ensino de qualidade e gratuito, além de disponibilizar a área para a realização do experimento.

Ao Laboratório de Hidrologia e Hidráulica do curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá, por todo o suporte durante a realização do experimento, tanto quanto material como os ensinamentos passados a mim pelos integrantes do laboratório, sendo de forma essencial no meu processo de formação profissional, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

Aos orientadores deste trabalho em especial ao professor Dr.Jardel Henrique Kirchner, o professor Dr.Marcos Paulo Ludwig e o professor Dr.Daniel Uhry, por aceitarem ser meus orientadores durante a realização deste trabalho, e por todos os ensinamentos destinados a mim ao longo do curso o que foi de grande importância para a minha formação tanto profissional como pessoal.

Aos meus colegas de curso e de laboratório, no qual eu convivi durante os últimos anos, pelo companheirismo e troca de experiências durante esse tempo. E a todos os demais que de alguma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos vocês o meu muito obrigado.

## RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie cultivada em todos os estados brasileiros, e se destaca por ser uma cultura de grande importância para a humanidade, de maneira relacionada ao seu potencial de rendimento, valor nutricional e pelas diversas formas que é utilizado, tanto na alimentação animal quanto humana. Sendo que para se obter um bom desempenho produtivo para a cultura, deve-se utilizar híbridos com um bom material genético e realizar uma boa escolha do arranjo populacional de plantas visando otimizar a produtividade de grãos, pois diferentes de outras culturas, ela não compensa a ausência de plantas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produtividade de quatro diferentes híbridos de milho submetidos a distintas populações de plantas. O experimento foi realizado na área agrícola do IFRS - Campus Ibirubá, no ano agrícola de 2020/2021, em um Latossolo Vermelho Típico. Foi utilizado o sistema de delineamento de blocos ao acaso (DBC), em esquema bifatorial, onde o fator A consistiu de diferentes híbridos e o fator B de distintas populações de plantas. A semeadura do experimento foi realizada no dia 01/09/2020, utilizando o sistema de semeadura em plantio direto sob restos culturais da cultura do trigo. Foram utilizados quatro diferentes híbridos de milho, sendo eles o KWS 7330 VIP3, o DKB 240 PRO3, o AG 8780 PRO3 e o AG 9025 PRO3, e três populações de plantas, sendo elas de 60 mil, 70 mil e 80 mil plantas por hectare. As variáveis de crescimento avaliadas foram altura de plantas e altura de inserção de espiga e, as variáveis para componentes de rendimento foram número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, massa de mil grãos, além da produtividade de grãos. Para a elaboração da análise estatística, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa computacional SISVAR, quando significativas, médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade por se tratarem de efeitos qualitativos. Os híbridos estudados não apresentaram interação entre as médias para as variáveis altura de planta (AP) e número de grãos por fileira (NGF), mas apresentaram resultados semelhantes para massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos. A variação da população de plantas exerce influência sobre os componentes de rendimento e produtividade em híbridos de milho. Há variabilidade produtiva em híbridos de milho manejados sob as mesmas condições climáticas e de manejo. O híbrido AG9025 PRO3 caracterizou-se como o mais produtivo para a safra 2020/2021 em Ibirubá-RS. Dentre as populações de plantas testadas, a de 60 mil plantas por hectare se mostrou a mais eficiente em produtividade.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L., População de plantas, Componentes de rendimento.

## ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.) is a species cultivated in all Brazilian states, and stands out for being a crop of great importance to humanity, in a way related to its yield potential, nutritional value and the different ways in which it is used, both in animal and human food. In order to obtain a good productive performance for the crop, it is necessary to use hybrids with a good genetic material and make a good choice of plant population arrangement in order to optimize grain productivity, since, unlike other crops, it does not compensate for the absence of plants. The objective of the present work was to evaluate the productivity of four different corn hybrids submitted to different plant populations. The experiment was carried out in the agricultural area of IFRS - Campus Ibirubá, in the 2020/2021 agricultural year, in a Typical Dystroferic Red Latosol. A randomized block design (DBC) system was used, in a two-factor scheme, where factor A consisted of different hybrids and factor B of different plant populations. The sowing of the experiment was carried out on 01/09/2020, using the sowing system "no-tillage" under cultural remains of the wheat crop. Four different corn hybrids were used, namely the KWS 7330 VIP3, the DKB 240 PRO3, the AG 8780 PRO3 and the AG 9025 PRO3, and three plant populations, with 60 thousand, 70 thousand and 80 thousand plants per hectare. The growth variables evaluated were (plant height and ear insertion height), and the variables for yield components were (number of rows of grains per ear, number of grains per row, number of grains per ear, weight of one thousand grains), in addition to the final grain yield. For the elaboration of the statistical analysis, the data obtained were submitted to analysis of variance (ANOVA) using the computer program SISVAR, when significant, means were compared by Tukey's test, at the level of 5% probability because they were qualitative effects. The hybrids studied showed no interaction between the means for the variables plant height (AP) and number of grains per row (NGF), but showed similar results for thousand grain mass (MMG) and final yield. Variation in plant population influences yield and productivity components in maize hybrids. There is yield variability in corn hybrids managed under the same climatic and management conditions. The hybrid AG9025 PRO3 was characterized as the most productive for the 20/21 crop in Ibirubá-RS. Among the populations of plants tested, that of 60,000 plants per hectare proved to be the most efficient in terms of productivity.

**Keywords:** *Zea mays* L., Corn Hybrids, Yield Components.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estádios de desenvolvimento da cultura do milho. ....	13
Figura 2 Estádios vegetativos e reprodutivos da cultura do milho.....	13
Figura 3 Imagem de localização do experimento via satélite .....	18
Figura 4 Imagem do momento de semeadura do experimento. ....	19
Figura 5 Análise de umidade das amostras colhidas. ....	21
Figura 6 Médias diárias de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação.....	23

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Valores médios de altura de plantas (AP) .....	24
Tabela 2 Valores médios de altura de inserção de espiga (AIE) .....	25
Tabela 3 Valores médios de número de grãos produzidos por espiga (NGE).....	28
Tabela 4 Valores médios de número de fileiras de grãos por espiga (NFGE) .....	31
Tabela 5 Valores médios de número de grãos por fileira (NGF).....	33
Tabela 6 Valores médios de massa de mil grãos (MMG) .....	34
Tabela 7 Resultados da interação das médias de produtividade.....	36

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2. Cultura do milho.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. Fenologia do Milho .....</b>	<b>12</b>
<b>2.4.Necessidade Hídrica da Cultura do Milho.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5. Híbridos de Milho.....</b>	<b>15</b>
<b>2.6. População de plantas .....</b>	<b>15</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS. ....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. Localização do experimento. ....</b>	<b>18</b>
<b>3.2. Semeadura, delineamento experimental e manejo. ....</b>	<b>18</b>
<b>3.3. Avaliações. ....</b>	<b>20</b>
<b>3.4.Análise estatística.....</b>	<b>22</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>23</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) apresenta relevância econômica e social no Brasil, e sua importância para humanidade está relacionado principalmente pelo seu potencial para obtenção de rendimento, valor nutricional e pelas variadas formas de utilização tanto como grãos secos ou espigas verdes (RIBEIRO, 2017).

A estimativa de produção de grãos de milho no Brasil para a safra 2021/2022 é de 87 toneladas, tendo um decréscimo de aproximadamente 15% na produção em relação à safra anterior. Um dos fatores que acabou afetando a produtividade nessa safra foi os períodos prolongados de estiagem, que acabou impactando severamente a evolução fenológica das plantas comprometendo a produtividade. Sendo que até o momento o país apresenta uma média de produtividade nacional em torno de 5.495 kg/ha para essa safra (CONAB, 2022).

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie cultivada em todos os estados brasileiros, perante a sua grande diversidade nas condições de cultivo, abrange desde a agricultura tipicamente de base familiar até lavouras que utilizam os mais altos níveis tecnológicos, alcançando altas produtividades por hectare (MATTOSO; MELO FILHO, 2008). De acordo com Schmitt (2014), a produção brasileira apresenta grande variação entre as áreas produtoras do grão, resultando em produtividade média muito abaixo do potencial produtivo que a cultura pode alcançar.

As cultivares de milho e populações adaptadas a ambientes diversos são fontes potenciais de genes na busca por tolerância e ou eficiência em relação aos diversos níveis de estresses abióticos. Nesse caso, o estresse hídrico afeta o milho de forma significativa em quase todas as suas fases de desenvolvimento, sendo mais enfático, durante a fase reprodutiva. O déficit hídrico durante esse período poderá comprometer a fertilização dos óvulos, a produção de carboidratos e formação de grãos e ainda promover um menor acúmulo de matéria seca nos grãos e conseqüentemente redução na produção final (CLEMENTE, 2017).

O potencial de produtividade de grãos de milho é determinado pela densidade de semeadura, população final de plantas, número de espigas por planta, comprimento de espigas, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, massa média do grão e pelo genótipo utilizado (BALBINOT JR et al., 2005). Já de acordo com Resende *et al.* (2003), o potencial produtivo da cultura é função da interação entre ambiente (solo, clima) e genética (cultivares para altas produtividades), onde, as cultivares representam apenas 40% da produção total e o ambiente é responsável por cerca de 60%.

Segundo Minuzzi et al. (2015), a produção de grãos de milho sofre uma interferência muito grande relacionada com as condições climáticas favorecidas a cultura, portanto a falta de água em

certos períodos de produção pode proporcionar grandes perdas produtivas. Essas perdas produtivas variam de acordo com o nível de estresse hídrico que a planta sofre em seu crescimento e ciclo produtivo, interferindo diretamente no crescimento da área foliar, produzindo pouca fotossíntese e outros fatores que influenciam na produção.

Conforme Vian et al. (2016), a variabilidade espacial ou a heterogeneidade da produtividade de grãos pode estar associada a uma série de fatores que interagem de forma complexa e condicionam a expressão da cultura. O estudo da variabilidade espacial de atributos de solo e de planta e da produtividade da cultura é fundamental para o entendimento dos fatores que determinam a expressão do potencial produtivo da cultura e sua variabilidade em uma área agrícola.

O manejo de uma lavoura de milho com uma população de plantas e espaçamento adequados com a disponibilidade de recursos demandados pela planta como água, nutrientes e luz, facilita e melhora o aproveitamento deles e proporciona um aumento de produtividade da cultura (DEMÉTRIO et al., 2008).

O espaçamento entre as plantas de milho, afeta diretamente a qualidade de distribuição de uma lavoura, sendo que o objetivo na agricultura é encontrar uma população ideal para tal manejo. O acerto no espaçamento entre as plantas, oferta como benefício o melhor aproveitamento de água, nutrientes e luminosidade oferecidos pelo ambiente. Além de fornecer uma lavoura mais uniforme, com uma boa distribuição nas linhas de semeadura quanto nas entrelinhas, permite que as plantas reduzam a competitividade por nutrientes e outros fatores que auxiliam para a sua produção (SCHIMANDEIRO et al., 2006; EMBRAPA, 2015). Sendo assim, o objetivo do trabalho é avaliar a variabilidade produtiva de híbridos de milho sob diferentes populações de plantas.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Revisão bibliográfica

### 2.2. Cultura do milho

Sobre a origem do milho, a teoria que mais é aceita, é que tenha se originado do teosinte, onde ambos possuem  $n=10$  cromossomos, os quais são homólogos e se cruzam facilmente, resultando assim, em produtos férteis e semelhantes ao milho e/ou teosinte, com pequenas diferenças gênicas (PATERNIANI; CAMPOS, 1999).

