

**DESEMPENHO DE LINHAGENS DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES  
EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEIO**

por

**JULIANO KOLLING BRATZ**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

RIO VERDE – GO

Setembro – 2023

**DESEMPENHO DE LINHAGENS DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES  
EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEIO**

por

**JULIANO KOLLING BRATZ**

Comitê de Orientação:

Orientador: Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IF Goiano – Campus Rio Verde

Coorientador (a): Prof. Dr. Renata Pereira Marques – IF Goiano – Campus Rio Verde

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

Bd Bratz, Juliano Kolling  
DESEMPENHO DE LINHAGENS DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE  
SEMENTES EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEIO / Juliano  
Kolling Bratz; orientador Pablo Diego Silva Cabral;  
co-orientadora Renata Pereira Marques. -- Rio Verde,  
2023.  
35 p.

Dissertação (Mestrado em Pós-Graduação em Bioenergia  
e Grãos ) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio  
Verde, 2023.

1. Desempenho de linhagens de milho. 2.  
Multiplicação de sementes. 3. Janelas de semeadura.  
4. Zea mays. I. Cabral, Pablo Diego Silva, orient.  
II. Marques, Renata Pereira, co-orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)                  | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização)       | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação)                   | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Juliano Kolling Bratz

Matrícula:

2021202331540018

Título do trabalho:

DESEMPENHO DE LINHAGENS DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEIO

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 20 / 11 / 2023

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

• Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

• Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

• Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde - GO

Local

20 / 11 / 2023

Data

*Juliano Kolling Bratz*

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

*Patricio W. C. P.*

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 91/2023 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**  
**ATA Nº 63 (SESENTA E TRÊS)**  
**BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Ao vigésimo oitavo dia do mês de setembro do ano de dois mil e vinte e três, às 14h00min (catorze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **JULIANO KOLLING BRATZ**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação que, em 30 min, procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora. O presidente da banca (Pablo Diego Silva Cabral) assinou a Ata para o membro externo (Adilson Harter) devido o mesmo não ter acesso ao SUAP.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
Pablo Diego Silva Cabral	IF Goiano – Campus Rio Verde	Presidente
Leonardo de Castro Santos	IF Goiano – Campus Rio Verde	Membro interno
Adilson Harter	Syngenta Seeds	Membro externo



Documento assinado eletronicamente por:

- Adilson Harter, Adilson Harter - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano (1), em 02/10/2023 18:00:04.
- Leonardo de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/09/2023 14:19:47.
- Pablo Diego Silva Cabral, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/09/2023 16:46:34.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/09/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 535166

Código de Autenticação: f4614d05c3



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Rio Verde  
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970  
(64) 3624-1000



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 70/2023 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

## DESEMPENHO DE LINHAGENS DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEIO

Autor: Juliano Kolling Bratz  
Orientador: Pablo Diego Silva Cabral

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADO em 28 de setembro de 2023.

*Assinado eletronicamente*  
Prof. Dr. Adilson Harter  
Avaliadora externa - Syngenta  
Seeds

*Assinado eletronicamente*  
Prof. Dr. Leonardo de Castro Santos  
Avaliador interno - IF Goiano Campus  
Rio Verde

*Assinado eletronicamente*  
Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral  
Presidente da Banca - IF Goiano  
Campus Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- Adilson Harter, Adilson Harter - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano (1), em 02/10/2023 17:58:28.
- Leonardo de Castro Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/09/2023 14:19:29.
- Pablo Diego Silva Cabral, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/09/2023 16:50:20.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/09/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 535167

Código de Autenticação: 5f0d15a73f



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Rio Verde  
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970  
(64) 3624-1000

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado guiando, iluminando, dando forças para lutar pelos meus objetivos. Agradeço a minha esposa Lorena Nogueira, que me incentivou e ajudou a desenvolver esse projeto que irá contribuir muito na minha vida pessoal e profissional, agradeço aos meus pais e meus irmãos, por estarem sempre junto a mim, sendo minha base familiar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos – Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, por abrir as portas principalmente para o meu crescimento profissional.

A Empresa Syngenta Seeds, por prover toda a estrutura necessária para a pesquisa, a equipe de Teste, principalmente nas pessoas do Rafael Heinz (Gerente) que apoiou o meu ingresso no mestrado e Adilson Harter (Pesquisador) que me ajudou com as análises estatística dos resultados e a todos os integrantes da minha equipe de Pesquisa de Produção de Sementes, que de alguma forma contribuíram para o desenvolver das atividades, as quais não teriam o mesmo sucesso sem a ajuda de cada um.

Por fim, sou meramente grato ao meu orientador Dr. Pablo Diego Silva Cabral, por ter aceitado esse desafio multidisciplinar junto a mim, pelas orientações, pela paciência e principalmente por terem acreditado e confiado na minha capacidade, permitindo com que eu fizesse parte dessa instituição.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1. CULTURA DO MILHO .....	4
2.2. MELHORAMENTO DE MILHO .....	5
2.3. LINHAGENS .....	7
2.4. CAMPOS DE PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS .....	7
2.5. DESEMPENHO DE LINHAGENS .....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
3.1. LOCALIZAÇÃO.....	10
3.2. PREPARO DO SOLO - ADUBAÇÃO E MANEJO .....	11
3.3. SEMEADURA.....	11
3.4. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	11
3.5. AVALIAÇÕES AGRONÔMICAS .....	12
3.6. ANÁLISE DE DADOS .....	15
3.6.1. Desempenho de linhagens fêmeas.....	15
3.6.2. Desempenho de linhagens machos.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
4.1. DESEMPENHO DE LINHAGENS FÊMEA .....	17
4.1.2. Produtividade.....	17
4.1.3. Avaliações de Campo.....	21
4.1.4. Incidência e Severidade de Doenças.....	23
4.2. DESEMPENHO DE LINHAGENS MACHO .....	25
4.2.1. Avaliações Qualitativas .....	25
4.2.2. Classificação de Potencial de Pendão e Penalização .....	27
4.2.3. Índice Potencial de Pendão.....	29
4.2.4. Índice de Risco .....	30
5. CONCLUSÃO .....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32

# DESEMPENHO DE LINHAGENS DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEIO

por

JULIANO KOLLING BRATZ

(Sob Orientação do Professor – Dr. Pablo Diego Silva Cabral IF - Goiano – Campus  
Rio Verde)

## RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos mais importantes produtos do setor agrícola e atualmente ocupa a primeira posição entre os cereais mais produzidos no mundo, com grande importância para alimentação humana, animal e matéria-prima para a indústria. O Brasil é o terceiro maior produtor de milho, apenas atrás dos Estados Unidos e da China com produção estimada para a safra 2022/23, de 127 milhões de toneladas, o que representa o acréscimo de 12,5% da produção, 3,5% de área plantada e 7,5% de produtividade em comparação a safra anterior. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de linhagens de milho na região sudoeste de Goiás, visando a produção de sementes. O projeto foi conduzido no município de Montividiu-GO, na safrinha 2022, avaliando 44 linhagens (20 como fêmea e 24 como macho) em três épocas de semeadura. Foram avaliadas características agrônômicas e produtividade de sementes das linhagens em diferentes épocas de semeadura. A análise de variância foi significativa com a média geral 247,8 sc ha<sup>-1</sup> (sacas de 60.000 sementes) e cv de 24,6%. Foi observado como melhor época para o desempenho de linhagens fêmeas o mês de fevereiro, com a média de produtividades de 345,4 sc ha<sup>-1</sup> (sacas 60.000 sementes) e menor ataque de pragas e doenças. Em relação a época de março obteve-se a média de produtividade de 150,2 sc há<sup>-1</sup> (sacas 60.000 sementes), e as linhagens enfrentaram um ambiente de transição, com queda de temperaturas, aumento de pragas e doenças, decaindo os resultados de produtividade, enquanto em março apresentou um ambiente altamente restritivo e não houve resultados de desempenho para esta época. Para as linhagens de macho obteve-se 17 das avaliadas identificadas como bom polinizador para época de fevereiro e 11 para época de março.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desempenho de linhagens de milho, Multiplicação de sementes, Janelas de semeadura; *Zea mays*.

# **ADAPTABILIDADE DE LINHAGENS DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES NO SUDOESTE GOIANO.**

por

**JULIANO KOLLING BRATZ**

(Sob Orientação do Professor – Dr. Pablo Diego Silva Cabral IF - Goiano – Campus  
Rio Verde)

## **ABSTRACT**

Corn (*Zea mays* L.) is one of the most important products in the agricultural sector and currently occupies the first position among the most produced cereals in the world, with great importance for human and animal nutrition and raw material for industry. Brazil is the third largest corn producer, just behind the United States and China with an estimated production for the 2022/23 harvest of 127 million tons, which represents an increase of 12.5% in production, 3, 5% of planted area and 7.5% of productivity compared to the previous harvest. The project was carried out in the municipality of Montividiu-GO, in the 2022 harvest, evaluating 44 lines (twenty as female and twenty-four as male) in three sowing times. Agronomic characteristics and seed productivity of the lines were evaluated in the different sowing windows. The analysis of variance was significant with an overall average of 247.8 sc ha<sup>-1</sup> (bags of 60,000 seeds) and a cv of 24.6%. The month of February was observed as the best time for female lines performance, with a significant productivity average of 345.4 sc ha<sup>-1</sup> (60,000 seed bags) and lower pest and disease attacks. In relation to March, an average productivity of 150.2 sc ha<sup>-1</sup> (bags 60,000 seeds) was obtained, the lines faced a transitional environment, with a drop in temperatures, an increase in pests and diseases, decreasing their productivity results. The last season, sown in April, did not develop, going through periods of cold, frost and high pest populations, where the lines died before starting the flowering stage. For the male lines, 17 of those evaluated were identified as a good pollinator for the February season and 11 for the March season.

**KEYWORDS:** Performance of corn lines, Seed multiplication, Sowing windows; *Zea mays*.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) pertence à família Poaceae, é um dos cereais mais cultivados no mundo, utilizado para alimentação animal e humana, indústria e produção de biocombustível que vem crescendo anualmente. A sua grande adaptabilidade, representada por variados genótipos, viabiliza o seu cultivo em diferentes climas e altitudes (Barros & Calado 2014).

Para a produção de sementes de um híbrido de milho é necessário a prática de fecundação cruzada por meio do cruzamento entre linhagens. A semeadura feita utilizando sementes originárias de lavoura comercial de um híbrido irá ocasionar variação entre plantas e redução drástica da produtividade (EMATER 2016). As linhagens são menos produtivas que os híbridos, entretanto estas são fontes de variabilidade genética que podem ser produzidas em diversos locais pelo alto grau de adaptação que apresentam para condições ambientais peculiares (Paterniani 1990).

Os principais híbridos de milho comerciais são associados com aptidão para alta produtividade de grãos quando cultivados em altitudes entre 500 m e 1300 metros, igualmente para as linhagens (Paterniani & Goodman 1977). O tipo de comportamento dos materiais testados pelas empresas públicas e privadas há anos é motivo de estudos de interação genótipo por ambiente pelos melhoristas de plantas, cuja finalidade é escolher estratégias que possam diminuir o impacto desta interação e nas recomendações regionais com melhor desempenho (Jensen 1988).

A maioria das linhagens são oriundas de programas de melhoramento de países com climas variados, o que as tornam extremamente sensíveis a fatores ambientais e ataques de pragas e doenças, torna-se necessário um posicionamento em regiões e épocas que possibilitem maior adaptação, necessitando o uso de um pacote robusto para o controle eficiente de pragas e doenças (Waquil & Fernández 1996).

Um genótipo é considerado adaptado quando sua performance é favorável diante as variações ambientais. A adaptabilidade das linhagens está correlacionada a expressão de qualidades influenciadas pelo ambiente. A caracterização de linhagens com maior ambientação é necessária para abrandar o efeito da interação genótipos com ambientes (Ramalho *et al.* 2012).

Um dos maiores desafios é produzir sementes de milho de baixo custo, pela capacidade de polinização dos machos e o baixo potencial produtivo das fêmeas, impulsionando as empresas a buscarem novas alternativas para diminuir esse custo, tornando o portfólio de híbridos mais competitivo no mercado. A cultura do milho ainda requer investimentos em produtividade, para tornar sustentável ao longo dos anos, e enfrenta grandes obstáculos que ainda limitam à

expansão (Barros 2008). Entre as causas que influenciam o aumento de custos de produção agrícola, estão plantas daninhas, pragas e doenças (Waquil 2019).

