

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

BIANCA SANTANA GOMES

**SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA PLANTIOS
MULTIGENOTÍPICOS: EFEITOS DA ALOCOMPETIÇÃO**

Ilha Solteira
2025

BIANCA SANTANA GOMES

**SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA PLANTIOS
MULTIGENOTÍPICOS: EFEITOS DA ALOCOMPETIÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentada à
Faculdade de Engenharia, campus de Ilha Solteira,
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita
Filho", como parte dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Prof.º Dr. Bruno Ettore Pavan
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

G633s Gomes, Bianca Santana.
Seleção de híbridos de milho para plantios multigenotípicos:: efeitos da alocompetição / Bianca Santana Gomes. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2025
32 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2025

Orientador: Bruno Ettore Pavan
Inclui bibliografia

1. *Zea mays*. 2. Compostos multigenotípicos. 3. Alocompetição.

Elaborada por Raiane da Silva Santos - CBR-8/9999

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA PLANTIOS MULTIGENOTÍPICOS: EFEITOS DA ALOCOMPETIÇÃO

NOME DA ALUNA: **BIANCA SANTANA GOMES**

REGULAMENTO SOBRE A AVALIAÇÃO:

ARTIGO 25º - § 2º A apresentação pública do trabalho de TCC deverá ser de no mínimo 20 (vinte) minutos e máximo de 40 (quarenta) minutos. Após um intervalo de 5 (cinco) minutos, haverá a arguição do Trabalho pelos examinadores. O tempo de arguição, será de até 15 (quinze) minutos para cada examinador, e até 15 (quinze) minutos o tempo para a resposta do(a) aluno(a) a cada examinador ou no caso de se optar pelo diálogo, o tempo conjunto entre examinador e acadêmico(a) será de no máximo 30 (trinta) minutos.

ARTIGO 24º - No julgamento do TCC, a banca examinadora deverá avaliar a apresentação oral, escrita e a defesa do trabalho durante a arguição. O conceito final será APROVADO ou REPROVADO.

COMISSÃO EXAMINADORA

1º EXAMINADOR: (Orientador-Presidente) Prof. Dr. Bruno Ettore Pavan

(Depto. de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, DFTASE- Campus Ilha Solteira)

2º EXAMINADOR: Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade

(Depto. de Biologia e Zootecnia – Unesp- Campus Ilha Solteira)

3º EXAMINADOR: Prof. Dr. Antonio Flávio de Arruda Ferreira

(Depto. de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, DFTASE-Campus Ilha Solteira)

CONCEITO:  Documento assinado digitalmente
BRUNO ETTORE PAVAN
Data: 25/11/2025 19:10:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

 Documento assinado digitalmente
JOAO ANTONIO DA COSTA ANDRADE
Data: 26/11/2025 11:44:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

 Documento assinado digitalmente
ANTONIO FLAVIO ARRUDA FERREIRA
Data: 26/11/2025 18:07:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

☒ APROVADO

☐ REPROVADO

Ilha Solteira- SP, 25 de novembro de 2025.

Dedico este trabalho com imensa gratidão à minha mãe, Cícera, meu guia e exemplo de amor incondicional. Ao meu pai, Ademir, fonte inesgotável de disciplina e determinação. À minha amada irmã, Jéssica, companheira leal, cujo apoio constante tornou esta jornada mais leve e significativa.

Cada passo dessa conquista foi marcado pelo esforço incansável deles, e é com profundo respeito e reconhecimento que dedico este trabalho a essas pessoas incríveis que são a base do meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

À minha família, que esteve ao meu lado em todas as etapas deste trabalho. Seu amparo, amor e incentivo foram pilares essenciais que me permitiram superar desafios e alcançar este marco significativo.

Ao meu orientador, Bruno Ettore Pavan, por me proporcionar a oportunidade de integrar o grupo de Melhoramento de Plantas. Sua paciência e dedicação foram fundamentais, sempre prontamente auxiliando-me nas dificuldades e dúvidas. O acompanhamento integral durante o processo de elaboração deste trabalho, com orientações precisas, contribuiu de maneira crucial para seu desenvolvimento.

E não menos relevante, desejo expressar minha profunda gratidão pelo apoio e assistência da minha segunda família, a República Tcheca, com destaque para Isabele Oliveira, Ana Júlia e Isabela Vitoriano. Além disso, quero agradecer às minhas companheiras de vida, Danielle Ferreira, Érica Biscalchim e Jessica Mazalli. Cada uma de vocês desempenhou um papel fundamental nesta jornada que me trouxe até aqui, e por isso, meu coração se enche de sincero agradecimento.