O milho (*Zea mays* L.), é caracterizado por ser uma cultura monocotiledônea pertencente à família Poaceae. Sua altura é em torno de 2m, tendo nós e entre-nós entre seu colmo, que se apresenta em forma de cilindro, possui inflorescência masculina (pendão), se torna mais visível na fase reprodutiva da cultura. As folhas do milho medem em torno de 90cm cada uma com 7 a 9cm de largura, sendo caracterizado no começo do estágio vegetativo a emergência de inflorescência feminina (espiga) que surgem nos nós da planta de milho. A raiz é denominada fasciculada (FORNASIERI FILHO, 2007).

É a cultura que possui maior variabilidade genética entre todas as plantas cultivadas, decorrente de alterações nas frequências gênicas, que ocorreram durante o processo evolutivo (PATERNIANI; CAMPOS, 1999).

A cultura do milho destaca-se pela importância entre os cereais produzidos no mundo, sendo uma grande fonte alimentar e nutricional para as mais diversas populações ao redor do globo, uma cultura que representa 38% da produção de cereais mundial. (MAGALHÃES, 2006).

A produção da cultura de milho no Brasil é caracterizada pelo cultivo em duas épocas: primeira safra e segunda safra ou safrinha, devido a uma demanda crescente e também como uma alternativa viável ao sistema de produção e de sucessão de culturas. Destaca-se que, o cultivo de milho safrinha cresceu acentuadamente nos últimos anos (EMBRAPA, 2018).

No panorama mundial, o cultivo de milho está concentrado, principalmente, em três países, Estados Unidos, China e Brasil, que se somados, correspondem por 54,49% da área e 66,39% da produção mundial da “commodity” (FAOSTAT, 2017). A produção mundial de milho em 2020/2021 deve totalizar 1,156 bilhão de toneladas, contra 1,139 bilhão de 2019/2020. Essa estimativa faz parte do relatório do mês de maio do Sistema de Informação do Mercado Agrícola (AMIS), órgão do G-20 para divulgar dados de oferta e demanda das principais “commodities” globais. Já a estimativa de abril de 2021, indicava uma produção de 1,155 bilhão de toneladas.

A revisão para cima na projeção é resultado do aumento previsto para a safra da Turquia e de importantes países africanos. Perante as análises, o Departamento de Agricultura dos Estados

Unidos (USDA) indica produção global de 1,137 bilhão e o Conselho Internacional de Grãos indica safra de 1,140 bilhão de toneladas (AGÊNCIA SAFRAS, 2021).

A produtividade de milho no Brasil na safra 2020/2021 apresentou um aumento de 32,8% em relação à safra anterior, totalizando 115.662,71 mil toneladas. A estimativa para as próximas safras é de um aumento de 9,7% na área cultivada com a cultura, e um aumento na produtividade de 32,7% para a próxima safra (CONAB, 2021).

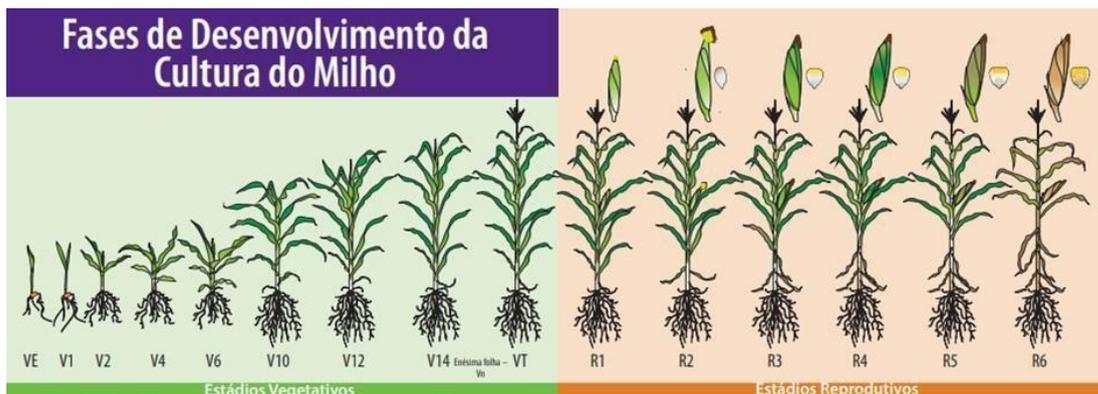
Segundo dados da Pesquisa Agrícola Municipal (2020), dentre as unidades da federação, o Rio Grande do Sul é atualmente o sexto maior produtor de milho em grão do Brasil, superado pelos estados de Mato Grosso, Paraná, Goiás, Paraná, Mato Grosso do Sul. O RS produziu em média no período 2016-2018 uma quantidade de 5,0 milhões de toneladas.

### 2.3. Fenologia do milho

Conforme Odum e Barret (2007), a fenologia é a parte da botânica que estuda vários fenômenos periódicos das plantas, como brotação, floração e frutificação, definidas, caracterizadas através de escalas fenológicas. Se associarmos a morfologia com eventos fisiológicos, essas escalas utilizam características morfológicas que são facilmente identificadas para determinar o estágio de desenvolvimento em que a planta se encontra.

Segundo Floss (2004), recorrendo ao âmbito da fisiologia vegetal para definir produtividade de culturas agrícolas, tem-se que a mesma interfere na interação de vários fatores internos e externos à planta, como: genética, hormonal e ambiental, processos como fotossíntese, respiração e fotorrespiração. Uma lavoura de milho pode ser comparada a uma “fábrica” complexa e altamente eficiente, as matérias primas são a água e nutrientes extraídos do solo, o dióxido de carbono e oxigênio extraídos da atmosfera e como fonte de energia é a luz solar. Sendo, portanto, o potencial produtivo definido pela interação entre a genética e as condições ambientais no qual está inserida a lavoura (RITCHIE et al., 2003).

Como analisado na (Figura 1) e na (Figura 2) abaixo, o crescimento e desenvolvimento do milho pode ser dividido em dois estádios: vegetativo e reprodutivo. A fase vegetativa é caracterizada pela formação do colar na inserção da bainha da folha com os colmos e o estágio reprodutivo, é dividido em seis, em que ocorre a formação e o desenvolvimento da espiga (MAGALHÃES, 2006).



**Figura 1: Estádios de desenvolvimento da cultura do milho.**

Fonte: IPNI, 2020.

Estádios vegetativos	Estádios reprodutivos
VE – emergência	R1 – florescimento
V1 – primeira folha	R2 – grão leitoso
V2 – segunda folha	R3 – grão pastoso
V3 – terceira folha	R4 – grão farináceo
V6 – sexta folha	R5 – grão farináceo-duro
V9 – nona folha	R6 – maturidade fisiológica
V12 – décima segunda folha	
V15 – décima quinta folha	
V18 – décima oitava folha	
VT – pendoamento	

**Figura 2: Estádios vegetativos e reprodutivos de uma planta de milho.**

Fonte: IPNI, 2020.

Já os fatores que atuam concorrentemente para a produtividade de grãos em cultivos de milho, estão relacionados com a interceptação de luz pela cobertura vegetal, eficiência metabólica das plantas, eficiência de translocação de fotossintatos das folhas e colmos para os grãos em crescimento e capacidade de dreno. As relações de fonte e de dreno são função de condições ambientais, como luz, água, temperatura e nutrientes (WILSON et al., 1973; TOLLENAAR, 1977).

#### 2.4. Necessidade hídrica da cultura do milho

Os grãos produzidos no Brasil, com interesse na cultura do milho, podemos analisar sua alta dependência por chuvas. Locais do país que apresentam baixo nível de precipitação pluviométrica, em determinados períodos das safras, sofre uma queda na produtividade. (MENEZES et al., 2012).

De acordo com Bergamasschi e Martznauer (2014), a quantidade de água que uma planta necessita ao longo do seu desenvolvimento é definida através de fatores que definem a demanda evaporativa da atmosfera e os caracteres da cultura. A interferência na evapotranspiração ocorre através de fatores relacionados à cultura trabalhada, a interação com a radiação solar, o espaçamento entre plantas, a estatura de planta, índice de área foliar, fase de desenvolvimento que a planta se encontra e o tamanho do sistema radicular.

O milho no seu período de floração, quando encontrado em ambiente de condições ambientais não favoráveis para a cultura, acaba desempenhando alterações nos níveis funcionais causando um estresse vegetal (LARCHER, 2000).

Segundo Taiz e Zeiger (2009), as mudanças no desempenho das plantas de acordo com esse estresse oriundo dos fatores ambientais, aciona mecanismos de defesa e resistência da planta a esse determinado período, fazendo com que essas modificações afetem a produção final da cultura.

Para buscar um alto rendimento produtivo no sistema de plantio direto na cultura do milho, é levado em conta a determinação da necessidade hídrica da cultura, pois a mesma é fundamental nos processos de crescimento, formas de manejo da irrigação, um uso racional da água e com possibilidade do uso de zoneamentos (FERREIRA et al., 2008; SOUZA et al., 2011). Desse modo, vários sistemas e métodos têm sido adotados nos trabalhos a campo com fins de prescrever a necessidade de água que a cultura precisa através da evapotranspiração. Esses dados são coletados por sondas ou lisímetros, com o intuito de descobrir a quantidade de água que ainda falta para essa cultura e auxiliando no manejo da irrigação (POSSE et al., 2008; SILVA et al., 2012).

A estimativa do consumo de uma planta de milho durante seu desenvolvimento está em torno de 500 a 600 mm, e a demanda hídrica diária de uma planta de milho depende de fatores como a temperatura do ambiente, em qual ciclo se encontra, local e período do ano que está sendo cultivada (CRUZ et al., 2010).

#### 3.4. Híbridos de milho

Os híbridos de milho de ciclo precoce apresentam uma perda de água mais rápida que os demais híbridos. De todos os híbridos utilizados no Brasil na safra 2013/2014, 69% foram híbridos precoces (CRUZ; PEREIRA FILHO; QUEIROS, 2013). É uma tecnologia que se encaixou perfeitamente no cenário agrícola, pois controla os índices de insetos-pragas e doenças no campo, diminuindo a utilidade do uso de secagem artificial pós colheita (GUISCHEM et al., 2002).

A avaliação dos genótipos relacionados à adequação a fatores ambientais, diferentes regiões e formas de manejo, e a aprovação pelos consumidores são indispensáveis na escolha das cultivares e melhoria na qualidade do produto (GRIGULO et al., 2011).

De acordo com Bernini e Paterniani (2012), um dos momentos mais importantes do melhoramento de plantas, foi o surgimento da heterose ou também denominada como vigor híbrido. Esse acontecimento causou um grande avanço no cultivo do milho.

Em meados da década de 1970, houve uma modificação nos caracteres da planta como o aumento da tolerância a maiores densidades populacionais, um uso mais eficiente dos nutrientes, maior tolerância a períodos de estiagem e a solos ácidos, maior aproveitamento e resposta a adubações e maior tolerância a doenças e pragas (BAHIA FILHO et al., 2008).

A semeadura de híbridos simples e triplos, foram adotados por todos os produtores deste cereal, tanto produtores de baixa como de alta tecnologia (EMYGDIO et al., 2008).