As empresas com negócio de sementes de milho híbrido possuem o setor de Pesquisa de Produção de Sementes, responsável pelo estudo do portfólio de linhagens machos e fêmeas que geram seus híbridos em regiões do Brasil e outros países. Antes de iniciar as operações em determinada região ou implementar um campo de produção de sementes, este setor instala os experimentos em épocas, conduz e captura todas as informações necessárias para caracterização de cada linhagem naquele determinado ambiente. Ao final do projeto, é feita a análise dos dados e, em conjunto com os times de Produção de Sementes e Planejamento, é tomada a decisão da viabilidade ou não da implantação dos campos de produção no local. O estudo de linhagens para novas regiões poderá ampliar os locais de produção, melhorar os índices de produtividade e garantir o abastecimento escalonado das indústrias de beneficiamento. O objetivo deste trabalho consiste na avaliação de linhagens femininas e masculinas de milho do banco germoplasma da empresa Syngenta Seeds em diferentes épocas de semeadura, visando a caracterização para possível produção de sementes na segunda safra da região sudoeste de Goiás.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Cultura do Milho**

O milho (*Zea mays* L.) é um dos mais importantes produtos do setor agrícola e atualmente ocupa a primeira posição entre os cereais mais produzidos no mundo, com grande importância para alimentação humana, animal e matéria-prima para a indústria. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial da cultura, apenas atrás dos Estados Unidos e da China com produção estimada para a safra 2022/23, de 127,8 milhões de toneladas, representando o aumento de 12,9% da produção, 2,7% de área plantada e 10% de produtividade em comparação a safra anterior. O Estado de Goiás deve atingir 12,5 milhões de toneladas na safra 2022/23, que corresponde a 10,1% da produção nacional do grão (CONAB 2023).

A cultura de milho no Brasil pode ser implantada em duas safras, verão e inverno. O verão é denominado como safra, já o inverno caracterizado como safrinha. Inicialmente o milho era semeado apenas no verão, mas com o avanço das pesquisas e desenvolvimento de híbridos adaptados, os agricultores começaram a testar a cultura em outras janelas de plantio no período do inverno. Os resultados encontrados nessas outras condições foram positivos, tornando a cultura muito importante principalmente em função da necessidade de haver rotação de cultura após a colheita da soja semeada no verão (Garcia & Pereira 2021).

Os híbridos de milho são classificados em ciclos que correspondem ao número de dias iniciando na semeadura até o momento em os grãos alcancem o ponto de maturação fisiológica. O ponto de maturação fisiológica é o momento no qual o enchimento dos grãos é finalizado. Os ciclos do milho são divididos em superprecoces que são aqueles que completam o seu ciclo com aproximadamente 110 dias, precoces entre 110 e 145 dias e materiais tardios acima de 145 dias. Essa definição depende das características genéticas de cada híbrido, condições climáticas e manejo (MAPA 2018). A cultura do milho está entre as que apresentaram maior aumento no rendimento de grãos, por causa das técnicas de melhoramento genético, resistência e novas tecnologias (Sangoi 2000).

Considerando os fatores pragas e doenças que influenciam diretamente no desenvolvimento da cultura do milho e atualmente trazem graves problemas para os produtores e a manutenção dos altos resultados alcançados em qualidade de grãos e produtividade. Os enfezamentos pálido e vermelho estão entre as principais doenças, impactando diretamente na performance da cultura do milho. O agente vetor dessa virose é a cigarrinha *D. maidis*, transmitindo a infecção por mollicutes, ocorrendo principalmente nos estádios iniciais de emergência até V8, e em alguns casos causando a morte prematura da planta antes mesmo do seu florescimento (Sabato 2017).

O uso de cultivares resistentes é o modo mais eficiente e ecológico para o controle de pragas e doenças, mas há poucos materiais existentes no mercado que possuem essa resistência genética natural. Algumas empresas acabam destacando-se em ocasiões quando acontece a pressão de uma determinada praga ou doença, por possuir sementes com maior tolerância ou resistência (Oliveira *et al.* 2007). Segundo Embrapa (2020), na safra 2019/2020, foram ofertados 196 híbridos de milho no mercado brasileiro, e 130 foram híbridos transgênicos (66,33%). Desses híbridos, 135 eram híbridos simples (69%), 9 eram híbridos triplos (4,6%), 6 eram híbridos duplos (3,1%) e 11 eram variedades de polinização aberta (5,6%).

## **2.2. Melhoramento de Milho**

Para obter híbridos, é necessário seguir um programa de melhoramento que envolve diversas etapas. São elas: escolha de populações, obtenção de linhagens, avaliação do desempenho das linhagens e da capacidade de combinação entre elas, testes extensivos das combinações híbridas obtidas. Segundo Paterniani & Campos (1999), essas etapas são essenciais para a obtenção de híbridos de qualidade e com alto potencial produtivo.

O melhoramento genético de híbridos de milho tem mostrado grandes benefícios e importância para a cultura como maior potencial produtivo, ciclos variados, arquitetura

moderna e maior resistência enfrentando as condições adversas do campo. O primeiro passo na produção de uma cultura é a boa escolha do genótipo, garantindo boa germinação, resistência e potencial produtivo. O resultado de produção de uma lavoura de milho é consequência do potencial genético do genótipo e das condições edafoclimáticas do local de plantio, além do manejo da plantação. O uso de híbridos melhorados, fez com que o rendimento das lavouras aumentasse significativamente nos últimos anos (Silva *et al.* 2021).

Os programas de melhoramento genético iniciam o cruzamento de linhagens derivadas de seis a oito gerações seguintes obtidas por autofecundação, também intituladas linhas puras, as quais fixaram características agronômicas importantes, em benefício da promoção da heterose, permitindo o aumento da produtividade (Souza *et al.* 2013).

Segundo Peske *et al.* (2006) as etapas de um programa de sementes (Figura 1), comunicam-se de forma muito dependente que, se uma das etapas falhar perderá a eficiência, resultando em problemas de qualidade de sementes, interferindo significativamente no resultado final que é o rendimento de grãos.

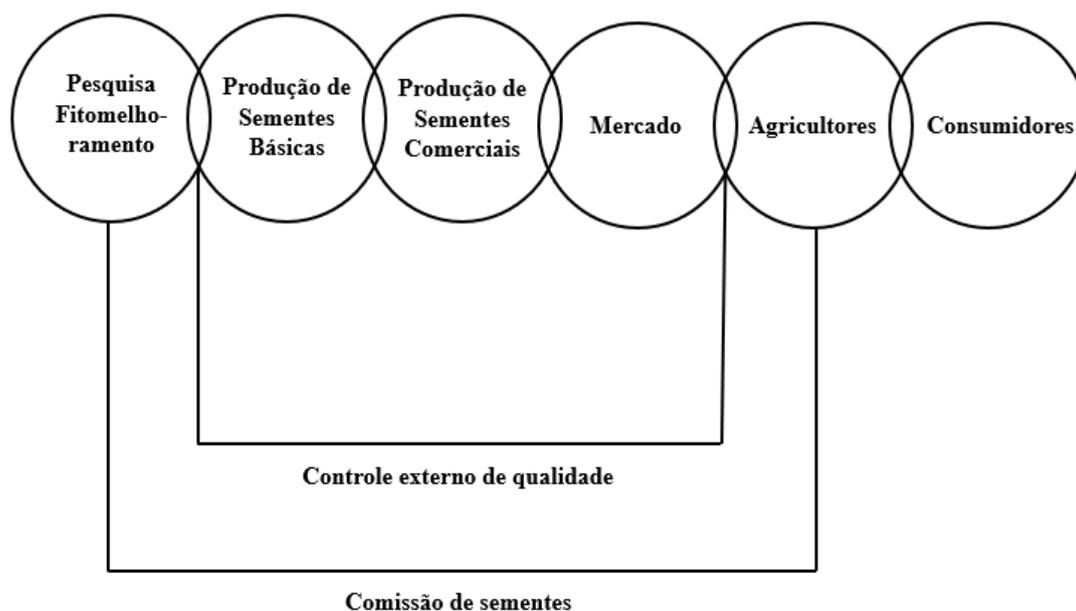


Figura 1 – Componentes de um programa de sementes.

Uma das principais tarefas dos que praticam a atividade de melhoramento genético de milho é o estudo para analisar a interação com o ambiente de cada linhagem, macho e fêmea, visando a melhor expressão de suas características, determinado qual local as linhagens irão apresentar maior segurança como qualidade de semente, produtividade e potencial polinizador, buscando redução do custo final de produção, tornando-a competitiva junto ao produtor, oferecendo um híbrido de bom potencial (Cruz & Carneiro 2003).

### **2.3. Linhagens de Milho**

A utilização de milho híbrido foi um dos principais fatores responsáveis pelo aumento na produtividade de grãos e para a geração desses híbridos é necessária a obtenção e estudos de linhagens (Viana 2009).

O desenvolvimento de novas linhagens é um processo considerado fácil. Várias linhagens podem ser obtidas rapidamente em programa de melhoramento, mas nem todas desenvolvem boas características e sucesso na combinação para gerar bons híbridos. Apesar do grande número de linhagens em um banco germoplasma, poucas avançam com capacidade de tornar-se importante em um programa de melhoramento de plantas. A linhagem macho deve ter característica de porte, boa produção de pólen e capacidade de polinizar adequadamente as linhas da linhagem fêmea obtendo granação ideal. A fêmea, que receberá o pólen da linha masculina, produzirá as sementes híbridas. As suas características devem estar relacionadas com boa produtividade, sanidade folhar e de grãos, resistência de colmo, porte adequado e facilidade para retirada do pendão no despendoamento (Hallauer & Miranda Filho 1981).

Segundo Cutolo Filho (2003), as linhagens temperadas oportunizam essas características esperadas para o desenvolvimento do híbrido. Mas, apresentam as desvantagens de serem bastante sensíveis a temperatura, pragas, doenças e ao fotoperíodo quando semeada em condições desfavoráveis. Incorporadas em condições de campo, essas plantas são afetadas em porte, resistência e produção, dificultando a adaptação destes genótipos ao melhoramento de milho tropical.

Para atingir objetivos priorizados nos programas atuais de melhoramento, tais como porte baixo, ciclo precoce, boa qualidade de grão e mantendo a alta produtividade a alternativa é a introdução de linhagens oriundas de países de clima temperado vindas principalmente dos Estados Unidos da América.

### **2.4. Campos de Produção de Híbridos**

O desenvolvimento de um híbrido simples é feito por meio do cruzamento de duas linhagens, uma linhagem feminina e uma linhagem masculina (Ramalho *et al.* 2001).

O método para a produção de híbridos é realizado em terreno isolado com distância de no mínimo 400 m ou no tempo de 30 a 40 dias em épocas diferentes de semeadura da mesma cultura, para que não ocorra polinização cruzada contaminando os grãos. As principais proporções de produção (fêmea x macho) são 4:2, 6:2, 6:1, 8:2, dependendo do potencial polinizador do macho, sendo que a maior quantidade de linhas é da linhagem fêmea e a menor da linhagem macho (Figura 2). O plantio das linhagens feminina e masculina é realizado

considerando a receita de produção do híbrido, garantindo a sincronia do florescimento feminino, estilo-estigma da linhagem fêmea e o florescimento masculino da linhagem macho que é o pendão, responsável por liberar o pólen. Nessa receita há o registro dos pesticidas, adubação, pontos fortes e pontos fracos de cada linhagem e a umidade adequada de colheita da linhagem fêmea para o melhor processamento na UBS (Bergonci *et al.* 2001).



Figura 2 – Proporções de fêmea x macho.

Em estágio de pré-florescimento, é realizada a retirada de todos os pendões em todas as plantas da linhagem fêmea, deixando somente os pendões da linhagem macho para que o seu pólen, polinize o estigma da linhagem fêmea. Após o fim da polinização a linhagem macho é triturada ou por roçadeira ou para silagem, permanecendo somente as linhas da fêmea para serem colhidas gerando a semente do híbrido (EMBRAPA 1980).

Segundo Oliveira *et al.* (1997) a produção de sementes de milho geralmente é feita por produtores cooperados, responsáveis por fornecer a área em condições adequadas para a semeadura, adubação de base, adubação de cobertura e por operações de semeadura, cobertura, pulverização e irrigação, com a supervisão de um colaborador da empresa contratante. A empresa contratante é responsável por fornecer a semente e os produtos químicos, fazer o despendoamento das fêmeas, para que seu estilo-estigma receba o pólen do macho e ocorra a fecundação e posteriormente, no final do florescimento, o corte da linhagem macho. A colheita e o transporte da produção também são de responsabilidade da contratante através das modalidades em granel ou em espigas. A mais recomendada para a produção de sementes é a em espigas, que garante melhor qualidade considerando germinação e vigor do híbrido.

A colheita na modalidade de espigas é realizada com máquinas espigadeiras, que não realizam o despalhem e debulha dos grãos. Após a conclusão da operação de colheita no campo as espigas são destinadas para a Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), onde é realizada o despalhe, debulha, secagem dos grãos, tratamento de semente e ensaque para a posterior comercialização. O transporte para o beneficiamento deve ser realizado rapidamente

por causa da alta umidade das espigas que geralmente são colhidas acima de 30% de umidade (Peske *et al.* 2012).