As análises de desempenho produtivo em híbridos de milho em sua região de cultivo, é uma forma que auxilia nas tomadas de decisões referentes ao manejo da cultura, podendo verificar a aceitação do material genético de acordo com o ambiente. A adoção de cultivares que se adaptam ao ambiente e local de cultivo, pode interferir em até 50% na capacidade de produção da mesma, sendo assim, é de extrema importância verificar o híbrido trabalhado para que se obtenha o sucesso da lavoura (FALQUETE, 2008). Segundo Silva et al. (2015), o sucesso produtivo e o maior retorno econômico de uma lavoura depende da identificação de qual híbrido se adapta melhor as condições edafoclimáticas e regiões de cultivo.

## 2.5. População de plantas

Um dos fatores que determinam uma boa produtividade em uma lavoura é o arranjo populacional de plantas, essa característica tem grande interferência no desenvolvimento e desempenho produtivo. Um dos motivos dessa interferência é a competição das plantas por nutrientes, água e luz. A densidade populacional determina o nível de competição entre as plantas. (FOLONI et al., 2014).

Conforme o estudo de Miotto Junior (2014), o milho é uma cultura sensível a variação no arranjo espacial e na densidade de plantas, pois tem baixa capacidade prolífera e qualquer mudança no arranjo espacial e/ou na densidade de plantas pode afetar a produtividade.

O bom manejo do espaçamento em lavouras de milho, é uma técnica que consiste em melhorar a eficiência da cultura no aproveitamento dos nutrientes. Pois a cultura do milho, tem uma

baixa taxa de perfilhamento e superação quando a falhas na semedura (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2017).

Diversos aspectos estão ligados a definição de uma população, distribuição e uniformidade em uma lavoura de milho, possuindo uma grande interferência nos fatores relacionados a alta produtividade da lavoura. Acrescentados a formas de manejo como técnicas nutricionais, mecanização e demais tecnologias encontradas no campo, de modo que, quanto mais densidade for realizada a semeadura de uma lavoura, maior busca por produtividade ela terá relacionado a outros sistemas de manejo (STORCK et al., 2015).

De acordo com Silva et al. (2014), no espaçamento entre linhas sobre a produtividade de grãos, o manejo que tem mostrado melhores produtividades é o manejo que utiliza altas densidades, cerca de 80 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

A redução no espaçamento entre as linhas de semeadura para a cultura do milho de 80 para 40 cm, resultou em um aumento de produtividade segundo Teixeira et al. (2007). O estudo de Lana et al. (2009), analisou que a semeadura de milho com espaçamento entre linhas de 45cm apresentou maiores rendimentos em relação a produção de grãos, porém, apresentou menor altura de planta e altura de inserção de espiga.

Referente a planos de mudar o arranjo espacial, a população de plantas é o fator mais relevante, sendo que pequenas modificações causam redução no rendimento de grãos da cultura. Uma lavoura com uma boa distribuição espacial e presença de uniformidade na semeadura, facilita a mecanização e manejo das operações, resultando em um melhor aproveitamento dos fatores ambientes fornecidos pelo local, tendo ganhos produtivos e agronômicos (STORCK et al., 2015).

Manejos de produção que incluem uma redução do espaçamento entre as linhas de semeadura do milho fornecem um melhor aproveitamento da luz solar pelas plantas de milho e menor disponibilidade de luz para plantas daninhas, diminuindo a competição por água, luz e nutrientes. Quanto menor o espaçamento entre linhas menor a competição entre plantas de milho e plantas espontâneas. Desse modo, a melhor forma de potencializar a produtividade de grãos e biomassa da cultura é através da melhor interceptação solar (KUNZ et al., 2007; LIMA; ALVAREZ; CONTARDI, 2016).

De acordo com Farinelli et al. (2012), o aumento da capacidade produtiva da cultura do milho, varia de acordo com a densidade populacional estabelecida na lavoura, que em princípios não muito distantes busca atingir o melhor nível possível, esse nível depende não só dos genótipos mas sim das condições ambientais que possui grande interferência na produtividade da cultura.

Segundo Brachtvogel et al. (2009), a densidade de semeadura é um dos fatores que mais afetam a produção de milho nas formas de manejo do arranjo de plantas, sendo que, uma pequena interferência no manejo ou na escolha de uma determinada população de plantas, poderá reduzir ou aumentar significativamente o rendimento de grãos.

Os parâmetros de busca pela capacidade de aumento de produtividade do milho, se obtém através da avaliação do desempenho da cultura em relação ao espaçamento entre linhas e densidade populacionais. Com o objetivo de determinar qual população de plantas tem uma melhor resposta conforme as condições edafoclimáticas da região trabalhada, e conseqüentemente um alta na produtividade de grãos (CRUZ et al., 2007; DEMÉTRIO et al., 2008).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Localização do experimento

O experimento foi realizado na área experimental pertencente ao Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Ibirubá, localizado no município de Ibirubá, região do Planalto Médio do estado do Rio Grande do Sul, no período da safra 2020/2021. A área está situada em latitude de 28°38'58" S e 53°06'14" W, com altitude de cerca de 400 metros acima do nível do mar, conforme o mapa de localização do experimento representado abaixo na (figura 4).

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da região caracteriza-se como “Cfa” subtropical úmido, com precipitações abundantes bem distribuídas ao longo do ano e estações bem definidas. A precipitação média anual da região é de, aproximadamente, 1650 mm e a temperatura média do município é de 19,1°C. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Típico (EMBRAPA, 2006).



**Figura 4: Imagem da localização do experimento via satélite**

**Fonte: Google Earth 2022.**

#### 3.2. Semeadura, delineamento experimental e manejo.

A área foi cultivada com a cultura do milho (*Zea mays*), no ano agrícola de 2020/2021. A semeadura foi realizada no dia 01/09/2020, utilizando o sistema de semeadura “plântio direto sob restos culturais da cultura do trigo, utilizando uma semeadora-adubadora Vence-Tudo Panther SM, regulada com espaçamento entre linhas de 50 cm (Figura 5).

A adubação foi realizada com 300 kg de adubo 02-23-23 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O) correspondendo a 6,0 kg/ha de nitrogênio, 39,0 kg/há de fósforo e 39,0 kg/há de potássio respectivamente, sendo aplicados de forma conjunta com a semeadura caracterizando a adubação de base. Além disso, foram realizadas mais duas aplicações de cobertura nitrogenada, cada uma de 150 kg/ha de ureia, correspondendo a 66,0 kg/ha de N cada. A primeira aplicação de ureia foi realizada 55 dias após a semeadura, e a segunda aplicação 75 dias após semeadura. As demais práticas de manejo foram realizadas conforme a recomendação técnica para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul.



**Figura 5: Semeadura do experimento.**

**Fonte: BETELLA, 2020.**

O experimento foi realizado contendo 24 parcelas, com dimensões de 3,2 m x 6,0 m, correspondendo a 19,2 m<sup>2</sup>, e área total utilizada pelo experimento foi de 460,8 m<sup>2</sup>. Foi utilizado o sistema de delineamento de blocos ao acaso (DBC), em esquema bifatorial, onde o fator A consistiu de diferentes híbridos e o fator B de distintas populações de plantas.

Os tratamentos consistiram de quatro diferentes híbridos de milho, sendo eles o AG9025 PRO3, o DKB240 PRO3, o AG8780 PRO3 e o KWS7330 VIP3 e três populações de plantas, com três repetições. A escolha de tais híbridos se deu em função de os mesmos serem muito utilizados por produtores rurais da região. As populações de plantas avaliadas foram de 60, 70 e 80 mil plantas por ha, sendo estas populações pelo fato de ser o intervalo de variação recomendado para utilização para a maioria dos híbridos.

Para atingir as populações a serem avaliadas, foi realizada a regulagem da semeadora através da variação das engrenagens dosadoras movidas e motoras, sendo avaliado e quantificado previamente através de testes de contagem em situações de deslocamento de dez metros e extrapolados para metro quadrado e hectare. Desta forma, foi calculada a quantidade de sementes na proporção da parcela, sendo que se em 10 mil m<sup>2</sup> tem 80 mil plantas, em 19, 2 m<sup>2</sup> resultou em 153 plantas, para a população de 70 mil plantas por ha, a parcela totalizou 134 plantas, e para população de 60 mil plantas por ha, a parcela obteve 115 plantas.

### 3.3 Avaliações

As avaliações foram realizadas conforme o desenvolvimento da cultura do milho, sendo avaliados aspectos relacionados aos componentes de rendimento da cultura. Sendo assim, foram avaliados os seguintes fatores: a altura de plantas (AP), altura de inserção de espiga (AIE), número de fileiras de grãos por espiga (NFE), número de grãos por espiga (NGE), número de grãos por fileira (NGF), massa de mil grãos (MMG) e a produtividade final em Kg por hectare.

A avaliação de altura de plantas (AP) foi realizada de forma manual, avaliando duas plantas aleatórias dentro de cada parcela, utilizando uma fita métrica, graduada em (cm e mm) sendo considerada a distância da superfície do solo até a folha bandeira da planta. Essas plantas foram avaliadas ao atingirem a maturidade fisiológica (R6), segundo a metodologia proposta por Carvalho et al. (2014).

A avaliação de altura de inserção de espiga (AIE) foi realizada de forma manual, utilizando uma fita métrica, graduada em (cm e mm) sendo considerada a distância da superfície do solo até a inserção da primeira espiga. Essas plantas foram avaliadas ao atingirem a maturidade fisiológica (R6), segundo a metodologia proposta por Carvalho et al. (2014).

A avaliação para número de fileiras por espiga (NFE) foi realizada após a colheita das parcelas, sendo realizada a colheita das três fileiras centrais de cada parcela totalizando 6,0 metros de comprimento. A contagem do número de fileiras por espiga foi realizada de forma manual contando de uma a uma, seguindo a metodologia adaptada de Silva *et al.* (2014).

A avaliação do número de fileiras de grãos (NFG), foi realizada após a colheita das parcelas, também sendo realizada a colheita das três fileiras centrais de cada parcela, a contagem do número de fileiras de grãos na espiga foi realizada de forma individual de fileira por fileira, onde os resultados foram apresentados em unidades, seguindo a metodologia de Olivoto et al. (2018).

- O número de grãos por fileira (NGF), foi realizada após a colheita das parcelas, também das três fileiras centrais de cada parcela, a contagem dos grãos de foi realizada em cada uma das espigas, realizando a contagem dos grãos de modo individual, seguindo a metodologia adaptada de Silva et al. (2014).

- Massa de mil grãos (MMG): caráter determinado por meio da contagem e depois pesagem dos grãos, em amostragem com 100 grãos, e por sequencia transformados para mil grãos por unidade experimental, posteriormente determinou-se a massa de cada subamostra, e os dados obtidos foram corrigidos para 13% de umidade, resultados em gramas, seguindo a metodologia proposta por Olivoto et al. (2018).

Para a avaliação da produtividade de grãos foram colhidas de forma manual as três fileiras centrais de cada parcela, totalizando 6 metros de comprimento. A área útil colhida em cada parcela totalizou 5,4 m<sup>2</sup>, de modo que a quantidade de plantas colhidas variou de acordo com a população de plantas. Na população de 80 mil plantas por hectare, o número de plantas por m<sup>2</sup> era de 8 plantas, com um total de 43 plantas em 5,4 m<sup>2</sup>. Para a população de 70 mil plantas por hectare, o número de plantas por m<sup>2</sup> era de 7 plantas, com um total de 37 plantas em 5,4 m<sup>2</sup>. Já para a população de 60 mil plantas por hectare, o número de plantas por m<sup>2</sup> era de 6 plantas, com o total de 32 plantas em 5,4 m<sup>2</sup>. Após a colheita as espigas foram trilhadas e os grãos foram separados em sacos plásticos, etiquetados de forma individual. Para a avaliação da produtividade de grãos, foi realizada no Laboratório de Sementes do IFRS - Campus Ibirubá, onde foi realizada a pesagem de cada amostra usando uma balança de precisão e um balde de plástico, realizando a pesagem do balde de plástico com o objetivo de tarar a balança e consequentemente a pesagem das amostras. A determinação da umidade dos grãos foi realizada através de um equipamento Medidor de umidade de grãos portátil G650i (Figura 6), e após as amostras pesadas e com a determinação de umidade realizada, a produtividade obtida em cada parcela foi corrigida para 13%.



**Figura 6: Análise de umidade das amostras de grãos de milho colhidas.**

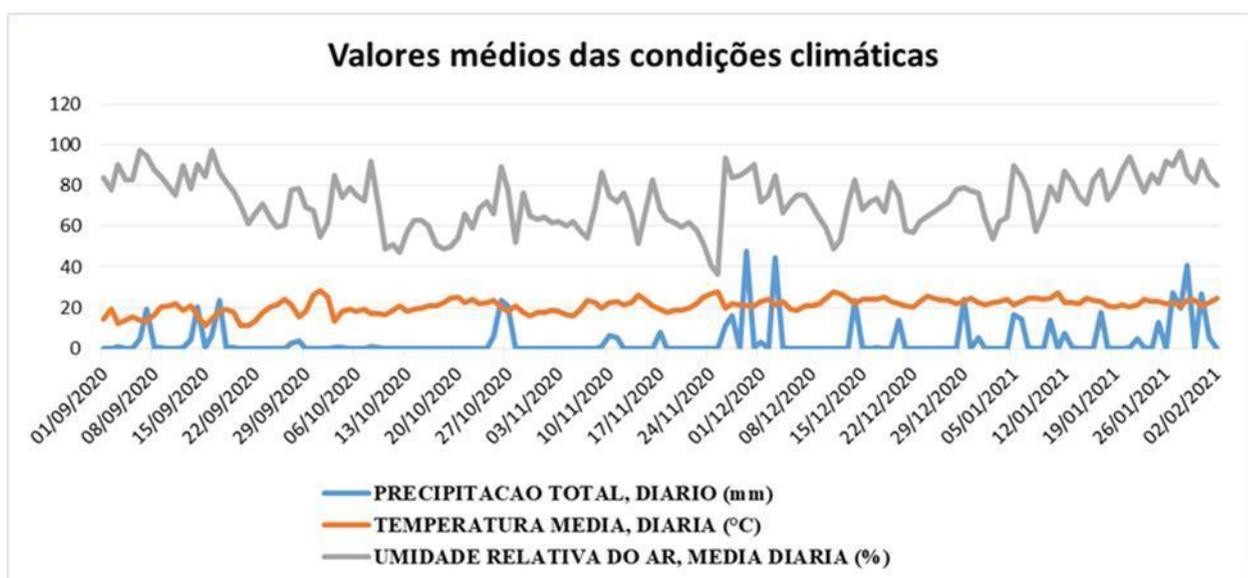
**Fonte: BETELLA, 2021.**

### 3.4 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa computacional SISVAR. Quando significativas, médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados obtidos pela estação meteorológica presente no IFRS - Campus Ibirubá (Figura 7), os dados meteorológicos obtidos são dos meses de setembro (semeadura) até final de janeiro (colheita). Foi possível verificar períodos de baixas precipitações durante a fase vegetativa da cultura, o que possivelmente pode ter afetado os resultados apresentados no trabalho. A temperatura do ar (°C) se manteve em níveis toleráveis para a produção da cultura, sendo que para Assis et al. (2006), a faixa considerada ideal para a cultura do milho está entre 10 e 32 °C.



**Figura 7: Médias diárias de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação na cidade de Ibirubá-RS.**

**Fonte: INMET, 2022.**

Para expressar os efeitos dos tratamentos e atender aos objetivos do trabalho, na sequência serão abordados os resultados referentes aos seguintes aspectos: Os resultados presentes neste trabalho correspondem ao experimento de quatro diferentes híbridos de milho sob distintas populações de plantas. Avaliando os componentes de rendimento obtidos no experimento: produtividade (Kg/ha), altura de plantas (AP), altura de inserção de espiga (AIE), número de fileira de grãos por espiga (NFE) e número de grãos por espiga (NGE).

Na tabela 1, são demonstrados os resultados dos valores médios de altura de planta (AP), de quatro diferentes híbridos de milho, e a três distintas populações de plantas na safra 2020/2021.

**Tabela 1: Valores médios de altura de plantas (cm) de quatro diferentes híbridos de milho (KWS7330 VIP3, DKB240 PRO3, AG8780 PRO3, AG9025 PRO3), sob três diferentes populações de plantas (60.000, 70.000, 80.000 plantas/ha) na safra 2020/2021.**

Híbridos de Milho	80.000	70.000	60.000	Médias
KWS 7330 VIP 3	158,00	159,66	156,66	158,10 A
DKB 240 PRO3	160,00	160,66	158,33	159,66 A
AG 8780 PRO3	161,33	160,66	159,66	160,65 A
AG 9025 PRO 3	162,00	160,66	160,66	161,10 A
Médias	160,33 a	160,41 a	158,82 a	
C.V.		1,10		

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para a altura de plantas (AP) de acordo com a (Tabela 1), observou-se que para o tratamento com diferentes híbridos de milho não houve diferença estatística significativa. Apesar disso, foi possível caracterizar médias de altura de plantas distintas entre os tratamentos, onde o híbrido que apresentou a maior média de altura de plantas foi no tratamento de 80 mil plantas por hectare com o híbrido AG9025 PRO3, seguido pelo híbrido AG8780 PRO3 também em 80 mil plantas por hectare. Já os menores resultados foram obtidos no tratamento de 60 mil plantas por hectare com o híbrido KWS 7330 VIP 3.

Os resultados encontrados no presente trabalho são semelhantes aos obtidos por Neumann *et al.* (2018), em que foram avaliadas a altura de plantas em milho, e os autores constataram que as médias de altura de plantas não obtiveram diferença estatística significativa referente as distintas populações de plantas, sendo elas de 60.000, 70.000 e 80.000 plantas por hectare.

Nos resultados encontrados por Calonigo *et al.* (2011), afirmam que com o aumento de densidades populacionais, tendem a aumentar a estatura das plantas, devido a competição interespecífica das plantas por luz. Tal resultado não corrobora com os obtidos pelos demais híbridos presentes no trabalho.

Para a variável altura de plantas conforme pode ser observado na (Tabela 1), os resultados estatísticos demonstram que não houve diferença estatística significativa tanto para o tratamento híbridos de milho quanto para o tratamento populações de plantas. Os fatores que podem ter contribuído para a ocorrência desses resultados, seria a mesma data de semeadura para todos os

híbridos, a mesma adubação utilizada em todas as parcelas do experimento, os tratos culturais serem de forma semelhante, e a precipitação e temperatura de forma igualitária para todos os tratamentos.

Os resultados encontrados divergem dos obtidos em outros trabalhos como afirmado por Klein et al. (2018), que caracterizam que quanto mais longo o ciclo do híbrido de milho maior altura de planta ele irá atingir, devido a maior quantidade de tempo para armazenamento de fotoassimilados, sendo o que a planta demanda para o seu crescimento, fato este, não observado no presente trabalho. Ainda, de acordo com Brachtvogel et al. (2012), plantas de milho cultivadas em manejo de populações de plantas com altas densidades tendem a produzir alterações morfológicas, e como consequência maiores chances de modificação na altura de planta, fato não ocorrido.

Já o estudo de Silva et al. (2006), caracteriza que plantas com maior estatura acabam sofrendo menos estresse durante o seu ciclo podendo concentrar maior quantidades de nutrientes em seu colmo, tornando-se mais produtivas. Segundo BRACHTVOGEL et al. (2009), híbridos de milho que apresentam menor altura de planta possibilitam o seu uso sob maiores densidades populacionais de plantas.

Na tabela 2, pode-se observar os resultados dos valores médios de altura de inserção de espiga (AIE), de quatro diferentes híbridos de milho, e a três distintas populações de plantas na safra 2020/2021.

**Tabela 2: Valores médios de altura de inserção de espiga (cm), de quatro diferentes híbridos de milho (KWS7330 VIP3, DKB240 PRO3, AG8780 PRO3, AG9025 PRO3), e a três diferentes populações de plantas (60.000, 70.000, 80.000 plantas/ha) na safra 2020/2021.**

Híbridos de Milho	80.000	70.000	60.000	Médias
KWS 7330 VIP 3	116,50 A c	114,63 AB c	113,16 B c	114,76
DKB 240 PRO3	120,40 A b	118,60 A b	119,00 A b	119,33
AG 8780 PRO3	124,60 A a	123,00 AB a	121,66 B b	123,08
AG 9025 PRO 3	120,36 B b	118,00 B b	124,73 A a	121,03
Médias	120,46	118,55	123,49	
C.V.		1,05		

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados dos valores médios de altura de inserção de espiga (cm), conforme demonstrado na (Tabela 4), demonstram que houve diferença estatística significativa para o efeito dos tratamentos.

Para a população de 80 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, o híbrido que atingiu a maior média para altura de inserção de espiga foi o híbrido AG8780 PRO3, onde alcançou uma média de 124,60 cm de

altura de inserção de espiga, apresentando diferença estatística significativa em relação aos demais híbridos. A segunda maior média foi obtida com o híbrido DKB 240 PRO3, a terceira com o AG 9025 PRO 3, sendo que a segunda e a terceira não diferiram entre si e a menor média com o híbrido KWS 7330 VIP 3 apresentando diferença em relação a todos os demais tratamentos.

Os resultados obtidos não corroboram com os de Neumann et al. (2018), que em seu experimento com população de 60.000, 70.000 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>, os valores de altura de inserção de espiga (AE) para os híbridos trabalhados não apresentou diferença estatística significativa.

Os resultados obtidos dentro da população de 70 mil plantas por ha<sup>-1</sup> apresentam significância estatística, mostrando que o híbrido AG8780 PRO3 alcançou a maior média de altura de inserção de espiga, segundo pelos híbridos AG 9025 PRO 3 e DKB 240 PRO3 que não apresentaram diferença entre si. A menor média produzida foi apresentada pelo híbrido KWS7370 VIP3, obtendo diferença estatística significativa das demais médias comparadas.

Fantin et al. (2016), em seu trabalho constatou que com menores populações de plantas ocorre maior entrada de luz no dossel, aumentando o número de perfilhos e diminuindo a altura de inserção de espiga (AE). De maneira geral, esses resultados asseguram os encontrados no presente trabalho, porém verificou-se uma exceção no híbrido AG9025 PRO3, que apresentou maior altura de inserção de espiga quando exposto a uma menor densidade de plantas.