Um dos principais desafios enfrentados no setor de multiplicação de sementes híbridas de milho no Brasil é a importante crise hídrica em algumas das principais regiões produtoras como por exemplo Minas Gerais, e a forte concorrência em regiões como Paranapanema-SP, que é alternativa viável para produção de linhagens oriundas de climas temperados, considerando que o clima consiste em temperaturas mais amenas e auxilia principalmente no combate a pragas e doenças. Os principais estados com a grande maioria dos campos de produção de sementes de milho híbrido no Brasil são Minas Gerais e Goiás, com a maior concentração nos municípios de Cristalina-GO, Unaí-MG e Paracatu-MG em razão das boas condições de clima, solo, altitude e ao potencial de irrigação (Bergamaschi *et al.* 2004).

Os municípios de Cristalina-GO, Unaí-MG e Paracatu-MG, representam a maior área irrigada por pivô central do Brasil (Ana 2016).

## **2.5. Desempenho de Linhagens**

Para que fosse possível o aumento da produtividade da cultura do milho e disponibilizada a grande demanda pela cultura, o mercado de sementes desenvolveu vários híbridos através do melhoramento genético. Com isso, a cultura tornou-se mais rentável e a seleção em diferentes ambientes levou ao desenvolvimento de genótipos adaptados, contando com a realização de ensaios em locais que representem fidedignamente as condições ambientais de cada região (Ndhlela *et al.* 2014).

Adaptabilidade é a maneira que os genótipos comportam-se em determinado ambiente e o estudo de adaptabilidade é muito importante em qualquer programa de melhoramento. O ambiente compõe-se do conjunto de situações ou condições podendo ser representado por regiões, locais, épocas, manejo ou pela combinação de todas essas condições ao mesmo tempo (Cruz & Regazzi 1997).

De acordo com Ramalho *et al.* (1993) a interação genótipo x ambiente é de extrema importância quando submetidas as diversas variações ambientais, necessitando o estudo com resultados para tomada de decisão na recomendação quanto ao ambiente. Ele também relata que quanto maior o número de ambientes, maior a chance de um genótipo adaptar-se ao ambiente específico, bem como, de genótipos com adaptação mais ampla, podem não performar em alto potencial em ambientes inferiores. Para garantir uma recomendação com eficiência, é necessário reduzir o efeito da interação genótipos x ambientes, procurando recomendar materiais com melhor adaptabilidade nos ambientes considerados.

Segundo Gaussen & Bagnouls (1953), o Brasil por apresentar a maior parte do seu território situada nas regiões tropicais, possui grande vulnerabilidade às mudanças climáticas durante os meses proporcionando diferentes ambientes, podendo afetar significativamente a produção de sementes. Para algumas regiões que contam com estiagem de chuvas durante determinado período no ano, alguns meses podem ser classificados como secos. A definição indica que mês seco é considerado aquele em que o total mensal das chuvas é igual ou inferior ao dobro da temperatura média.

A época de semeadura tem maior efeito na produção de sementes do que qualquer outra técnica cultural. É importante a implantação da cultura de acordo com as características das plantas e considerando os elementos como temperatura, precipitação, radiação solar, ventos, geada e pressão de pragas e doenças, que exercem influência sobre todos os estágios da produção agrícola. Quando estas características fogem da regularidade, provocam efeitos críticos para o desenvolvimento das culturas (Ávila *et al.* 2003).

O comportamento das plantas é variado entre as diferentes épocas do ano, e expressam desempenho melhor em condições que favorecem a sua genética. As épocas de semeadura interferem de maneira significativa em todas as características fenológicas e nos componentes de produção do milho, e cultivares com maior estabilidade, apresentam maior adaptação (Bergamasch *et al.* 2014).

Neste sentido, as linhagens devem apresentar características positivas, através das avaliações realizadas, demonstrando que são adaptadas a região do estudo.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização**

O trabalho foi conduzido em área de cultivo dotada de sistema de irrigação por aspersão pivô central, safra de inverno 2022/22 no município de Montividiu, sudoeste do Estado de Goiás, com coordenadas geográficas de latitude 17°26'38,63" S, longitude 51°32'0,25" W e altitude de 960 metros (Figura 3). O clima do município é classificado como tropical, tendo como característica invernos secos e verões chuvosos, sendo que 80% das chuvas ocorrem no período de novembro a março, enquanto no restante do ano (maio a setembro) a umidade relativa do ar permanece abaixo de 70%. A temperatura média é de 23,3°C e precipitação anual aproximadamente de 1.247 milímetros (EMBRAPA 2022). O local escolhido para condução dos estudos é de grande importância na produção nacional de híbridos comerciais, com uma quantidade significativa de área irrigada, viabilizando a produção de sementes.

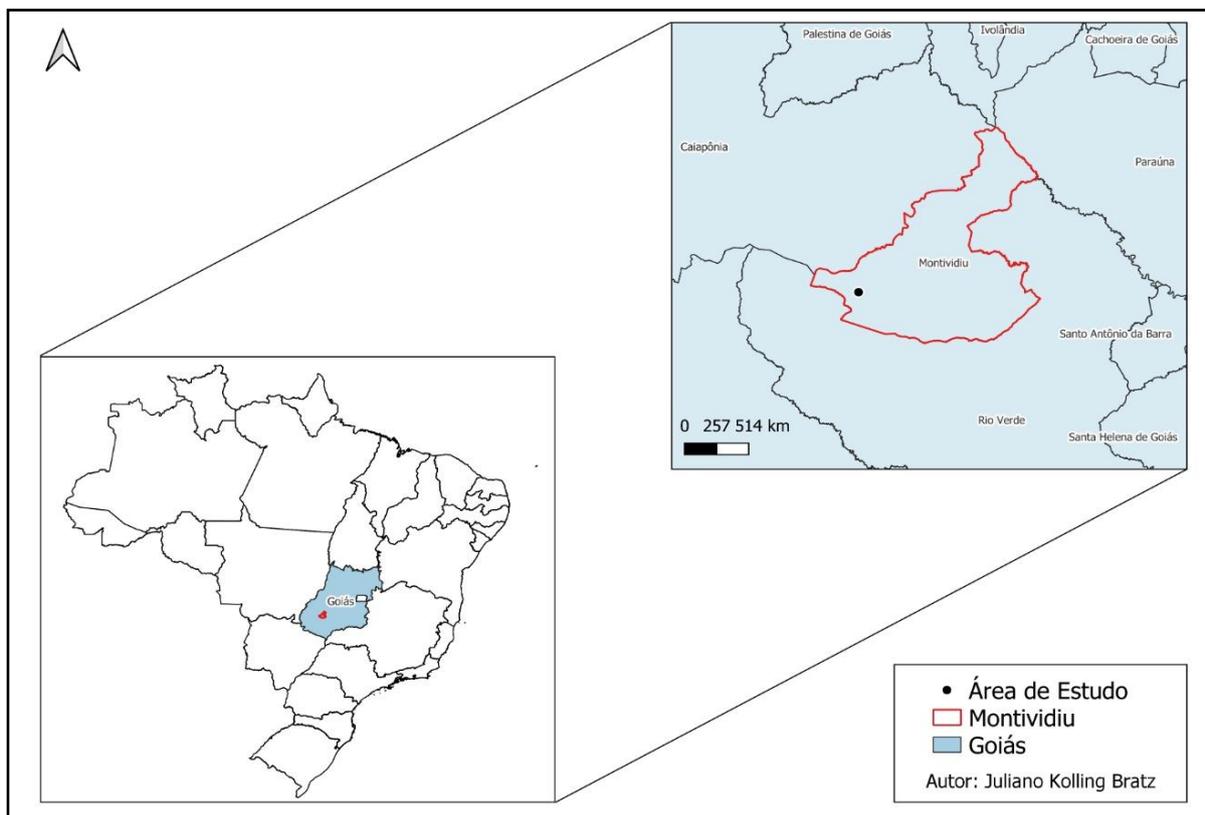


Figura 3 - Mapa de localização da área de implementação dos experimentos, Montividiu-GO.

### 3.2 Preparo do solo - Adubação e Manejo

A adubação foi efetuada com 160 kg/ha de potássio ( $K_2O$ ) aplicado pré-semeadura, enquanto nitrogênio (N) e fósforo ( $P_2O_5$ ) aplicados na base no momento da semeadura, com 20 kg/ha de N e 120 kg/ha de  $P_2O_5$  com o formulado 10-50-00. Foi realizada a complementação de N na cobertura dividido em duas vezes nos estádios V4 e V8 (100 kg/ha em cada). A adubação de base e cobertura foram padrão para todos os tratamentos e épocas. Quando necessário foi aplicado herbicida, inseticida e fungicida, conforme recomendações técnicas para cultura.

### 3.3. Semeadura

A semeadura das linhagens de milho foi realizada em três épocas, fevereiro, março e abril, em sistema de plantio direto realizada mecanicamente com semeadora de parcela sistema SB Máquinas.

### 3.4. Delineamento Experimental

Adotou-se o delineamento experimental blocos ao acaso, com três repetições para os ensaios de linhagens macho e quatro repetições para os ensaios de linhagem fêmea. A quarta repetição dos ensaios de fêmea foi exclusiva para avaliações de espigas. Cada parcela foi constituída de duas linhas (0,6 m entre elas) com cinco metros de comprimento, totalizando

6m<sup>2</sup>. Entre as parcelas foram implantados corredores de um metro de comprimento. Foram estudadas 20 linhagens fêmea e 24 linhagens macho de milho que compõem o banco germoplasma da empresa Syngenta Seeds e que geram seus híbridos comerciais.

### 3.5 Avaliações Agronômicas

As avaliações e análises foram realizadas seguindo o protocolo para caracterização de linhagens femininas e masculinas da Syngenta Seeds e foram desenvolvidas novas metodologias para melhoria dos resultados. As siglas são as referências utilizadas para identificação das avaliações no programa de dados utilizado globalmente pela empresa.

Avaliou-se características agronômicas ao decorrer do desenvolvimento da cultura, tais como:

a) **Vigor inicial das linhagens fêmeas e machos (SVGRR)** - Estádio V3 a V5, dando notas 1, 3, 5, 7 e 9 considerando a uniformidade e altura de plantas emergidas da parcela, sendo 1 para uniforme e 9 para muito desuniforme.

b) **Enrolamento de folhas no cartucho das linhagens fêmeas e machos (LSCRR)** - Observada a severidade da ocorrência do enrolamento de folhas no cartucho. Avaliação realizada por meio de notas no estágio de pré-florescimento (VT). As notas atribuídas de acordo com a escala abaixo (Figura 4), sendo 1 para a menor severidade e/ou ausência e 9 para a maior severidade, considerando o padrão da parcela.

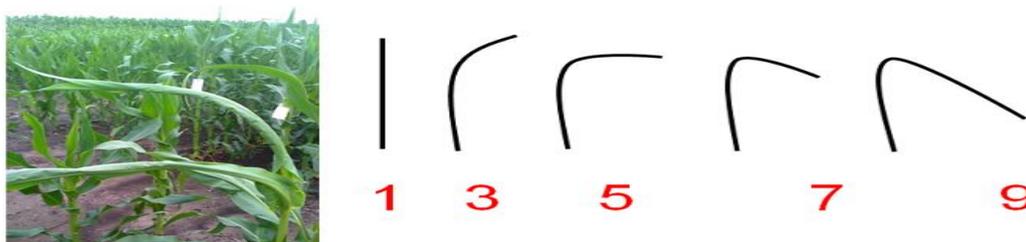


Figura 4 – Escala de enrolamento de folhas no cartucho.

c) **Liberação de pólen no cartucho das linhagens machos (SPOWR)** – Ao observar a intensidade de barreiras de folhas para a liberação de pólen ao ambiente, realizada entre 50% e 90% das plantas da parcela em florescimento estágio R1, por meio de notas 1, 3, 5, 7 e 9, sendo 1 para menor severidade e/ou ausência e 9 para maior severidade.

d) **Esqueletonização de pendão das linhagens machos (TSSKR)** - Em plantas que representam o padrão da parcela a avaliação realizada entre 50% e 90% do florescimento estágio R1, sendo:

1: Nenhuma planta na parcela com falta de glumas desenvolvidas no pendão;

- 3: Não mais que 10% com ausência de glumas desenvolvidas no pendão;
- 5: Não mais que 25% com ausência de glumas desenvolvidas no pendão;
- 7: Não mais que 50% com ausência de glumas desenvolvidas no pendão;
- 9: Mais de 50% com ausência de glumas desenvolvidas no pendão.

e) **Potencial de polinização do pendão das linhagens machos (PLQUR)** – Considerado a qualidade geral do pendão do macho: qualidade de anteras, densidade de anteras, volume de pólen produzido e capacidade de dispersão do pólen. Essa avaliação realizou mais próximo possível de 50% da parcela florescendo estágio R1. Escala utilizada de notas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9, com números inteiros, sendo 1 para melhor nota e/ou 9 para pior.

f) **Avaliação de enrolamento de estigma das linhagens fêmeas (PLSBR)** - A severidade da ocorrência de enrolamento do estigma na espiga observada em seis espigas da parcela da linhagem. Avaliação realizada no estágio R3, por meio de notas, sendo que a maior nota foi a que representa a parcela, em que:

Nota 1: Ausência;

Nota 3: Baixa presença;

Nota 5: Média Presença;

Nota 7: Alta presença;

Nota 9: Presença em toda a espiga, base e ponta.

g) **Doenças das linhagens fêmeas** - Para a avaliação de doenças ao identificar o patógeno e avaliar a severidade da doença conforme escala de notas contínuas de 1 a 9 (Tabela 1). Avaliação realizada no estágio de R2/R3. As doenças são: ANLBR: *Antracnose*, CRSTR: *Sorgho*, DLLFR: *Diplodia*, GRLSR: *Cercosporiose*, HELMR: *Turcicum*, LFSPR: *Phaeospharia*, SRSTR: *Polyssora*.