Para a população de 60 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, foi possível perceber que o híbrido AG9025 PRO3 apresentou uma média de 124,73 cm de altura de inserção de espiga, sendo a maior média obtida nesse tratamento, apresentando diferença estatística significativa das demais médias. A segunda maior média produzida nesse tratamento foi atingida pelo híbrido AG8780 PRO3, apresentando uma média de 121,66 cm de altura de inserção de espiga, não obtendo diferença estatística significativa apenas da terceira maior média alcançada. A menor média para este tratamento foi apresentada pelo híbrido KWS7330 VIP3, alcançando a média de 113,16 cm de altura de inserção de espiga, apresentando diferença estatística significativa das demais médias.

De acordo com os resultados dos valores médios de altura de inserção de espiga (cm) apresentadas na (Tabela 4), nos tratamentos de diferentes populações de plantas para os híbridos KWS7330 VIP3 e AG 8780 PRO3, a população de 80 mil plantas por ha<sup>-1</sup> obteve as maiores médias apresentando diferença estatística significativa apenas da menor média. A segunda maior média foi obtida na população de 70 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, não possuindo diferença estatística significativa nem da maior e nem da menor. A menor média produzida foi pela população de 60 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, diferindo apenas das maiores.

Os resultados apresentados mostram maiores alturas de inserção de espiga (AIE) na população de 80 mil plantas por hectare, demonstrando que híbridos de milho quando expostos a altas densidades de plantas, mostram maiores valores de altura de inserção de espiga (AIE), efeito causado pela dominância apical do pendão, tendo como exceção somente o híbrido AG 9025 PRO3.

O híbrido KWS 7330 VIP3 apresentou as menores médias de altura de inserção de espiga (AIE), o que se torna de preferência pela cultura, devido a menor distância da espiga entre o solo e uma maior resistência ao acamamento.

Para o híbrido DKB240 PRO3, os resultados demonstraram não haver diferença estatística significativa, onde a maior média foi obtida pela população de 80 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, atingindo uma média de 120,40 (cm) de altura de inserção de espiga. A segunda maior média foi apresentada na população de 60 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, obtendo uma média de 119,00 cm de altura de inserção de espiga e a menor média apresentada neste tratamento foi obtida pela população de 70 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, atingindo uma média de 118,60 cm de altura de inserção de espiga.

De acordo com Sangoi et al. (2002), a menor distância ente a espiga e o solo contribui para um melhor equilíbrio da planta de milho, evitando uma quebra do colmo e um possível acamamento, o que acontece principalmente em populações mais elevadas por apresentar menor diâmetro de colmo.

Para o híbrido AG9025 PRO3, a população que obteve a maior média foi a de 60 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, atingindo uma média de 124,73 (cm) de altura de inserção de espiga, apresentando diferença estatística significativa das demais médias. A segunda maior média foi apresentada na população de 80 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, alcançando uma média de 120,36 (cm) de altura de inserção de espiga, apresentando diferença significativa somente da maior média demonstrada. A menor média obtida neste tratamento foi apresentada na população de 70 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, alcançando uma média de 118,00 (cm) de altura de inserção de espiga, apresentando diferença significativa apenas da maior média apresentada.

A altura de inserção de espiga apresentou diferença significativa entre os híbridos trabalhados, o que pode ser definido devido a composição genética de cada híbrido, a maneira em que são cultivados e os fatores climáticos em ambientes de cultivo.

Os resultados encontrados no presente trabalho divergem dos encontrados por Rambo et al. 2011, que observou em seus estudos, que a altura de inserção de espiga (AE) reduz quando as plantas são manejadas em altas densidades populacionais, o que pode acabar afetando a produção de grãos por espiga.

Na tabela 3, pode-se observar os resultados dos valores médios de número de grãos por espiga (NGE), de quatro diferentes híbridos de milho, e a três distintas populações de plantas na safra 2020/2021.

**Tabela 3: Valores médios de número de grãos produzidos por espiga (NGE), de quatro diferentes híbridos de milho (KWS7330 VIP3, DKB240 PRO3, AG8780 PRO3, AG9025 PRO3), e a três diferentes populações de plantas (60.000, 70.000, 80.000 plantas/ha) na safra 2020/2021.**

Híbridos de Milho	80.000	70.000	60.000	Médias
KWS 7330 VIP 3	545,00 AB c	566,66 A b	525,00 B c	545,55
DKB 240 PRO3	659,33 A a	651,66 A a	670,00 A a	660,33
AG 8780 PRO3	593,33 B b	650,00 A a	611,66 B b	618,33
AG 9025 PRO 3	644,00 A a	655,00 A a	660,00 A a	653,00
Médias	610,41	630,83	616,66	
C.V.		2,06		

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados obtidos para números de grãos por espiga em diferentes populações de plantas conforme apresentado na Tabela 2, demonstram que houve diferença estatística significativa. O híbrido que alcançou maior resultado na população de 60.000 plantas/ha foi o híbrido DKB240 PRO3, atingindo uma média de 670,00 grãos por espiga, porém, não diferindo do AG 9025 PRO 3, enquanto que as menores médias foram encontradas nos híbridos AG 8780 PRO3 que não diferiu do KWS 7330 VIP 3 que obteve a menor média.

Segundo Leite et al. (2015), a baixa densidade populacional desencadeia menor competição por água e nutrientes entre as plantas, possibilitando condições favoráveis para a formação das espigas, determinando maior quantidade de grãos por espiga, ao mesmo tempo que em populações maiores os nutrientes são destinados ao crescimento da planta.

Nos resultados encontrados por Scheeren et al. (2004), o número de grãos por espiga foi superior na população de 60 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, determinando que quando se aumenta a população de plantas, aumenta a competição intraespecífica prejudicando a formação da espiga.

Tais resultados corroboram com o presente trabalho, onde demonstra que com o decréscimo populacional de plantas, a produtividade do número de grãos por espiga aumenta, o que pode ser considerado devido a melhor disponibilidade de nutrientes e fotoassimilados as plantas para a formação da espiga.

Para a população de 70.000 plantas/ha, conforme pode ser observado na Tabela 2, a maior média de grãos por espiga foi atingida pelo híbrido AG9025 PRO3, no qual obteve uma média de 655,00 grãos por espiga, apresentando diferença estatística significativa somente em relação a menor média que foi obtida com o híbrido KWS 7330 VIP 3, não diferindo estaticamente dos demais híbridos.

Esses resultados corroboram com os de Taiz et al. (2017), que relata que o número de grãos por espiga reduz com o aumento da população de plantas, pois aumenta a competição por luz, sendo um fator de extrema importância no período de enchimento de grãos quando a planta requer um aumento na taxa de fotoassimilados.

Nos resultados obtidos pela população de 80 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, o híbrido que apresentou a maior média de produção de grãos por espiga foi o DKB240 PRO3, alcançando uma média de 659,33 grãos por espiga, não diferindo estatisticamente do híbrido AG 9025 PRO 3. Na sequência a estatística caracteriza diferença para o híbrido AG 8780 PRO3 que difere do híbrido KWS 7330 VIP 3 com as menores médias.

O número de grãos produzido por espiga está diretamente relacionado ao genótipo de cada híbrido de milho. Esses híbridos com alto potencial produtivo quando manejados em altas densidades, podem apresentar uma redução na formação de grãos por espiga, devido a serem menos tolerantes a adversidades ambientais.

De acordo com resultados encontrados, a escolha do híbrido se demonstra um fator decisivo para o alcance de produtividades satisfatórias. O manejo de uma lavoura com híbridos de tecnologia mais moderna, possibilita o uso de altas densidades populacionais. A planta quando consegue reter altas taxas de fotoassimilados, consegue realizar melhor a formação de espiga, evitando o aborto de óvulos fertilizados e aumenta o número de grãos por espiga (SANGOI et al., 2013).

A maior média de produção de grãos por espiga para o híbrido KWS7330 VIP3, foi atingida pela população de 70 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, com uma média de 566 grãos por espiga, não diferindo estaticamente da segunda maior média, que foi obtida pela população de 80 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, mas diferindo da população de 60 mil plantas por hectare, população esta que não diferiu da de 80 mil plantas por hectare.

Para o híbrido DKB240 PRO3, a maior média de grão por espiga foi atingida pela população de 60 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, onde atingiu uma média de 670,00 grãos por espiga, porém, não diferindo estaticamente das demais populações. As médias variaram de 670,00 a 651,66 grãos por espiga, a menor média encontrada para este híbrido foi atingida pela população de 70 mil plantas por ha<sup>-1</sup>.

Já para o híbrido AG9025 também não foi encontrada diferença estatística significativa para a variação da população de plantas por hectare. A maior média produzida foi encontrada na população de 60 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, com uma média de 660,00 grãos por espiga, e a menor média para número de grãos para este híbrido foi encontrada na população de 80 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Esses resultados demonstraram que os híbridos quando manejados com um aumento populacional de plantas, apresentaram redução na produção do número de grãos por espiga, o que pode ter sido afetado devido a competição entre as plantas e uma possível ocorrência de esterilidade feminina.

Esses resultados corroboram com os de Piana et al. (2008), no decorrer do aumento da população de plantas, a competição de água, luz e nutrientes entre as plantas se fortalece, afetando a produtividade individual de cada planta. Marchão et al. (2005) constataram em seus trabalhos sobre densidade populacional de plantas e desempenho agrônômico de híbridos de milho, que híbridos de milho quando manejados em alta densidade populacional é possível ter o aumento de esterilidade feminina, reduzindo o número de grãos por espiga.

Para o híbrido AG8780 PRO3 houve diferença estatística para número de grãos por espiga em diferentes populações de plantas. A população que obteve a maior média de número de grãos por espiga foi a população de 70 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, com a média de 650,00 grãos por espiga, apresentando diferença significativa em relação às outras populações que não diferiram estaticamente entre elas. A segunda maior média foi encontrada na população de 60 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, com uma média de 611,66 grãos por espiga, e a menor média foi encontrada na população de 80 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, com a média de 593,33 grãos por espiga.

Observou-se que para o tratamento de diferentes populações de plantas, a população de 80 mil plantas por hectare seria a menos indicada em relação a de 70 e 60 mil plantas por hectare, devido a sua alta densidade populacional o que possivelmente acarretou uma competição interespecífica entre as plantas e uma possível redução no número de grãos por espiga.

Além disso, outro fator que deve ser considerado nessa redução no número de grãos por espiga para a população de 80 mil plantas por hectare, fator o qual seria o baixo número de fileiras de grãos por espiga encontrada neste tratamento, o que está diretamente relacionado ao número de grãos por espiga.

Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram com o de Lashkari et al., (2011), onde afirma que híbridos de milho quando manejados com populações muito altas e as plantas avaliadas de forma individual, acabam reduzindo sua produtividade para os componentes de rendimento, sem a interferência do ciclo e outras características da planta.

Na tabela 4, pode-se observar os resultados dos valores médios de número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), de quatro diferentes híbridos de milho, e a três distintas populações de plantas na safra 2020/2021.