**Tabela 1** - Escala de notas para doenças foliares.

Nota	1	2	3	4	5	6	7	8	9
% sev	0	0-10	11-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	>70

h) **Complexo Mollicutes das linhagens fêmeas e machos (COSTR)** - Avaliação do complexo de enfezamento engloba o enfezamento vermelho (*Phytoplasma* sp.), o enfezamento pálido (*Spiroplasma kunkelli*) e o raiado fino (Maize rayado fino vírus – MRFV). A severidade do complexo de enfezamento foi avaliada por meio

de uma escala de notas de 1 a 9, descrita abaixo (Tabela 2). A avaliação deve ser realizada no estágio R2 nos machos e R3/R4 nas fêmeas.

Tabela 2 – Escala de notas de enfezamento para a avaliação de híbridos e linhagens de milho.

Escala de notas de enfezamento para a avaliação de híbrido e linhagens de milho			
Nota	Classificação	Classificação SPR	Escala linhagem
1	R	Menos sensível	Folhas: sem sintomas Plantas: sem redução de altura Espigas: sem redução de tamanho Morte de plantas: Não apresenta
2			Folhas: amareladas e/ou avermelhadas na parte superior da planta Plantas: sem redução de altura Espigas: sem redução de tamanho Morte de plantas: não apresenta
3	MR		Folhas: amareladas e/ou avermelhadas na parte superior da planta Plantas: Até 2% de plantas com redução de altura Espigas: Até 2% de espigas com redução de tamanho e/ou deformidades na palha Morte de plantas: não apresenta
4			Folhas: amareladas e/ou avermelhadas Plantas: 3 – 5% de plantas com redução de altura Espigas: 3 – 5% de espigas com redução de tamanho e/ou deformidades na palha Morte de plantas: até 2% de plantas mortas por enfezamento
5	MS	Sensível	Folhas: amareladas e/ou avermelhadas Plantas: 5 – 10% de plantas com redução de altura Espigas: 5 – 10% de espigas com redução de tamanho e/ou deformidades na palha Morte de plantas: 2 – 5% de plantas mortas
6			Folhas: amareladas e/ou avermelhadas Plantas: 11 – 20% de plantas com redução de altura Espigas: 11 – 20% de espigas com redução de tamanho e/ou não formadas Morte de plantas: 6 – 10% de plantas mortas
7	S		Folhas: amareladas e/ou avermelhadas Plantas: > 30% de plantas com redução de altura Espigas: > 30% de espigas com redução de tamanho e/ou não formadas Morte de plantas: 11 – 20% de plantas mortas
8			Folhas: amareladas e/ou avermelhadas Plantas: > 30% de plantas com redução de altura Espigas: > 30% de espigas com redução de tamanho e/ou não formadas Morte de plantas: 21% – 50% de plantas mortas
9			Folhas: amareladas e/ou avermelhadas Plantas: > 30% de plantas com redução de altura Espigas: > 30% de espigas com redução de tamanho e/ou não formadas Morte de plantas: > 50% de plantas mortas

i) **Planta dominada das linhagens fêmeas (OFTPN)** - Foram consideradas dominadas, plantas que sofreram competição intraespecífica, resultando em plantas de menor altura, área foliar e produção. Contagem do número de plantas dominadas (raquíticas) da parcela, avaliadas após o florescimento estágio R2.

j) **Planta sem espiga das linhagens fêmeas (BRRNN)** - Quantificado o número de plantas com desenvolvimento uniforme, porém com abortamento de espigas na parcela desconsiderando plantas dominadas em estágio R4.

k) **Acamamento das linhagens fêmeas - (LRTLN)** - Contagem do número de plantas que acamaram, impossibilitadas de colheita mecanizada. A avaliação de acamamento tardio, dada pelo número de plantas acamadas dentro da parcela em estágio R6.

l) **Quebramento de colmo das linhagens fêmeas (STKLN)** - Contagem do número de plantas que quebraram o colmo abaixo da espiga em estágio R6.

m) **Empalhamento de espiga das linhagens fêmeas (HSKCR)** - Avaliação de empalhamento e ponteira de espigas expostas em estádio R6, sendo:

1= Nenhuma planta na parcela com ponteira exposta;

3= Não mais que 10% das plantas na parcela com abertura na ponta da espiga;

5 = Não mais que 25% das plantas na parcela com abertura na ponta da espiga;

7 = Não mais que 50% das plantas na parcela com abertura na ponta da espiga;

9 = Mais de 50% das plantas na parcela com abertura na ponta da espiga.

n) **Umidade de colheita por parcela das linhagens fêmeas (GMSTP)** – Para umidade da amostra medida utilizou-se um determinador de umidade após a colheita e debulha.

o) **Peso de grãos por parcela das linhagens fêmeas (GWTPN)** – Com o auxílio de uma balança, pesaram as amostras utilizando a medida em kg após a colheita e debulha.

p) **PMS por parcela das linhagens fêmeas (K1KMN)** – Realizaram o peso de 1000 sementes de cada amostra após a colheita e debulha.

q) **Correção da umidade por parcela das linhagens fêmeas (YGSAN)** - Para 13% (Ajuste de Umidade – Produtividade/ha):  $((100-GMSTP)/87)*((GWTPN*10000)/6m^2)$

### **3.6. Análise de Dados**

#### **3.6.1. Desempenho de linhagens fêmeas**

✓ **Análise estatística das linhagens fêmeas** - Foi realizado análise de variância e comparação de médias por intervalo de confiança.

#### **3.6.2. Desempenho de linhagens machos.**

✓ **Classificação de linhagens machos** - Avaliação de classificação de linhagens machos foi baseada na avaliação de PLQR: Potencial de polinização de pendão.

Tabela 3 - Classificação de potencial de polinização de linhagens machos.

PLQUR	CLASSIFICAÇÃO
1	Muito Bom
2	
3	Bom
4	
5	Médio
6	Ruim
7	Muito Ruim
8	
9	

✓ **Índice de classificação de risco de linhagens machos** - Quanto maior a média da avaliação obtida em campo, maior será a penalização do material.

Tabela 4 – Índice de classificação de risco de linhagens machos.

COSTR		TSSKR		SPOWR	
Penalização	Média avaliação	Penalização	Média avaliação	Penalização	Média avaliação
0	1	0	1	0	1
0	2	0	3	0	3
10	3	5	5	5	5
10	4	15	7	15	7
20	5	35	9	35	9
20	6				
35	7				
35	8				
35	9				

COSTR: Complexo mollicutis; TSSKR: Esqueletonização de pendão; SPOWR: Liberação de pólen no cartucho.

✓ **Classificação de risco de linhagens machos** - A classificação de risco de linhagens machos é resultado do somatório das penalizações (Tabela 4).

Tabela 5 – Índice de penalização de linhagens machos.

Total Penalização	Classificação
$\leq 5$	Sem Risco
$>5$ e $\leq 15$	Ligeiramente arriscado
$>15$ e $\leq 25$	Risco Médio
$>25$ e $\leq 35$	Arriscado
$>35$	Muito Arriscado

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Desempenho de Linhagens Fêmea

#### 4.1.2. Produtividade

A análise de variância foi significativa para rendimento de sementes considerando os efeitos de linhagens fêmea, época de semeadura e interação, com média geral de 247,8 sacas  $ha^{-1}$  e coeficiente de variação de 24,6% (Tabela 6). Os resultados demonstram que há variabilidade genética para explorar a especificidade de linhagens para posicionamento da época de semeadura. Para a época de semeadura em abril não foram obtidos dados qualitativos e de colheita. O experimento não se desenvolveu devido as condições de geadas, baixas temperaturas e pressão de pragas enfrentadas, sendo esta época não considerada na análise e discussão dos dados.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para rendimento de sementes (sacas de 60 mil sementes  $ha^{-1}$ ) de 20 linhagens fêmea de milho avaliadas em duas épocas de semeadura.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado médio
Bloco	2	3025.56
Linhagem	19	39356.56**
Época	1	1143255**
Linhagem x Época	19	11989.77**
Resíduo	76	3705.29
Total	119	-
Média Geral	-	247.76
Coeficiente de variação (%)	-	24.57

\*\* Significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F.

Os experimentos sofreram durante o ciclo com ataque de pragas e condições climáticas variadas, apresentando alta significância em seu coeficiente de variação para os resultados de produtividade de grãos (Tabela 6). Clovis *et al.* (2015), encontraram um coeficiente de variação de 24,2% para as variáveis respostas de produtividade de grãos em linhagens. Ribeiro *et al.* (2020), obtiveram coeficientes de variação variando de 15,57% a 32,82%. Contudo, é um resultado esperado, visto que em experimentos de linhagens de milho geram valores elevados de CV, originários dos efeitos negativos da endogamia que acarretam maior variância residual e menores médias.

Os estudos de desempenho dos cultivos são fundamentais para definição de estratégias de manejo, sendo a época de semeadura uma das decisões mais relevantes, pois define a

condições disponíveis de luz, água e nutrientes. As mudanças climáticas estão entre os principais influenciadores do crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultura no campo. Condições contrárias as ideais, alteram parâmetros de crescimento (área folhar, acúmulo de biomassa, taxa fotossintética, transpiração e uso eficiente da água). A interação genótipo x ambiente bem estipulada é fundamental na determinação do rendimento potencial do milho, considerando que a fase de crescimento vegetativo depende de temperaturas ideais para a cultura, sobretudo tratando de linhagens (Ben- asher *et al.* 2008 & Sonoj *et al.* 2016).

A partir dos resultados de produtividade em função da época de semeadura (Figura 5), observa-se que as condições ambientais do mês de fevereiro proporcionaram maior rendimento, com média de 345,4 sc ha<sup>-1</sup>, valor cerca de 130% superior ao rendimento com implantação em março, com média de 150,2 sc ha<sup>-1</sup>.

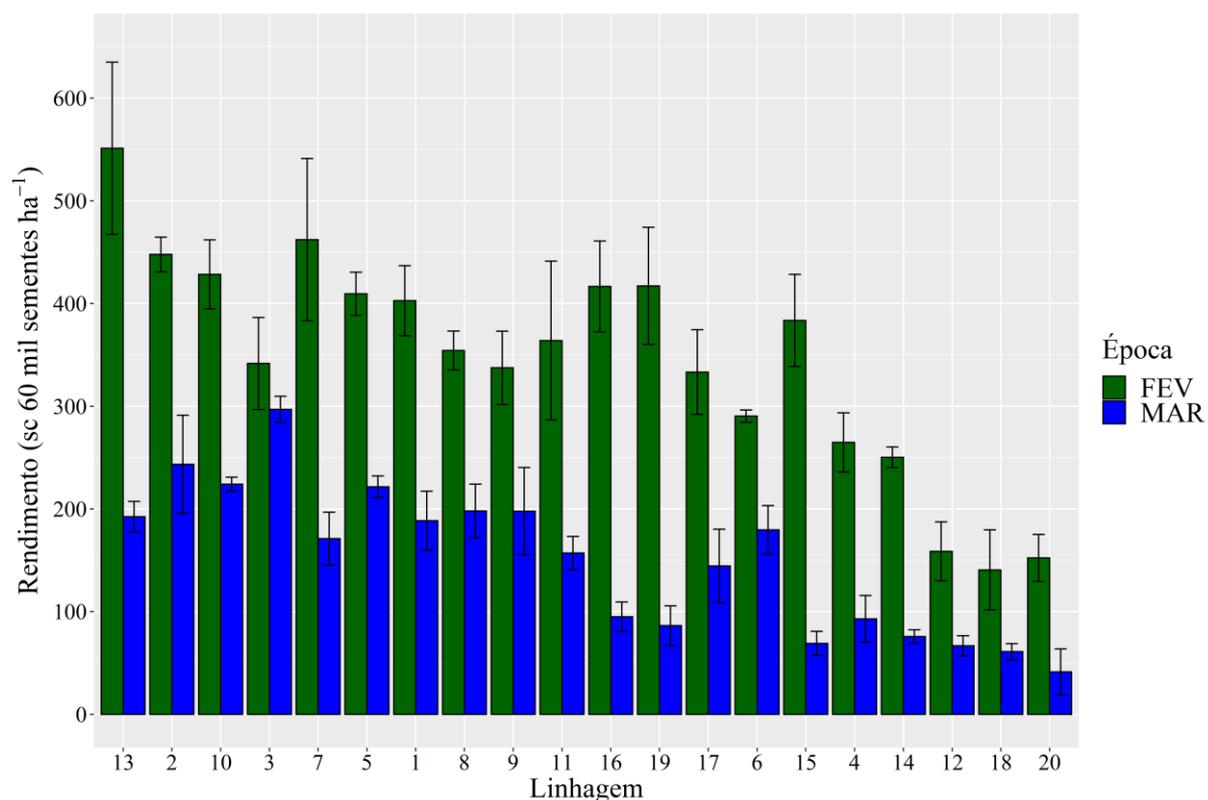


Figura 5 - Rendimento de sementes (sacas de 60 mil sementes ha<sup>-1</sup>) de 20 linhagens fêmea de milho avaliadas em duas épocas de semeadura.

De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia INMET (1991 – 2020), o Estado de Goiás possui estação chuvosa bastante definida, logo, as temperaturas médias do ar e precipitações pluviométricas variam entre os meses e são determinantes para a agricultura (Figura 6). Com base nisso, nota-se que os meses de outubro a março são caracterizados por temperaturas mais elevadas e com alto volume de chuvas, enquanto durante a estação seca (abril a setembro) ocorrem estresses por déficit hídrico e baixas temperaturas.

A análise das normais climatológicas de Montividiu-GO corrobora com os resultados obtidos, sendo que a época de semeadura em fevereiro coincidiu com condições ambientais favoráveis para o crescimento vegetativo, além de ausência de estresse térmico durante a antese, contribuindo para maior rendimento de sementes nesta época. Para março, houve condições favoráveis no início do crescimento vegetativo, porém durante a antese as temperaturas mais baixas implicaram em menor rendimento de sementes. Neste contexto, para a época de abril, foi observada condições restritivas de temperatura e maior amplitude térmica, coincidentes tanto com a fase vegetativa como reprodutiva, implicando no não desenvolvimento das linhagens para esta época. O ideal para o desenvolvimento do milho é uma temperatura entre 10 e 32°C (Renato *et al.* 2013).

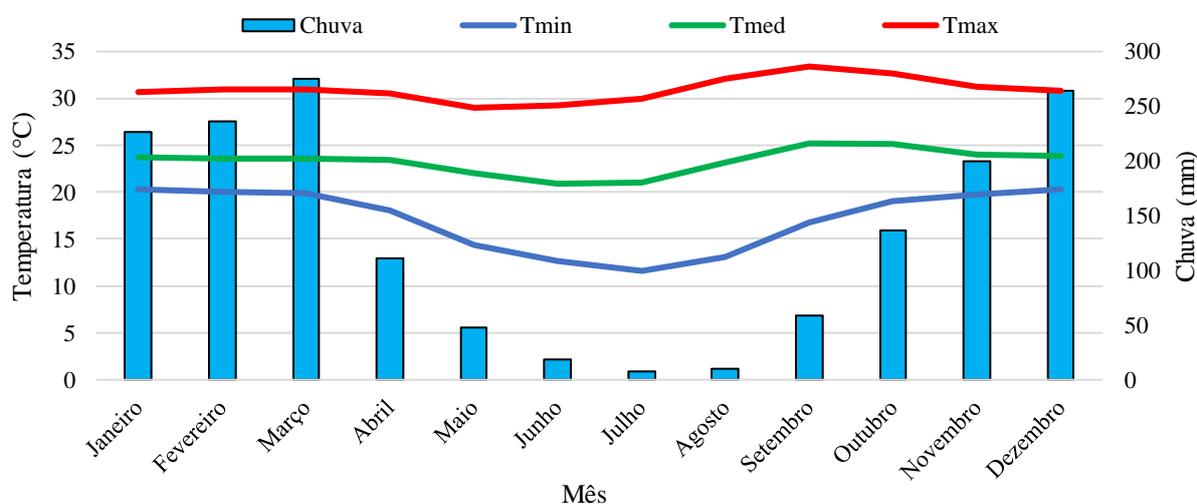


Figura 6 - Normais climatológicas (1991 – 2020) para chuva (mm), temperatura mínima, média e máxima para região de Montividiu-GO. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Associado a variabilidade das condições ambientais, outro fator preponderante que contribuiu para a redução de rendimento para época de março e o não desenvolvimento do experimento de abril, foi o aumento significativo da pressão de cigarrinhas-do-milho a partir de junho (*Dalbulus maidis*) (Figura 7), elevando os danos de enfezamento nas linhagens.

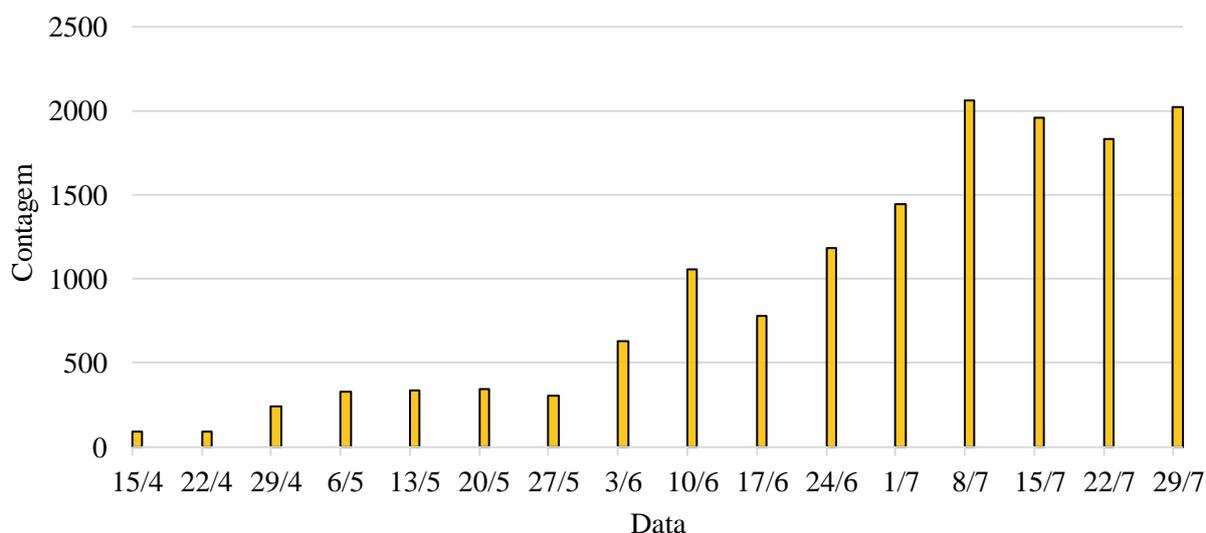


Figura 7 - Número total de cigarrinhas-de-milho (*Dalbulus maidis*) em três armadilhas amarelas adesivas nos experimentos nas três épocas de semeadura.

O cultivo de milho na safrinha, com variadas janelas e datas de semeadura, favorece o aumento de cigarrinhas e patógenos, concentrando maior população nos semeios realizados tardiamente, sofrendo migração das lavouras semeadas precocemente (Sabato *et al.* 2016). Segundo Oliveira *et al.* (2017) a cigarrinha-do-milho é uma das principais pragas da atualmente na cultura e pode causar danos graves as lavouras, principalmente quando há muita pressão na fase vegetativa.

A partir dos resultados de produtividade em função da época de semeadura (Figura 1), observa-se que em fevereiro oito linhagens femininas 1, 2, 5, 7, 10, 13, 16 e 19 apresentaram destaque para rendimento de sementes, com valores médios superiores a 400 sc ha<sup>-1</sup>. Para o mês de março, a linhagem feminina 3 apresentou maior rendimento, com média de 297,1 sc ha<sup>-1</sup>, não apresentando diferença estatística comparada ao mês de fevereiro (341,7 sc ha<sup>-1</sup>). Em fevereiro mesmo as linhagens femininas com menor desempenho, como 12, 18 e 20, obtiveram bons resultados, tratando-se de linhagens, que são menos produtivas, com produtividade próxima aos 150 sc ha<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes foram encontrados por Martins (2016), com peso de 6116,97 kg.ha<sup>-1</sup>, aproximadamente 392 sc ha<sup>-1</sup> de 60.000 sementes, na região de Iraí de Minas-MG.

O milho é uma planta alógama e por apresentar alta expressão de heterose é explorada comercialmente através do cultivo de híbridos F1, portanto, as sementes são oriundas de linhagens com alto nível endogâmico, causando menor vigor, menor adaptabilidade e estabilidade produtiva (Guimarães *et al.* 2018).

No mês de março as linhagens femininas 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13 e 17 apresentaram maior rendimento de sementes, com média superior a 140 sc ha<sup>-1</sup>, enquanto as

demais linhagens 4, 12, 14, 15, 16, 18, 19 e 20 não performaram nesta época, apresentando produtividades médias abaixo de 100 sc ha<sup>-1</sup> (Figura 5).

As linhagens femininas testadas no experimento de fevereiro, alcançaram ótimos resultados de produtibilidade. Para o experimento semeado em março houve grande redução de performance com 60% das linhagens com bons resultados, pensando principalmente em melhor distribuição dos campos, com uma janela de semeio maior, e capacidade de recebimento da UBS (Unidade de Beneficiamento de sementes).

#### **4.1.3. Avaliações de Campo**

As linhagens femininas 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15 e 18 apresentaram um número elevado de plantas dominadas (OFTPN) principalmente na época de fevereiro. O elevado número de plantas dominadas prejudica a produção de grãos, Mondo *et al.* (2011) observaram que plantas originárias de lotes de sementes de baixo vigor, dominadas pelas plantas de alto vigor refletem negativamente na produção por planta. Na avaliação de enrolamento de estigma na espiga (PLSBR), foi observado que as linhagens femininas 2, 6, 15, 16, 17 e 18 apresentaram maior severidade para o experimento de março. Abortamento de espigas (BRRNN) foi observado nas linhagens 12 e 15, para as épocas de fevereiro e março, respectivamente. A época de março proporcionou maior índice de acamamento (LRTLN) de plantas para as linhagens femininas 1, 7, 11, 13, 14, 17, 19 e 20, enquanto nesta mesma condição as linhagens femininas 4, 6, 9 e 19 apresentaram maior intensidade de quebraimento de colmo (STKLN). A linhagem feminina 14 apresentou empalhamento de espiga (HSKCR) ruim em ambas as épocas de semeadura, sendo esta característica importante para evitar a entrada de patógenos prejudiciais a qualidade do grão (Tabela 7).

Grãos ardidos podem estar correlacionados a genética da planta, fatores ambientais, manejo ou a própria morfologia, sendo que características de espigas como o empalhamento podem influenciar a entrada de patógenos (Almeida *et al.* 2005 & Hermanns *et al.* 2006).

Tabela 7 - Características qualitativas e quantitativas / Caracterização agrônômica de 20 linhagens fêmea avaliadas em duas épocas de semeadura.