**Tabela 4: Valores médios de número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), de quatro diferentes híbridos de milho (KWS7330 VIP3, DKB240 PRO3, AG8780 PRO3, AG9025 PRO3), e a três diferentes populações de plantas (60.000, 70.000, 80.000 plantas/ha) na safra 2020/2021.**

Híbridos de Milho	80.000	70.000	60.000	Médias
KWS 7330 VIP 3	15,33 B a	17,33 A a	16,00 AB a	16,22
DKB 240 PRO3	14,00 A a	14,33 A b	14,33 A a	14,22
AG 8780 PRO3	14,66 A a	15,33 A ab	15,33 A a	15,10
AG 9025 PRO 3	15,00 A a	14,33 A b	15,00 A a	14,77
Médias	14,74	15,33	15,16	
C.V.		5,86		

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados obtidos para números de fileiras de grãos por espiga em diferentes populações de plantas e distintos híbridos demonstraram que houve diferença estatística significativa conforme apresentado na Tabela 3. Para a população de 60 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, as médias variaram de 16,00 a 14,33 fileiras de grãos por espiga, não apresentando diferença estatística significativa entre si para os distintos híbridos

Para a população de 70 mil plantas por ha<sup>-1</sup> houve diferença estatística significativa entre os híbridos. O híbrido que alcançou a maior média de fileira de grãos por espiga foi o KWS7330 VIP3, com a média de 17,33 fileiras de grãos por espigas, não diferenciando estaticamente da segunda maior média obtida no híbrido AG 8780 PRO3. As duas menores médias produzidas apresentaram diferença estatística somente da maior média, sendo obtidas pelos híbridos DKB240 PRO3 e o AG9025 PRO3.

Na população de 80 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, o híbrido que atingiu a maior média de fileiras de grãos por espiga foi o híbrido KWS7330 VIP3, apresentando uma média de 15,33 fileiras de grãos por espigas, seguido pelo híbrido AG9025 PRO3 que atingiu a segunda maior média, e logo após com a terceira maior média produzida o híbrido AG8780. A menor média para a população de 80 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, foi produzida pelo híbrido DKB240 PRO3 apresentando a média de 14,00 fileiras de grãos por espiga, porém, não foi encontrada, diferença estatística entre os híbridos nesta população de plantas.

Segundo FELISBERTO et al. (2016), o processo de produção do número de fileira de grãos ocorre durante os estádios vegetativos, que se encerra no momento de formação da boneca do milho e são mantidos até se encerrar o ciclo da planta, podendo apresentar influencia na produtividade final da cultura.

Observa-se através do resultado obtido em número de fileira de grãos por espiga para o híbrido KWS 7330 VIP3, que mostrou redução do número de fileiras ao aumento da densidade populacional, o que foi afetado diretamente pela competição interespecífica por fatores ambientais.

Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram com os de Kappers et al., (2011) no seu experimento com populações de plantas, quando o híbrido de milho exposto ao aumento populacional de plantas, sofreu alteração dos componentes de rendimento, e menor número de fileiras de grãos, devido ao estresse por competição intraespecífica por fatores ambientais, fato este observado no presente trabalho.

Para o híbrido KWS8780 VIP 3, a sua melhor média foi obtida na população de 70 mil plantas por ha<sup>-1</sup>, com a média de 17,33 fileiras de grãos por espiga, não diferindo estatisticamente da segunda maior média produzida na população de 60 mil plantas, mas diferindo da menor média obtida na população de 80 mil plantas por hectare que não diferiu da população de 60 mil plantas. Para os demais híbridos, ou seja, DKB 240 PRO 3, AG 8780 PRO 3 e AG 9025 PRO 3 não houve diferença estatística significativa para a variação da população de plantas para o número de fileiras de grãos por espiga.

A diferença encontrada nos resultados de número de fileiras de grãos por espiga dos diferentes híbridos trabalhados dentro da população de 70 mil plantas por hectare, pode ter sofrido influencia devido a característica genotípica de cada híbrido utilizado.

De acordo com os resultados obtidos por FUMAGALLI et al. (2017), o número de fileiras de grãos em uma espiga de milho, pode variar de acordo com o híbrido trabalhado, e os fatores ambientais em que o cultivo é exposto.

Na tabela 5, pode-se observar os resultados dos valores médios de número de grãos por fileira (NGF), de quatro diferentes híbridos de milho, e a três distintas populações de plantas na safra 2020/2021.

**Tabela 5: Valores médios de número de grãos por fileira (NGF), de quatro diferentes híbridos de milho (KWS7330 VIP3, DKB240 PRO3, AG8780 PRO3, AG9025 PRO3), e a três diferentes populações de plantas (60.000, 70.000, 80.000 plantas/ha) na safra 2020/2021.**

Híbrido	Número de grãos por fileira
KWS 7330 VIP 3	33,22 C
DKB 240 PRO3	46,00 A
AG 8780 PRO3	40,66 AB
AG 9025 PRO 3	43,88 B
População	
60000	40,58 A
70000	41,08 A
80000	41,16 A
Média	40,94
C.V.	6,59

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Nos resultados obtidos para número de grãos por fileira (NGF), nos quatro diferentes híbridos de milho e nas diferentes populações de plantas, não houve interação entre as médias das variáveis em estudo. Desse modo, cada fator será analisado de forma individual.

Para a variável população de plantas não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que, as médias variaram de 41,16 a 40,58 grãos por fileira, onde a maior média foi encontrada na população de 80 mil plantas por hectare.

Sendo assim os resultados encontrados para diferentes populações de plantas para as médias de número de grãos por fileiras (NFG) não apresentaram grande diferença entre eles, isso de certa forma pode ter ocorrido devido as condições de cultivo estarem favoráveis durante a realização do experimento, de forma a minimizar a competição entre as plantas, outro fator de interferência nesse resultado seria a semeadura dos híbridos que ocorreu na mesma data, e os demais tratamentos culturais serem realizados de forma semelhante.

Os resultados encontrados no presente trabalho divergem dos encontrados por Brachtvogel et al. (2009), que relata o aumento da competição interespecífica com o aumento da população de plantas, sendo que a plantas produz espigas menores e mais leves quando ocorre a limitação de recursos disponíveis.

Já para o tratamento de diferentes híbridos de milho avaliando as médias de número de grãos por fileira (NFG), a maior média foi alcançada pelo híbrido DKB 240 PRO3, atingindo a média de 46,00 grãos por fileira, não apresentando diferença estatística da segunda maior média encontrada.

A segunda maior média produzida não apresentou diferença estatística significativa da primeira e da terceira maior média produzida, sendo que a menor média alcançada foi atingida pelo híbrido KWS 7330 VIP3, que acabou obtendo diferença estatística entre si das demais médias.

O número de grãos por fileira teve diferença significativa entre si presente nos resultados encontrados, e essa característica está diretamente ligada a fatores genéticos de cada híbrido, além de ser considerado que os híbridos trabalhados no presente trabalho possuem ciclo distintos.

Segundo os relatos de Lopes et al., (2007), as características de cada espiga relacionado aos componentes de rendimento são fatores potenciais para a elevação da produtividade, e varia de acordo com o genótipo presente no híbrido utilizado.

Na tabela 6, pode-se observar os resultados dos valores médios de massa de mil grãos (g), de quatro diferentes híbridos de milho, e a três distintas populações de plantas na safra 2020/2021.

**Tabela 6: Valores médios de massa de mil grãos (g), de quatro diferentes híbridos de milho (KWS7330 VIP3, DKB240 PRO3, AG8780 PRO3, AG9025 PRO3), e a três diferentes populações de plantas (60.000, 70.000, 80.000 plantas/ha) na safra 2020/2021.**

Híbridos de Milho	80.000	70.000	60.000	Médias
KWS 7330 VIP 3	4383,8 B c	7417,8 A a	7675,9 A a	6492,5
DKB 240 PRO3	9209,4 A ab	8167,6 A a	9304,3 A a	8893,7
AG 8780 PRO3	7744,3 A b	7287,0 A a	8249,4 A a	5820,1
AG 9025 PRO 3	9739,7 A a	7169,0 B a	8962,7 A a	8623,8
Médias	7769,3	7510,3	8548,0	
C.V.		10,41		

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Ao analisar os valores das médias obtidas para massa de mil grãos (g) de quatro diferentes híbridos em diferentes populações de plantas, conforme apresentado na Tabela 5. Para o tratamento das diferentes populações de plantas, os únicos híbridos que apresentaram diferença estatística entre as variáveis analisadas foram o AG 9025 PRO3 e o KWS 7330 VIP3. Sendo que a maior média para massa de mil grãos pertencente ao híbrido AG 9025 PRO3, foi encontrada na população de 80 mil plantas por hectare e obtendo a menor média produzida na população de 70 mil plantas por hectare.

Esse resultado tem correlação negativa em relação ao número de grãos por espiga, quando a média de massa de mil grãos for maior a média do número de grãos por espiga apresentou menor resultado, podendo ser constatado o fator de que quando o número de grãos por espiga é menor, ocorre uma maior concentração de fotoassimilados nesses grãos, o que acarreta um maior peso de grão.

Os resultados encontrados nesse estudo são semelhantes ao de Kappers et al. (2011), que obtiveram uma correlação negativa de (-0,66) em relação a massa de mil grãos (g) e ao número de grãos por espiga.

Ao analisar os resultados encontrados para diferentes populações de plantas, verificou-se que para o híbrido KWS 7330 VIP3 a sua maior média foi atingida na população de 60 mil plantas por hectare sendo respectivamente ao contrário dos resultados apresentados pelo híbrido AG 9025 PRO3. O que demonstra que a massa de mil grãos para este tratamento foi afetada quando o híbrido foi exposto a altas densidades de plantas, afirmando que o híbrido KWS 7330 VIP3 se torna mais sensível quando manejado em maiores densidades de plantas devido a competição interespecífica. Esse resultado está em concordância com os de Pereira et al. (2008), que também uma redução na massa de mil grãos (g) com o aumento da população de plantas.

Levando em consideração aos resultados demonstrados na Tabela 5, para o tratamento de diferentes híbridos de milho, os híbridos apresentaram diferença significativa entre si somente quando manejados na população de 80 mil plantas por hectare. O híbrido AG 9025 PRO3 alcançou a maior média para massa de mil grãos (g), não diferindo estatisticamente da segunda maior média, sendo ela obtida pelo híbrido DKB 240PRO3, a terceira maior média foi alcançada pelo híbrido AG 8780PRO3, a qual não apresentou diferença estatística da segunda maior média, a menor média encontrada neste tratamento foi atingida pelo híbrido KWS 7330VIP3, o qual apresentou diferença estatística das demais médias.

Esses resultados estão relacionados com o potencial produtivo de cada híbrido trabalhado, e posteriormente certos híbridos quando manejados em altas densidades tendem a sofrer mais devido a competição por água, luz e nutrientes entre as plantas. Outro fator relacionado a esse comportamento, seria o fato da redução dos fotoassimilados disponíveis para atender a demanda de enchimento de grãos, que é causada em ambientes de altas populações de plantas.

De acordo com Sangoi et al. (2016), a competição entre as plantas de milho por água, luz e nutrientes quando expostas a altas densidades, acarreta em uma redução de fotoassimilados e conseqüentemente não atendendo as demandas para o enchimento dos grãos.

Na tabela 7, pode-se observar os resultados dos valores das médias de produtividade (Kg/ha), de quatro diferentes híbridos de milho, e a três distintas populações de plantas na safra 2020/2021.