Linhagens	SVGRR <sup>1</sup>		LSCRR <sup>2</sup>		OFTPN <sup>3</sup>		PLSBR <sup>4</sup>		BRRNN <sup>5</sup>		LRTLNL <sup>6</sup>		STKLN <sup>7</sup>		HSKCR <sup>8</sup>		Soma		Geral
	F <sup>9</sup>	M <sup>10</sup>	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	
1	2	1	1	1	1	5	1	3	0	0	1	8	0	2	1	1	7	21	28
2	1	1	1	1	2	2	3	7	0	0	1	2	1	1	1	1	10	15	25
3	1	1	1	1	1	4	3	1	0	0	0	0	1	0	3	3	10	10	20
4	1	2	1	1	1	4	1	1	0	3	5	3	0	5	1	1	10	20	30
5	1	1	1	1	7	5	3	1	0	1	0	4	2	3	1	1	15	17	32
6	1	1	1	1	10	3	5	7	0	0	2	3	1	6	1	1	21	22	43
7	1	1	2	3	6	3	1	3	1	0	2	10	3	4	1	1	17	25	42
8	1	1	3	1	8	4	1	3	1	0	0	7	2	2	1	1	17	19	36
9	1	1	3	1	4	2	1	3	1	0	0	6	4	6	1	1	15	20	35
10	1	2	3	1	5	3	1	3	1	0	0	7	2	4	1	1	14	21	35
11	1	1	3	2	2	2	1	3	0	0	3	12	1	1	1	1	12	22	34
12	1	1	1	1	15	6	1	3	5	0	3	8	3	0	1	1	30	20	50
13	1	1	3	1	9	2	3	3	1	0	4	16	0	1	1	1	22	25	47
14	1	1	1	1	8	4	1	1	2	1	4	11	4	4	7	7	28	30	58
15	1	1	1	1	7	6	7	9	1	5	1	5	0	1	1	1	19	29	48
16	1	1	1	1	4	5	3	9	0	1	2	7	0	1	1	1	12	26	38
17	1	1	1	1	3	3	1	9	0	0	4	14	1	2	1	1	12	31	43
18	2	1	2	1	7	2	7	9	2	0	6	9	2	0	1	1	29	23	52
19	1	1	1	1	2	1	1	3	1	0	5	19	5	2	1	1	17	28	45
20	1	1	1	1	2	2	1	3	0	2	1	11	0	1	1	1	7	22	29

<sup>1</sup>SVGRR: Vigor inicial; <sup>2</sup>LSCRR: Enrolamento de Folha no cartucho; <sup>3</sup>OFTPN: Plantas dominadas; <sup>4</sup>PLSBR: Enrolamento do estigma; <sup>5</sup>BRRNN: Planta sem espiga; <sup>6</sup>LRTLNL: Acamamento; <sup>7</sup>STKLN: Quebramento de colmo; <sup>8</sup>HSKCR: Empalhamento espiga. <sup>9</sup>F: Semeio em fevereiro; <sup>10</sup>M: Semeio em março.

A linhagem feminina 3 obteve desempenho superior, considerando de modo geral as avaliações quantitativas e qualitativas (Tabela 7). Os resultados de vigor e enrolamento de folha no cartucho não foram significativos, sem danos em ambas as épocas. O enrolamento do estigma na espiga traz prejuízos para a granação, principalmente na ponteira, sendo uma característica comum encontrada em linhagens de milho e muitas vezes influenciadas pela temperatura.

As linhagens com abortamento de espiga, têm os resultados de grãos prejudicados por influência ambiental ou genética. Otegui (1995) estudando prolificidade em híbridos observou abortamento de espigas, possivelmente por causa de influência ambiental. Os números elevados de acamamento de plantas e quebramento de colmo, traz um ponto de atenção para melhor

escolha das áreas, com condições que não favoreçam esses resultados. Solos descompactados e nutricionalmente equilibrados contribuem para o melhor enraizamento das plantas. Mundialmente na produção de milho são estimadas perdas anuais de 5 a 20% fruto do acamamento e do quebramento do colmo (Instituto FNP 2007). Bertasello *et al.* (2020) encontraram índices acima da média para acamamento e quebramento de plantas, afetando diretamente em baixa produtividade de grãos em relação aos genótipos testados, e os genótipos que apresentaram as menores produtividades estão correlacionados com alto índice de plantas acamadas e quebradas.

#### **4.1.4. Incidência e Severidade de Doenças**

Em relação as características de incidência e severidade de doenças, as linhagens femininas 7 e 14 apresentaram maiores médias de notas para enfezamento (COSTR) para época de março, enquanto as demais 18 linhagens mostraram-se tolerantes para ambas as épocas. A linhagem feminina 12 apresentou sintomas mais severos de antracnose (ANLBR) para as duas épocas, enquanto as linhagens 2 e 4 obtiveram valores superiores para nota de cercosporiose (GRLSR), para época de fevereiro e março, respectivamente. Neste sentido, o semeio das linhagens 7 e 14 demandam maior atenção para a época de março por causa da sensibilidade ao enfezamento, enquanto as linhagens femininas que sofreram com antracnose e cercosporiose possibilitam estratégias de manejo de solo e fungicida, visto que, comparativamente, o enfezamento possui maior limitação de controle comparado às demais doenças da cultura do milho. Para o restante das avaliações de doenças, não houve diferença significativa entre as linhagens e épocas (Tabela 8).

Tabela 8 - Incidência e severidade de doenças de 20 linhagens fêmea avaliadas em duas épocas de semeadura.

Linhagem	COSTR <sup>1</sup>		ANLBR <sup>2</sup>		CRSTR <sup>3</sup>		DLLFR <sup>4</sup>		GRLSR <sup>5</sup>		HELMR <sup>6</sup>		LFSPR <sup>7</sup>		SRSTR <sup>8</sup>		Soma		
	F <sup>9</sup>	M <sup>10</sup>	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	Geral
1	1	2	3	3	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	11	12	23
2	1	2	2	2	1	1	1	1	5	3	2	2	1	1	1	1	14	13	27
3	2	4	3	3	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	12	14	26
4	1	2	3	3	1	1	1	1	4	5	3	3	1	1	1	1	15	17	32
5	1	4	2	3	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	11	15	26
6	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	9	9	18
7	1	5	2	1	1	1	1	1	3	3	4	3	1	1	1	1	14	16	30
8	1	3	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	10	12	22
9	2	3	3	3	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	13	14	27
10	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	10	11	21
11	2	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	11	11	22
12	1	3	6	6	1	1	1	1	3	3	1	2	1	1	1	1	15	18	33
13	1	3	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	9	11	20
14	1	6	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	10	15	25
15	1	3	3	3	1	1	1	1	4	3	1	1	1	1	1	1	13	14	27
16	1	3	2	2	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	11	13	24
17	1	2	4	3	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	12	12	24
18	1	4	1	2	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	11	15	26
19	2	4	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	10	12	22
20	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	11	11	22

<sup>1</sup>COSTR: Enfezamento; <sup>2</sup>ANLBR: Antracnose; <sup>3</sup>CRSTR: Sorghi; <sup>4</sup>DLLFR: Diplodia; <sup>5</sup>GRLSR: Cercosporiose; <sup>6</sup>HELMR: Turcicum; <sup>7</sup>LFSPR: Phaeospharia; <sup>8</sup>SRSTR: Polissora; <sup>9</sup>F: Semeio em fevereiro; <sup>10</sup>M: Semeio em março.

Semeada em condições diversas a cultura encontra-se exposta a diversos patógenos causadores de doenças fúngicas, que causam danos e redução a área foliar, prejudicando a fotossíntese e translocação dos nutrientes essenciais, proporcionando danos diretos e indiretos, em especial sobre a produtividade (Gomes *et al.* 2011). Segundo Nihei & Ferreira (2012), independente das linhagens apresentarem alto valor genético, devem ser avaliadas, por apresentar suscetibilidade às principais doenças foliares, prejudicando seu próprio desempenho, além da resistência genética a ser herdada pelos híbridos.

## **4.2. Desempenho de Linhagens Macho**

### **4.2.1. Avaliações Qualitativas**

As linhagens macho 3, 14, 20 e 21 apresentaram destaque em ambas as épocas de semeadura (fevereiro e março), considerando de modo geral todas as variáveis em conjunto, as quais são importantes para caracterizar o potencial de uma linhagem como polinizadora. As linhagens masculinas 1, 18 e 22 apresentaram maior esqueletonização (TSSKR) em ambas as épocas, enquanto a linhagem 11 em fevereiro e as linhagens 2, 10, 15 e 19 em março, apresentaram mesmo comportamento com maior esqueletonização, podendo impactar diretamente a estrutura do pendão, diminuindo muito o seu tamanho, sem hastes em que se encontram as glumas e conseqüentemente as anteras que abrigam o pólen. Para liberação de pólen no cartucho (SPOWR) os machos 2, 8 e 23 apresentaram barreira física em fevereiro e março, os machos 9 e 13 somente em fevereiro e os machos 6, 16, 18 e 19 em março. As avaliações apontaram que o macho 23 em ambas as épocas e os machos 6, 8, 10, 11, 15, 16 e 18 em março, expressaram complexo de enfezamento (COSTR) com sintomas mais intensos (Tabela 9).

Tabela 9 - Média das características qualitativas de 24 linhagens macho avaliadas em duas épocas de semeadura.

Linhagem	SVGRR <sup>1</sup>		LSCRR <sup>2</sup>		TSSKR <sup>3</sup>		SPOWR <sup>4</sup>		COSTR <sup>5</sup>		Soma		
	F <sup>6</sup>	M <sup>7</sup>	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	Geral
1	1	1	1	1	5	7	3	3	1	4	11	16	27
2	1	1	1	1	3	5	5	7	1	2	11	16	27
3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	3	5	9	14
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	5	8	13
5	1	1	1	1	1	3	2	3	2	4	7	12	19
6	1	1	1	1	1	1	2	5	2	6	7	14	21
7	1	1	1	1	4	4	3	3	1	4	10	13	24
8	1	1	1	1	1	3	5	5	3	8	11	18	29
9	1	1	1	1	3	4	5	3	1	3	11	12	23
10	1	1	1	1	4	5	1	2	2	7	9	16	25
11	1	1	1	1	6	3	2	4	4	7	14	16	30
12	1	1	1	1	3	3	3	3	1	4	9	12	21
13	1	1	1	1	1	2	5	3	1	4	9	11	20
14	1	1	1	1	2	2	3	1	1	3	8	8	17
15	1	1	1	1	3	6	3	2	1	5	9	16	25
16	1	1	1	1	2	3	3	5	1	8	8	18	25
17	1	1	1	1	2	2	4	4	1	3	9	11	20
18	1	1	1	1	7	6	3	5	1	5	13	18	31
19	1	1	1	1	3	7	3	5	1	4	9	18	27
20	1	1	1	1	3	3	3	3	1	3	9	11	20
21	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	5	8	13
22	1	1	1	1	5	6	1	4	1	3	9	14	23
23	1	1	1	1	2	3	5	5	6	8	15	18	33
24	1	1	1	1	3	4	3	1	1	3	9	10	19

<sup>1</sup>SVGRR: Vigor inicial; <sup>2</sup>LSCRR: Enrolamento de folha no cartucho; <sup>3</sup>TSSKR: Esqueletonização; <sup>4</sup>SPOWR: Barreira física do pendão; <sup>5</sup>COSTR: Enfezamento; <sup>6</sup>F: Semeio em fevereiro; <sup>7</sup>M: Semeio em março.

O vigor das parcelas dos machos (SVGRR) apresentou notas que não indicaram nenhum problema, garantindo o arranque inicial das plantas e a boa qualidade da semente. Quanto ao enrolamento de folhas no cartucho (LSCRR) que poderia atrapalhar a abertura do pendão, característica genética de algumas linhagens que se intensifica de acordo com a temperatura, também não se manifestou em nenhum material. O vigor é uma característica importante para as sementes, que interfere no crescimento e tolerância às situações de estresse (Sun *et al.* 2007).

Para liberação de pólen no cartucho é possível escolher a melhor época, com exceção dos machos 2, 8 e 23. Complexo de enfezamento pode-se solucionar com posicionamento ideal de janela de semeadura, evitando o macho 23, que apresentou nota muito alta nos dois experimentos.

#### **4.2.2. Classificação de Potencial de Pendão e Penalização**

As linhagens masculinas 3, 4, 5, 13, 14, 20 e 21 apresentaram características ideais de pendão, com boa qualidade de pólen, sem barreiras folhares para a dispersão desse pólen, tolerância a enfezamento, estrutura com todas as glumas presentes e baixo risco. Neste contexto, apenas para a semeadura de fevereiro, as linhagens masculinas 6, 7, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 22 e 24 obtiveram bom potencial e baixo risco. A linhagem masculina 19 mostrou-se com potencial médio e de baixo risco para semeio em fevereiro, enquanto as linhagens masculinas 7, 9, 12 e 17 demonstraram tal comportamento para época de março. As linhagens masculinas que alcançaram resultados ruins, em pelo menos uma das épocas, tornando-as inviável para produção naquele período foram 1, 2, 6, 8, 10, 11, 15, 16, 18, 19, 22, 23 e 24 (Tabela 10).

Tabela 10 - Média Potencial do Pendão e Índice de Penalização para 24 linhagens macho avaliadas em duas épocas de semeadura.