**Tabela 7: Resultados da interação das médias de produtividade (Kg/ha) de quatro diferentes híbridos de milho (KWS7330 VIP3, DKB240 PRO3, AG8780 PRO3, AG9025 PRO3), submetidos a três diferentes populações de plantas (60.000, 70.000, 80.000 plantas/ha) na safra 2020/2021.**

Híbridos de Milho	80.000	70.000	60.000	Médias
KWS 7330 VIP 3	4651,5 B c	8260,5 A a	8833,9 A a	7248,6
DKB 240 PRO3	10218,2 A ab	9462,9 A a	10690,0 A a	8123,7
AG 8780 PRO3	8460,9 A b	8221,6 A a	9504,0 A a	8728,8
AG 9025 PRO 3	12599,8 A a	8020,4 B a	10417,2 A a	10345,8
Médias	8982,6	8491,3	9861,2	
C.V.		12,52		

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Ao analisar os resultados de produtividade dos diferentes híbridos de milho em sacos/hectare em diferentes populações de plantas, conforme apresentado na (Tabela 5) é possível verificar que houve diferença estatística entre os tratamentos. Para o híbrido KWS 7330 VIP3 a população que atingiu a maior média de produtividade (8833,9 Kg/ha) foi a de 60.000 plantas/ha, não diferindo da segunda maior média (8260,5 Kg/ha) produzida pela população de 70,000 plantas/ha. A população de 80.000 plantas/ha para este híbrido foi a que alcançou a menor média produtiva (4651,5 Kg/ha), diferindo estatisticamente das demais populações.

Para o híbrido DKB 240 PRO3 não foi obtida diferença estatística entre os tratamentos de diferentes populações. As médias variaram de 9462,4 Kg/ha a 10690,0 Kg/ha. A população que alcançou a maior produtividade foi a de 60.000 plantas/ha. O mesmo resultado aconteceu para o híbrido AG 8780 PRO3, não sendo observada diferença estatística significativa. As médias variaram de 8221,6 Kg/ha a 9504,0 Kg/ha, onde a maior média foi encontrada na população de 60.000 plantas/ha.

A população que atingiu maior média produtiva para o híbrido AG 9025 PRO3, foi à população de 80.000 plantas/ha, atingido uma média de 12599,8 Kg/ha, seguida da população de 60.000 plantas/ha, alcançando uma média de 10417,2 Kg/ha, e a menor média foi obtida na população de 70.000 plantas por hectare com 8020,4 Kg/ha, contudo não houve diferença estatística significativa.

Híbridos com uma bagagem genética de qualidade e um alto potencial produtivo, tendem a alcançar maiores produtividades quando manejados em altas densidades de plantas, levando em consideração a realização de um bom manejo durante o cultivo.

De acordo com Silva et al. (2018), a aplicação de diferentes populações de plantas para a cultura do milho, acaba afetando a produtividade final da cultura quando não manejada de forma correta, devido a fatores externos.

Strieder et al. (2007), verificou que híbridos de milho submetidos ao aumento das densidades populacionais apresentaram maior rendimento de grãos, sendo que o espaçamento entrelinhas não interferiu na produtividade. De acordo com Sangoi et al. (2013), em seus experimentos realizados comparando diferentes híbridos de milho, ao comparar um híbrido com tecnologia mais antiga e um híbrido de tecnologia mais recente, observou melhores respostas de produtividade de grãos com o aumento da densidade populacional para o híbrido com tecnologia mais moderna.

Dessa forma, observou-se através do experimento que os híbridos que possuem uma tecnologia mais avançada, ou, os que possuem um maior potencial produtivo, conseguiram apresentar um melhor desempenho em relação a produtividade quando submetidos a um maior número de plantas por hectare.

Para a variável população de plantas é possível observar na Tabela 5 que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. O híbrido que produziu a maior média na população de 80 mil plantas/ha foi o híbrido AG 9025 PRO3, não apresentando diferença estatística da segunda maior média produzida neste tratamento. A segunda maior média produzida foi atingida pelo híbrido DKB240 PRO3, diferindo estatisticamente somente da menor média produzida que foi obtida com o híbrido KWS 7330 VIP 3.

Para a população de 70 mil plantas por hectare não foi observada diferença estatística significativa, onde o híbrido que teve a maior média produtiva foi o DKB240 PRO3 com 9462,9 Kg/ha. O híbrido que apresentou a segunda maior média produzida com 8260,5 Kg/ha foi o KWS7330 VIP3, seguido do AG8780 PRO3 com 8221,6 Kg/ha e a menor média com o híbrido AG9025 PRO3 com uma média de 8020,4 Kg/ha.

De acordo com SANGOI et al. (2016), a interceptação solar por área é reduzida de acordo com a redução da densidade de plantas por área, de modo, que acaba favorecendo a produção de grãos por planta, mas afetando a produtividade de grãos final.

Nos híbridos trabalhados na população de 60 mil plantas por hectare, não houve diferença estatística significativa entre eles. O híbrido que apresentou a maior média de produtividade foi o DKB240 PRO3 com 10690,0 Kg/ha, a segunda maior média foi atingida pelo híbrido AG9025

PRO3 com uma média de 10417,2 Kg/ha, seguida do híbrido AG8780 PRO3 com a média de 9504,0 Kg/ha, e o híbrido que atingiu a menor média produtiva nessa população de plantas foi o KWS7330 VIP3, com a média de 8833,9 Kg/ha.

Essa falta de diferença significativa de produtividade entre a população de 60 mil plantas por hectare, pode-se explicar devido ao fato de se ter um maior espaçamento entre as plantas, ou seja, a planta pode absorver um maior número de recursos, tanto como nutrientes, luz e a água presente no solo, ou seja não existirá tanta competitividade entre as plantas, permitindo com que ambos os híbridos tenham um bom resultado, não obtendo uma discrepância entre os híbridos analisados.

Segundo Fumagalli et al. (2017), as médias dos componentes de rendimento são afetadas conforme o aumento da densidade populacional de plantas, porém a alta população de plantas por área se torna compensatória para a produção de grãos. Levando em conta que em altas populações de plantas torna-se essencial a utilização de híbridos de bom material genético, híbridos com um alto potencial produtivo, não permitindo que a competição por água, luz e nutrientes, o autosombreamento da dominância apical, que pode acarretar em esterilidade feminina das plantas afete a produtividade de grãos.

Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram com os de Piana et al. (2008), onde verificaram que com o aumento da densidade de plantas, houve uma redução nos componentes de rendimento. Porém, essas reduções foram compensadas pelo aumento no número de plantas por área, o que não afetou a produtividade final.

## **7. CONCLUSÃO**

A variação da população de plantas exerce influência sobre os componentes de rendimento e produtividade em híbridos de milho. Há variabilidade produtiva em híbridos de milho manejados sob as mesmas condições climáticas e de manejo.

O híbrido AG9025 PRO3 caracterizou-se como o mais produtivo para a safra 2020/2021 em Ibirubá-RS. Dentre as populações de plantas testadas, a de 60 mil plantas por hectare se mostrou a mais eficiente em produtividade, porém para o híbrido AG9025 PRO3 a população que apresentou maior produtividade foi a de 80 mil plantas por hectare.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA; SAFRAS. **Milho: produção mundial 2020/21 deve ficar em 1,156 bi de toneladas.** Canal Rural. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/radar/milho-producao-mundial-2020-21-deve-ficar-em-1156-bi-de-toneladas/>. Acesso em: 11 ago. 2021.

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; RESENDE, M. **Cultivo do milho: manejo de irrigação. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002.** 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 47). Disponível em: Acesso em: 24 nov. 2017.

ALBUQUERQUE, M.R. Cultivo do milho. 6ª ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2).

ALMEIDA JR, J. J. et al. **Atributos do Solo em Modalidade de Semeadura na Consorciação de Milho com Forrageiras.** Nucleus, v.14, n.1, abr. 2017. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.1679>.

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

ANDRADE, M. J. B. et al. Avaliação de sistemas de consórcio de feijão com milho-pipoca. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 25, n. 2, p. 242-250, 2001.

ASSIS, J. P.; DOURADO NETO, D.; NASS, L. L.; MANFRON, P. A.; BONNECARRERE, R. A. G.; MARTIN, T. N. Simulação estocástica de atributos do clima e da produtividade potencial de milho utilizando-se distribuição triangular. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 539-543, 2006.

BAHIA FILHO, et al. Impulsionado a produção e a produtividade de milho e sorgo no Brasil. In: ALBUQUERQUE, A, A.G. (Eds.). *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, v.1. p. 125-162, 2008.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater-RS. Ascar, 2014. 84 p. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Cultivo**. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. 2017.

BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; KRUGER, C. A. M. B.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, n. 1, p. 855–864, 2009.

BRACHTVOGEL, E. L., PEREIRA, F. R. D. S., CRUZ, S. C. D. S., ABREU, M. L. D., & BICUDO, S. J. População, arranjo de plantas uniforme e a competição intraespecífica em milho. *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas*, 75-83. 2012.

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. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2334- 2339, 2009.

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

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. *Revista ITEM (Irrigação & Tecnologia Moderna)*, Brasília, DF, v. 54, n. 2, p. 46-55, 2002.

CLEMENTE, D. I. **Estresse Hídrico Sobre Caracteres Morfofisiológicos e Agronômicos em Populações de Milho**. Universidade Federal de Goiás Regional Jataí Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Goiás, 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo levantamento, julho 2013**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 11 de ago. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim da Safra de Grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=10>. Acesso em: 11 ago. 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a Agropecuária**. Volume 6 – Safra 2018/2019. Brasília, 2022.

CRUZ, J. C.; VERSIANI, R. P.; FERREIRA, M. T. R. **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1). Disponível em [http://www.cnpms.embrapa.br/publicações/milho\\_6\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicações/milho_6_ed/index.htm) Acesso em 17 maio 2013.

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

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; QUEIROS, L. R. Milho: Cultivares para 2013/2014. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>. Acesso em: 20 nov. 2013.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H.M.; OLIVEIRA, M.F. de; MATRANGOLO, W.J.R.; ALBUQUERQUE, M.R. Cultivo do milho. 6ª ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2).

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**, Brasília, DF, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.13, n.3, p. 336-346, 2014 Versão impressa ISSN 1676-689X / Versão on line ISSN 1980-6477 - <http://www.abms.org.br> . 1697, 2008.

EMBRAPA. Métodos de irrigação, 2017. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_72\\_16820051120.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_16820051120.html)>. Acessado em: 29 de ago. 2018.

EMBRAPA. **Sistemas de Cultivo**. Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01\\_17\\_510200683536.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_17_510200683536.html). Acesso em: 12 ago. 2021.

EMYGDIO, B. M. et al. Fenologia e características agrônômicas de variedades de milho recomendadas para o RS. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 74, 2008.

Carvalho, I.R., Souza, V., Follmann, D., Nardino, M., Schmidt, D. 2014. **Desempenho agrônomo de híbridos de milho em ambiente irrigado e sequeiro**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, 10(18), 1144-1153.

FALQUETE J.C.F.; PINHO R.G.V.; MENDES M.C.; BRITO A.H.; FRANCISCHINI, V.M. Avaliação de cultivares de milho de ciclo precoce na safra 2007/2008, em Lavras – MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27, Anais. Londrina, 2008

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

FANTIN, N. A. M.; MEERT, L.; HANEL, A.; ALENCAR, J. R. C.; PETEAN, L. P. Componentes de produção e qualidade de sementeira de soja em função de diferentes velocidades do conjunto trator-semeadora. Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, v.9, n.3, p.7-15, 2016.