Linhagem	PLQUR <sup>1</sup>				Índice de Penalização			
	FEV <sup>2</sup>	Classe	MAR <sup>3</sup>	Classe	FEV	Classe	MAR	Classe
1	6	R	7	MR	5	SR	25	RM
2	6	R	7	MR	5	SR	15	LA
3	3	B	2	MB	0	SR	10	LA
4	3	B	3	B	0	SR	10	LA
5	2	MB	2	MB	0	SR	10	LA
6	2	MB	7	MR	0	SR	25	RM
7	4	B	5	M	3	SR	13	LA
8	6	R	8	MR	15	LA	40	MA
9	4	B	5	M	5	SR	12	LA
10	3	B	8	MR	5	SR	40	MA
11	7	MR	6	R	18	RM	38	MA
12	3	B	5	M	0	SR	10	LA
13	3	B	3	B	5	SR	10	LA
14	2	MB	4	B	0	SR	10	LA
15	4	B	7	MR	0	SR	32	A
16	2	MB	6	R	0	SR	40	MA
17	2	MB	5	M	2	SR	12	LA
18	6	R	6	R	15	LA	37	MA
19	5	M	7	MR	0	SR	30	A
20	2	MB	3	B	0	SR	10	LA
21	1	MB	3	B	0	SR	0	SR
22	4	B	6	R	5	SR	20	RM
23	6	R	7	MR	25	RM	40	MA
24	4	B	6	R	0	SR	13	LA

<sup>1</sup>PLQUR: Potencial polinizador do pendão; <sup>2</sup>FEV: Fevereiro; <sup>3</sup>MAR: Março. (MB: Muito bom; B: Bom; M: Médio; R: Ruim; MR: Muito ruim) (SR: Sem risco; LA: Ligeiramente arriscado; RM: Risco médio; A: Arriscado; MA: Muito arriscado).

A avaliação de potencial polinizador do macho é a mais importante na caracterização de uma linhagem destinada como macho polinizador em um programa de melhoramento, em que é avaliada a intensidade do volume de pólen, tamanho e estrutura geral do pendão. De acordo com Koshima (2009), quantidade, qualidade e viabilidade do pólen favorecem a boa polinização.

#### 4.2.3. Índice Potencial de Pendão

Para época de fevereiro observa-se a classificação de índice potencial como “muito bom” e “bom” de 7 e 10 linhagens, respectivamente, enquanto para o mês de março estas duas classes há somente 7 linhagens (Figura 8). Estes resultados são relevantes para o planejamento de produção, referem-se ao número de linhagens disponíveis para hibridação nos campos de produção. As linhagens masculinas com classificação muito bom, bom e médio para potencial e até risco médio para penalização, ainda possuem segurança de produção sendo possível assumir pequenos riscos que são peculiares quando o propósito é produção de sementes de milho, e a atividade é sempre baseada na minimização desses riscos, e sempre estão presentes nos campos. Quantidade e viabilidade do pólen, favorecem a boa polinização da linhagem fêmea, essencial para a granação completa da espiga (Koshima 2009).

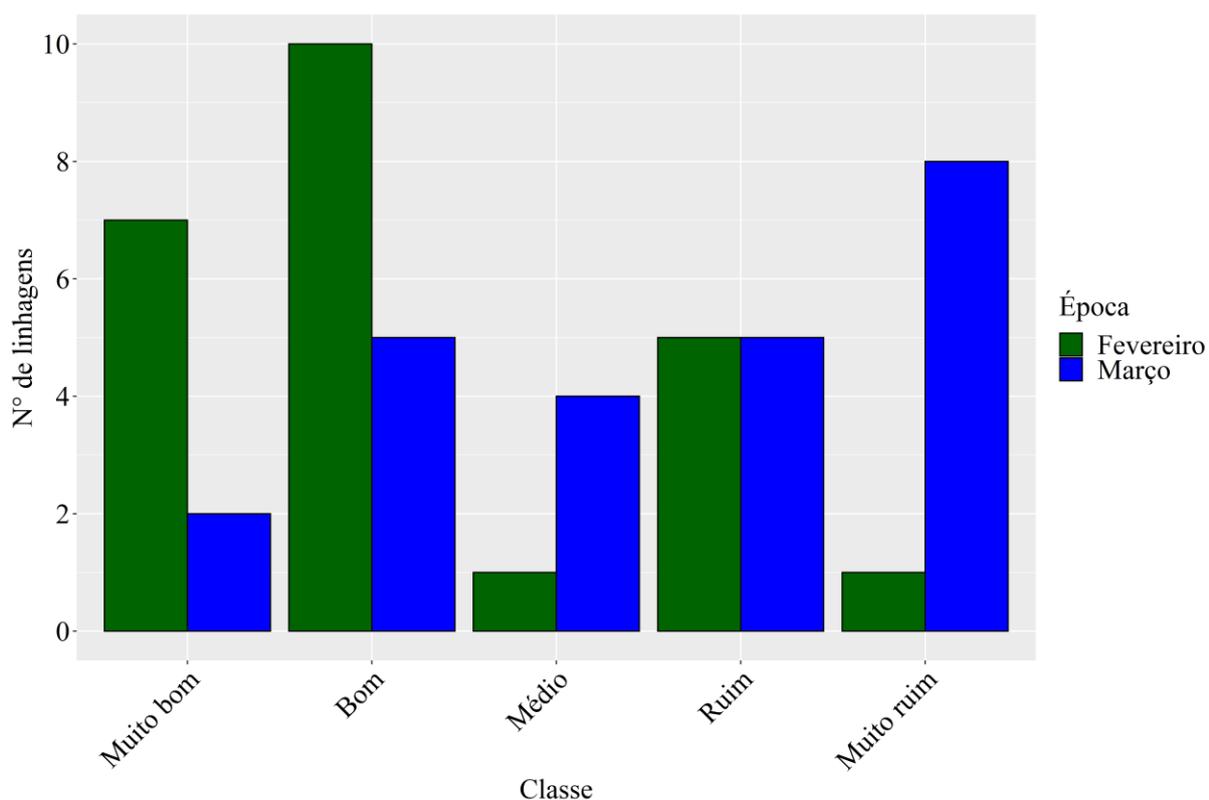


Figura 8 - Frequência de linhagens para diferentes classes de potencial polinizador de 24 linhagens macho avaliadas em duas épocas de semeadura.

A partir da distribuição das linhagens em relação ao potencial é possível identificar o destaque de qualidade para época de fevereiro, e 18 destas com qualidade entre “muito bom” e “médio”, podendo ser alocadas em possíveis campos de produção na região. Entretanto, para época de março, apenas 11 linhagens masculinas estão nesta classificação, também aptas a semeio na região. Neste sentido, observando-se a classificação de potencial inferior (entre “ruim” e “muito ruim”), foram observadas 6 e 13 linhagens, para as épocas de fevereiro e março, respectivamente, tornando inviável o cultivo destas linhagens macho para a polinização de linhagens fêmeas nesta região de estudo.

#### 4.2.4. Índice de Risco

Com base no índice de risco (Figura 9) observa-se que não houve risco relevante para as 24 linhagens masculinas implantadas na época de fevereiro, classificando todas as linhagens entre “sem risco” e “risco médio”. Entretanto, para o experimento de março, apenas 16 linhagens masculinas foram classificadas como “sem risco” a “risco médio”, enquanto 8 linhagens masculinas apresentaram risco elevado (2 “arriscado” e 6 “muito arriscado”).

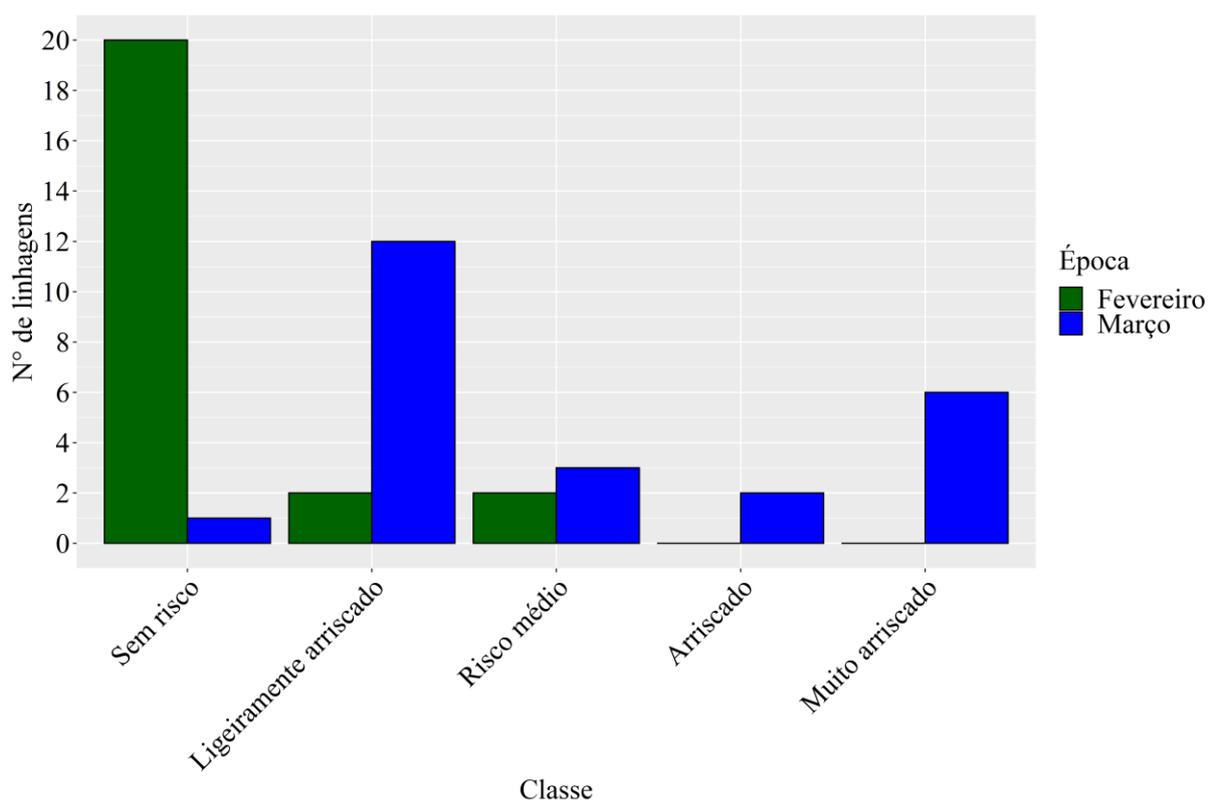


Figura 9. Frequência de linhagens para diferentes classes de índice de risco de 24 linhagens macho avaliadas em duas épocas de semeadura.

A operação de produção de sementes com linhagens é um processo arriscado, é importante conhecer os riscos de cada linhagem para minimizar possíveis perdas. Materiais

com risco classificado, até médio, é capaz de entregar resultados satisfatórios se bem posicionados. Os materiais com classificação “arriscado” e “muito arriscado” é necessário que seja posicionado em regiões que diminuam os altos riscos.

Foi possível caracterizar as 20 linhagens femininas e 24 linhagens masculinas avaliadas, baseando em quantidade robusta de informações coletadas, desde rendimento de sementes (extrema importância para as fêmeas) e potencial e riscos para machos, avaliações qualitativas específicas e reação as principais doenças. Neste sentido, de modo geral, os resultados indicam que as linhagens têm maior adaptabilidade para a época de fevereiro, enquanto para a época de março indicam linhagens com resultados estáveis e extremamente restritivos para época de abril. Além de explorar o máximo potencial das linhagens, é determinante escalonar a produção visando o melhor aproveitamento das plantas de beneficiamento, operando em maior período, evitando o colapso proveniente de acúmulo de janela de semeadura.

As linhagens femininas 1, 2, 5, 7, 10, 13, 16 e 19 destacaram-se em produtividade de grãos e as linhagens masculinas 3, 4, 5, 13, 14, 20 e 21 em ideal polinizador.

Todas as linhagens femininas semeadas em fevereiro e as linhagens femininas semeadas em março 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13 e 17 obtiveram bons resultados e as linhagens 4, 12, 14, 15, 16, 18, 19 e 20 semeadas em março não performaram.

As linhagens masculinas 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22 e 24 semeadas em fevereiro destacaram-se, enquanto as linhagens masculinas 1, 2, 8, 11, 18, 19 e 23 não atingiram bons índices.

As linhagens masculinas 3, 4, 5, 7, 9, 12, 13, 14, 17, 20 e 21 semeadas em março destacaram-se, enquanto as linhagens masculinas 1, 2, 6, 8, 10, 11, 15, 16, 18, 19, 22, 23 e 24 não atingiram bons índices.

Foram gerados resultados consistentes, de suma importância para tomada de decisão para o direcionamento de investimentos e planejamento do sistema de produção. Aliado ao estudo, algumas prospecções realizadas no período do trabalho, abrangendo estrutura e interesse dos produtores, disponibilidade de áreas e potencial da região, foram satisfatórios e ajudarão a liderança, juntamente com o setor de planejamento na tomada de decisão.

De acordo IBGE (2021), o estado de Goiás tem crescido expressivamente na produção nacional de milho grão, alcançando a segunda posição do ranking de maiores produtores entre os estados, com destaque aos municípios de Rio Verde, Jataí e Montividiu, reforçando a capacidade agrícola da região. Segundo Junqueira & Morabito (2006), a coordenação dos processos do campo ao beneficiamento, precisa ser eficaz, garantindo a competitividade no setor e tem por objetivo prover sementes ao cliente no momento certo, com níveis de qualidade

aceitáveis e mínimo custo. Métodos aplicados para a organização desta cadeia são fundamentais, como o planejamento da produção e logística, determinando as quantidades de cada produto a serem transportadas do campo até as UBSs (Unidades de Beneficiamento de Sementes), partindo de uma programação de colheita que determina as quantidades a serem processadas em cada etapa da UBS, respeitando limitações de capacidade, bem como níveis de estoque.

## 5. CONCLUSÃO

Dentre as épocas avaliadas, fevereiro obteve o melhor desempenho para a região de estudo.

As 20 linhagens femininas semeadas em fevereiro e 12 linhagens femininas semeadas em março são indicadas para produção de sementes na região, necessitando apenas de manejo adequado e boa escolha da área de semeadura dos campos.

Para as linhagens masculinas, 17 semeadas em fevereiro e 11 semeadas em março, são indicadas para polinização de fêmeas em campos de sementes na região.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Agência Nacional de Águas (ANA). 2016.** Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil - 2014: relatório síntese. Brasília. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/arquivos/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2016/LevantamentodaAgriculturaIrigadaporPivosCentrais.pdf>. Acesso em 09 de julho de 2023.

**Armstrong, C.L., G.B. Parker, J.C. Pershing, S.M. Brown, P.R. Sanders, D.R. Duncan, T. Stone, D.A. Dean, D.L. Deboer, J. Hart, A.R. Howe, F.M. Morrish, M.E. Pajeau, W.L. Petersen, B.J. Reich, R. Rodriguez, C.G. Santino, S.J. Sato, W. Schuler, S.R. Sims, S. Stehling, L.J. Tarochione & M.E. Fromm. 1995.** Field evaluation of European corn borer control in progeny of 173 transgenic corn events expressing an insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis*. *Crop Science*, Madison, v. 35, p. 550-557.

**Ávila, M.R., A.L. Braccini, I.S. Motta, C.A. Scapim & M.C.L. Braccini. 2003.** Sowing seasons and quality of soybean seeds. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 245-252.

**Barros, F.R.T. 2008.** Mercado & perspectivas: milho. In: Anuário da agricultura brasileira. São Paulo, Agra FNP Pesquisas Ltda., p. 397-398.

**Barros, J.F.C. & J.G. Calado. 2014.** A Cultura do milho. Repositório Universidade de Évora. 52p.

**Bergamaschi, H., G.A. Dalmago, J.I. Bergonci, C.A.M. Bianchi, A.G. Muller, F. Comiran & B.M.M. Heckler. 2004.** Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 9, p. 831-839.

**Bergamaschi, H. & R. Matzenauer. 2014.** O milho e o clima. Porto Alegre, Emater/RS, Ascar, 85p.

- Bergonci, J.I., H. Bergamaschi, A.O. Santos, S. França & B. Radin. 2001.** Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.36, n.7, p. 949- 56.
- Bertasello, L.E.T., A.P. Coelho & G.V. Môro. 2020.** Divergência genética de genótipos de milho cultivados sob adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense*- Agroecossistemas, v. 12, n. 2, p. 69 – 89.
- Bespalhok, F. J. C., E.P. Guerra & R. Oliveira. 2015.** Variedades Híbridas: Obtenção e Predição. In: Melhoramento de Plantas. Disponível em: <http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%2015.pdf>. 20p. Acesso: 14 de maio de 2023.
- Borchgrave, R. 2002.** Cientista belga defende transgênicos para o Brasil. São Paulo: CIB. Disponível em: <http://www.cid.org.br>. Acesso em 23 de maio 2023.
- Coelho, A.M. & R.T. Vianna. 1980.** Produção de sementes de milho. Inf. Agropec., Belo Horizonte. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/471601/1/Producaosementes1.pdf>. Acesso em 18 de abril de 2023.
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). 2023.** Acompanhamento da safra brasileira de grãos | v.10 – safra 2022/23, nº12 – Levantamento setembro. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. 109p. Acesso em 10 de setembro de 2023.
- Cutolo Filho, A.A. 2003.** Potencial de utilização do germoplasma temperado no melhoramento de milho (*Zea mays* L.) portador do gene shrunken-2. Tese de Doutorado, UNESP, Botucatu, 108p.
- Clovis, L.R., C.A. Scapim, P.R.J. Barth, E. Bolson & S.H.J. Camargo. 2015.** Avaliação de linhagens s3 de milho por meio de testadores adaptados à safrinha, Revista Caatinga, vol. 28, núm. 1, UFERSA, Mossoró, p. 112.
- Cruz, C.D. & A.J. Regazzi. 1997.** Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2 ed, Viçosa, UFV, 390p.
- Cruz, C. D. & P.C.S. Carneiro. 2003.** Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. v. 2, Viçosa, UFV, 585p.
- Delima, R. O. & A. Borém. 2018.** Melhoramento de milho. Viçosa, Editora UFV, p. 102-129.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 2022.** Climas. S.d. Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>. Acesso em 02 de junho de 2023.
- Empresa de Assistência Técnica E Extensão Rural (EMATER). 2016.** Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br/doc/site/sereviceoseprodutos/livraria/Culturas/Cultura%20do%20Milho.pdf>. Acesso em 23 de maio de 2023.
- Garcia, J.C. & I.A. Pereira Filho. 2021.** Sistemas diferenciais de cultivo. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/sistemas-diferenciais-de-cultivo>. Acesso 03 de julho de 2023.
- Gausson, H. & F. Bagnouls. 1953.** Saison seche et indice xerothermique. Toulouse, França, Université de Toulouse, Faculté des Sciences, 82p.

**Gomes, E.C.S., R.P. Leite, F.J.A. Silva, L.S. Cavalcanti, L.C. Nascimento & S.M. Silva. 2011.** Manejo do míldio e ferrugem em videira com indutores de resistência: produtividade e qualidade pós-colheita. *Tropical Plant Pathology*, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 332-335.

**Hallauer, A.R. & J.B. Miranda Filho. 1981.** *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Ames, Iowa State University Press, 468p.

**Hermanns, G., F.T. Pinto, S.E. Kitazawa & I.B. Noll. 2006.** Fungos e fumonisinas no período pré-colheita do milho. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 1, p. 7-10.

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2022.** Goiás tem alta recorde no valor da produção agrícola em 2021. Disponível em: <https://www.goias.gov.br/servico/28-agronegocio/127829-goias-tem-alta-recorde-no-valor-da-producao-agricola-em-2021.html>. Acesso em 23 de junho de 2023.

**Instituto FNP. Agrifinal 2007: Anuário da Agricultura Brasileira.** São Paulo, Instituto FNP, 520p.

**Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). (1991 – 2020).** Normais climatológicas. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em 5 de maio de 2023.

**Jensen, N. F. 1988.** *Plant breeding methodology*. John Wiley e Sons, 676p.

**Junqueira, R.A.R. & R. Morabito. 2006.** Um modelo de otimização linear para o planejamento agregado da produção e logística de sementes de milho. *Produção*, v. 16, n. 3, p. 510-525.

**Koshima, F.A.T. 2009.** Estabilidade e adaptabilidade para caracteres de produção em linhagens de milho. Dissertação de Mestrado, UNESP, Jaboticabal, 60p.

**Martins, L.F. 2016.** Características de producibilidade de sementes em linhagens de milho transgênico e convencional. Tese de Doutorado, UFP, Rio Grande do Sul, 44p.

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). 2018.** Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/orgaos/ministerio-da-agricultura-pecuaria-e-abastecimento>. Acesso em 10 de maio de 2023.

**Mondo, V.H.V., S.M. Cicero, D. Dourado Neto, T.L. Pupim & M.A.N. Dias. 2012.** Vigor de sementes e desempenho de plantas de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 34, nº 1 p. 143-155.

**Ndhlela, T., L. Herselman, C. Magorokosho, P. Setimela, C. Mutimaamba & M. Labuschagne. 2014.** Genotype x environment interaction of maize grain yield using AMMI biplots. *Crop Science*, p. 1992-1999.

**Nihei, T.H. & J.M. Ferreira. 2012.** Análise dialélica de linhagens de milho com ênfase na resistência a doenças foliares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 47, n. 3, p. 369-377.

**Oliveira, J.A., M.L.M. Carvalho, M.G.G.C.V. Vieira & E.V.R. Von Pinho. 1997.** Efeito do Método de Colheita na Qualidade Física, Fisiológica e Sanitária de Sementes de Milho, *Revista Brasileira de Sementes*, v. 19, n. 2, p. 200-206.

**Oliveira, C.M., E. Oliveira, M. Canuto & I. Cruz. 2007.** Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por mollicutes. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.42, n.3, p. 297-303.

- Oliveira, C.M. & E.O. Sabato. 2017.** Doenças em milho: insetos-vetores, mollicutes e vírus. Embrapa, Brasília-DF, p. 71-94.
- Otegui, M.E. 1995.** Prolificacy and grain yield components in modern Argentinian maize hybrids. *Maydica*, v.40, n.4, p. 371-376.
- Paterniani, E. & M.M. Goodman. 1978.** Races of maize in Brazil and adjacent area. Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo, 95p.
- Paterniani, E. 1990.** Maize breeding in the tropics. *CRC Critical Review in Plant Science*, v.9, p.125-154.
- Paterniani, E. & M. Campos. 1999.** Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa, UFV, p. 429-486.
- Peske, S.T., O.A. Luca filho & A.C.S.A. Barros. 2006.** Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 2 ed. Pelotas, UFPel, 474p.
- Peske, S.T., F.A. Villela & G.E. Meneghello. 2012.** Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 3 ed. Pelotas, UFPel, 415p.
- Prazeres, C.S. & C.M.M. Coelho. 2016.** Heterose para qualidade fisiológica de sementes na obtenção de híbridos de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.15, n.1, p. 124-133.
- Ramalho, M.A.P., J.B. Santos & M.J. Zimmermann. 1993.** Interação dos genótipos x ambientes. In: Ramalho, M.A.P., J.B. Santos & M.J. Zimmermann. *Genéticas quantitativa em plantas autógamas: aplicação ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: UFG. Cap.6, p.131-169.
- Ramalho, M.A.P., A.F.B. Abreu, J.B. Santos & J.A.R. Nunes. 2012.** Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. 1. ed. Lavras, Editora UFLA, 522p.
- Renato, N.S., J.B.L. Silva, G.C. Sedyama & E.G. Pereira. 2013.** Influência dos métodos para cálculo de graus-dia em condições de aumento de temperatura para as culturas de milho e feijão. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 382-388.
- Ribeiro, F.O., H.M. Reis, L.S. Luz, S.V. Faria, R.C.A. Silva & R.O. Lima. 2020.** Avaliação de linhagens de milho com base no comportamento per se e em testcross com testadores de base genética ampla e estreita. In: XI INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GENETICS AND BREEDING PROCEEDINGS, Viçosa. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá. Disponível em: <https://proceedings.science/sigm/xi-sigm/trabalhos/avaliacao-de-linhagens-de-milho-com-base-no-comportamento-per-se-e-em-testcross?lang=pt-br>. Acesso em: 09 set. 2023.
- Sabato, E.O., A.C.S. Barros & I.R. Oliveira. 2016.** Cenário e manejo de doenças disseminadas pela cigarrinha no milho. *Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo*, 10p.
- Sabato, E.O. 2017.** Enfezamentos e viroses no milho. In: Seminário Nacional de Milho Safrinha, 14, Cuiabá, Sete Lagoas, Associação Brasileira de Milho e Sorgo, p. 196-219.
- Sangoi, L. 2000.** Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciência Rural*, v.31, n.1, p.159-168.
- Silva, D.F., P.H.M. Garcia, G.C.L. Santos, I.M.S.C. Farias, G.V.G. Pádua, P.H.B. Pereira, F.E. Silva, R.F. Batista, S. Gonzaga & A.M.D. Cabral. 2021.** Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. *Research, Society and Development*, v.10, n.3, 9p.

**Souza, G.M. & A.M. Barbosa. 2013.** Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante. ESALQ, Piracicaba, 30-34.

**Sunoj, V.J., K.J. Shroyer, S.K. Jagadish & P.V. Prasad. 2016.** Diurnal temperature amplitude alters physiological and growth response of maize (*Zea mays* L.) during the vegetative stage. *Environmental and Experimental Botany*, 130, p. 113-121.

**Viana, L.F., J.C. Souza, J.C. Machado & J.L. Lima. 2009.** Predição de médias de linhagens obtidas de híbridos simples de milho (*Zea mays* L.) - *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1999-2004.

**Waquil, J.M. & F.T. Fernandes. 1992.** Flutuação populacional da cigarrinha do milho, *Dalbulus maidys*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO, 37.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 21. Porto Alegre, SAA, p. 68.

**Waquil, J. M. 2002.** Manejo integrado de pragas: revisão história e perspectivas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Florianópolis, 11p.