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

FELISBERTO, P. A. C. et al. Subdoses de glyphosate não reduzem a produtividade da cultura do milho. Revista Brasileira de Herbicidas, [s.l.], v. 15, n. 3, p.290-301, 10 set. 2016. Revista Brasileira de Herbicidas. <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v15i3.482>.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas**. Universidade de Passo Fundo (UPF). Passo Fundo, 2004.

FOLONI, J. S. S. et al. Cultivares de Milho em Diferentes Populações de Plantas com Espaçamento Reduzido na Safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, [s.l.], v. 13, n. 3, p.312-325, 30 dez. 2014. Revista Brasileira de Milho e Sorgo. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n3p312-325>.

FUMAGALLI, M.; MACHADO, R. A. F.; FIORINI, I. V. A.; PEREIRA, C. S.; PIRES, L. P. M.; PEREIRA, H. D. Desempenho produtivo do milho híbrido simples em função de espaçamentos entre fileiras e populações de plantas. **Revista Brasileira de milho e Sorgo**. Sinop/ MT. v.16, n.3, p. 426-439, 2017.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; ROCHA, A. A.; SOARES, E. R.; CONCEIÇÃO, G.; ALBERTO, C. M. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 3, p. 18-38, 2011.

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

Grigolo ASM, Azevedo VH, Krause W & Azevedo PH (2011) Avaliação do desempenho de genótipos de milho para consumo in natura em Tangará da Serra, MT, Brasil. Bioscience Journal, 27:603-608.

GUISCEM, J. M.; BICUDO, S. J.; NAKAGAWA, J. ZANOTTO, M. D.; SANSÍGOLO, C.; ZUCARELLI, C. MATHEUS, G. P.. Características morfológicas e fisiológicas do milho que influenciam a perda de água do grão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 28-37, 2002

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. **Desenvolvimento da cultura do milho: estádios x práticas de manejo**. Equipe mais soja, 31 jan. de 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/desenvolvimento-da-cultura-do-milho-estadios-x-praticasdemanejo2/>. Acesso em: 12 ago. 2021.

JASPER, R.; JANSZEN, U; JASPER, M.; GARCIA L.C. Distribuição longitudinal e germinação de sementes de milho com emprego de tratamento fitossanitário e grafite. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 292-299, 2006.

KAPPES, C; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, Â. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, p. 348-359, 2011a.

KOPPER, C.V.; MEERT, L.; KRENSKI, A.; BORGHI, W. A.; OLIVEIRA NETO, A. M.; FIGUEIREDO, A. S. T.; Produtividade de milho segunda safra em função de diferentes velocidades de semeadura e densidade de plantas. Revista Pesq. agropec. pernamb. Recife, 22, e201701, 2017.

KUNZ, J. H. et al. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa agropecuária brasileira**, vol. 42, n. 11, Brasília, 2007.

KLEIN, J. L.; VIANA, A. F. P.; MARTINI, P. M.; ADAMS, S. M.; GUZZATTO, C.; BONA, R. A.; RODRIGUES, L. S.; FILHO, D. C. A.; BRONDANI, I. L. Desempenho produtivo de híbridos de milho para produção de silagem da planta inteira. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 17, n. 1, p. 101–110, 2018.

LANA, M. C.; WOYTICHOSKI JUNIOR, P. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; AVILA, M. R.; ALBRECHT, L. P. Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 31, n. 03, p. 433-438, 2009.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima. Artes e Textos, 2000. 531 p.

LASHKARI, M., H.; MADANI, M.R.A.F.; GOLZARDI; ZARGARI, K. Effect of plant density on yield and yield components of diferente corn (*Zea mays* L.) hybrids. *American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 10, p. 450–457, 2011.

LEITE, L. F. Desempenho de híbridos de milho safrinha em épocas de semeadura e populações de plantas. 2015. 30 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2015.

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

LOPES, S. J.; DAL'COL LÚCIO, A.; STORCK, L.; DAMO, H. P.; BRUM, B.; SANTOS, V. J.; Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Revista Ciência Rural**. Santa Maria, v.37, n.6, p.1536-1532, 2007.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da Produção de Milho**. Circular Técnica - Embrapa, 2006.

MATTOSO, M. J.; MELO FILHO, G. A. **Coeficientes Técnicos**. In: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Cultivo do milho*. 4ª ed. Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS, 2008 (Sistemas de Produção, 2). Disponível em:

[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_4ed/manejomilho.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_4ed/manejomilho.htm). Acesso em: 09 ago. 2021.

MARCHÃO, R. L. et al. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 93-101, 2005.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E.M.; XIMENES, P.A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos de milho adensado. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.5, n°2, p.170-181, 2006.

MENEZES, V.G. et al. **Projeto 10: Estratégias de manejo para aumento da produtividade e da sustentabilidade da lavoura de arroz irrigado do RS: Avanços e novos desafios**. Porto Alegre: IRGA/Estação Experimental do Arroz, 2012. 104 p.

MINUZZI, R. B.; LOPES, F. Z. Desempenho agrônômico do milho em diferentes cenários climáticos no Centro-Oeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.19, n.8, p.734–740, 2015.

MOROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C.; SILVA, H.R. **Irrigação e fertilização em fruteiras e hortaliças**. Embrapa Informação Tecnológicas. Brasília, 2011.

ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. **Fundamentos de Ecologia**. 5.ed. Thomson Learning. 612p. São Paulo, 2007.

NETO, D.D.; PALHARES, M.; VIEIRA P. A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS P. P.S.L, ROMANO, M. R.; **Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.2, n.3, p.63-77, 2003.

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

OLIVOTO, T.; CARVALHO, I. R.; NARDINO, M.; FERRARI, M.; PELEGRIN, A. J.; SZARESKI, V. J.; DEMARI, G. H.; SOUZA, V. Q.; Caracteres morfológicos e rendimento de grãos de híbridos simples de milho em diferentes ambientes. *Rev. Ciênc. Agrovet.*, Lages, SC, Brasil. v. 17, n. 4, p. 462-471, 14 nov. 2018.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. **Melhoramento do milho**. In: BORÉM, A. *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa, 1999.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. **Melhoramento do milho**. In: BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa, 1999. SANGOI, L.; ZANIN, C. G.; SCHIMITT, A.; VIEIRA, J. Senescência foliar e resposta de híbridos de milho liberados comercialmente para cultivo em diferentes épocas ao adensamento. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.1, p. 21-23, 2013.

PESQUISA AGRÍCOLA MUNICIPAL. **Milho: O Rio Grande do Sul é atualmente o sexto maior produtor de milho em grão do Brasil**. Economia. Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/milho>. Acesso em: 11 ago. 2021.

PEREIRA, F. R. S.; CRUZ, S. C. S.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R. & SILVA, E. T. (2008) Arranjo espacial de plantas de milho em sistema plantio direto. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, 12:69–74.

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

POSSE, R. P. et al. **Evapotranspiração e coeficiente de cultura do mamoeiro**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 681-690, 2008.

RIBEIRO, E. A. de S. **Produção de Milho-verde Irrigado por Gotejamento em Teresina-PI**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFPI-PI, Teresina, 2017.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Arquivo do Agrônomo nº15 – Instituto Potafós, encarte das informações agronômicas nº 103, Piracicaba, 2003.

SANGOI, L.; ZANIN, C. G.; SCHIMITT, A.; VIEIRA, J. Senescência foliar e resposta de híbridos de milho liberados comercialmente para cultivo em diferentes épocas ao adensamento. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.1, p. 21-23, 2013.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; GRACIETTI, M. A.; BIANCHET, P.; HORN, D. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v. 1, n. 2, p. 1, 2016.

SCHMITT, A. **Arranjo de plantas para maximizar o desempenho agrônômico do milho em ambientes de alto manejo**. Tese (doutorado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Lages, 2014.

SCHEEREN, B. R. et al. Arranjo populacional para a cultura do milho na região central do Estado de Mato Grosso do Sul. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 26, n. 2, p. 55-60, 2004

SERPA, M. S. *et al.* Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes irrigados e de sequeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 47, n. 4, p. 541-549, abril, 2012.

SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. & SANGOI, L. (2003) Fatores determinantes da escolha da densidade de plantas em milho. In: Reunião técnica catarinense de milho e feijão, 4, Lages, SC. Resumos expandidos. 25-29p.

SILVA, D. F. **Desempenho de genótipos de milho e de sorgo submetidos a duas densidades de plantio para a produção de forragem**. 2018. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo - Al, 2018.

SILVA, A. D.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F. de; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.5, p.75-88, 2006.

SILVA, A. G.; FRANCISCHINI, R.; MARTINS, P. D. S. Desempenhos agrônômico e econômico de cultivares de milho na safrinha. **Revista Agrarian**, v. 8, p. 1-11, 2015.

SILVA, A. F.; SCHONINGER, E.; CAIONE, G.; KUFFEL, C.; CARVALHO, M. A.; **Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.13, n.2, p. 162-173, 2014

SILVA, T. G. F. da. et al. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura da cana-de-açúcar irrigada no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 64-71, 2012.

SOUZA, L. S. B. et al. Eficiência do uso da água das culturas do milho e feijão-caupi sob sistemas de plantio exclusivo e consorciado no Semiárido brasileiro. *Bragantia*, Campinas, v.70, n. 3, p. 715-721, 2011.

SOUZA, R. T. X.; HENRIQUE, H. M.; KORNDÖRFER, G. H. **Teste de performance em híbridos de Milho com uso de Geofert em Santana de Vargem - MG**. Empresa Geociclo, Minas Gerais. 10p, 2012. Disponível em: <http://www.geociclo.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Lamina-Geofert-MILHO.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2021.

STORCK, L.; MODOLO, A.J.; BRUM, B.; TROGELLO, E.; FRANCHIN, M.F.; ADAMI, P.F. Medida de regularidade do espaçamento de plantas de milho em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 19, n. 1, Campina Grande, PA, 2015. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662015000100039&lng=en&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662015000100039&lng=en&nrm=iso). Acesso em 10/02/2021.

STORCK, L.; MODOLO, A.J.; BRUM, B.; TROGELLO, E.; FRANCHIN, M.F.; ADAMI, P.F. Medida de regularidade do espaçamento de plantas de milho em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 19, n. 1, Campina Grande, PA, 2015. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662015000100039&lng=en&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662015000100039&lng=en&nrm=iso). Acesso em 10/02/2021.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; SILVA, A. A.; ENDRIGO, P. C. A resposta do milho irrigado ao espaçamento entrelinhas depende do híbrido e da densidade de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 634-642, Junho 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. 4<sup>th</sup> ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers, 2009. 848 p.

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

TEIXEIRA, M. C. C.; EMYGDIO, B. M.; RODRIGUES, O. **Desempenho de híbridos simples de milho cultivados em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de plantas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 7 p. (*Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online*, 47). Disponível em: Acesso em: 10 abr. 2013.

TOLLENAAR, M. **Relações sumidouro-fonte durante o desenvolvimento reprodutivo em milho, uma revisão.** *Maydica*. v.22, p.49-75, 1977.

VIAN, A. L et al. Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta. *Ciência Rural*, v.46, n.3, p.464-471. Santa Maria, 2016

WILSON, J.H.; CLOWES, M. St. J.; ALLISON, J.C.S. **O crescimento e a produção do milho em diferentes altitudes na Rodésia.** *Annals of Applied Biology*. v.73, n.1, p.77-84, 1973.