RESUMO

Diante das crescentes pressões produtivas e ambientais, compreender as interações competitivas entre genótipos torna-se fundamental para o desenvolvimento de lavouras mais eficientes e resilientes. Essa pesquisa investigou os efeitos da alocompetição específica entre híbridos de milho e estimar parâmetros associados à capacidade de exercer e tolerar a competição, buscando compreender como essas interações influenciam o desempenho produtivo da cultura. O experimento foi conduzido na safra 2022/23, em Selvíria-MS, utilizando 15 híbridos de ciclo precoce ou superprecoce, em delineamento em blocos casualizados com três repetições e esquema competitivo, no qual cada híbrido foi ladeado pelos demais e por si mesmo. Foram avaliadas altura de planta, altura de inserção da primeira espiga e produtividade. As análises estatísticas foram realizadas no software Genes, considerando o híbrido competidor como parcela e o híbrido em competição como subparcela, com posterior aplicação do teste Scott-Knott. Os resultados permitiram verificar a formação de três grupos produtivos: $>6,85 \text{ t ha}^{-1}$, entre 6,1 e $6,85 \text{ t ha}^{-1}$ e $<6,1 \text{ t ha}^{-1}$. Não houve efeito significativo do competidor ou da interação competidor x híbrido para as variáveis analisadas, indicando independência entre genótipos e seus vizinhos. Contudo, observou-se que quanto mais um híbrido favorece o vizinho, menor tende a ser sua própria produtividade, reforçando a importância de identificar combinações genotípicas eficientes. A partir desses resultados, pode-se concluir que a escolha criteriosa de híbridos compatíveis pode favorecer a formação de compostos multigenotípicos mais produtivos, estáveis e menos vulneráveis geneticamente, contribuindo para lavouras mais robustas e de melhor desempenho.

Palavras-chave: *Zea mays*; compostos multigenotípicos; alocompetição.

ABSTRACT

In the context of increasing productive and environmental pressures, understanding competitive interactions among genotypes is crucial for developing more efficient and resilient maize crops. This study aimed to investigate the effects of specific inter-genotypic competition among maize hybrids and to estimate parameters related to their ability to exert and tolerate competition, with the goal of understanding how these interactions influence crop performance. The experiment was conducted during the 2022/23 growing season in Selvíria-MS, Brazil, using 15 early or super-early cycle hybrids, arranged in a randomized complete block design with three replications and a competitive scheme in which each hybrid was flanked by all others and by itself. Plant height, first ear insertion height, and grain yield adjusted to 13% moisture were evaluated. Statistical analyses were performed using the Genes software, considering the competitor hybrid as the main plot and the target hybrid as the subplot, followed by the Scott-Knott test. The results allowed the classification of hybrids into three productivity groups: $>6.85 \text{ t ha}^{-1}$, between 6.1 and 6.85 t ha^{-1} , and $<6.1 \text{ t ha}^{-1}$. No significant effect of the competitor or the competitor $\times$ hybrid interaction was detected for the traits analyzed, indicating independence between genotypes and their neighbors. However, it was observed that hybrids that favor their neighbors tend to exhibit lower individual productivity, highlighting the importance of identifying efficient genotypic combinations. In conclusion, the careful selection of compatible hybrids can enhance the formation of multi-genotypic mixtures that are more productive, stable, and genetically less vulnerable, thereby contributing to more robust and higher-performing maize crops.

Keywords: *Zea mays*; multi-genotypic mixtures; alocompetition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Variação diária de precipitação, temperatura mínima e máxima do ar, durante o cultivo de milho safra 2023/24 em Selviria-MS.....	18
Figura 2	Plantio realizado manualmente com auxílio de carriola (a) e adubação nitrogenada em cobertura realizada no experimento (b).....	20
Figura 3	Esquema de disposição das linhas experimentais, mostrando a posição de cada genótipo dentro da parcela.....	22
Figura 4	- Híbrido em avaliação (identificado com bandeira amarela) posicionado ao lado do híbrido adjacente (identificado com bandeira vermelha).....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Identificação dos híbridos e respectivas empresas responsáveis.....	16
Tabela 2	- Esquema experimental para testes de competição entre genótipos de plantas.....	18
Tabela 3	- Delineamento experimental e parâmetros da análise de variância realizada no software GENES.....	21
Tabela 4	- Parâmetros dos testes comparativos de médias Scott-Knott.....	21
Tabela 5	- Análise de variância da altura de plantas (ALT), altura da inserção da primeira espiga (AIE) e produtividade (PROD) de diferentes híbridos de milho, considerando blocos, competidores e a interação $H \times C$	22
Tabela 6	- Altura média de plantas (ALT), Altura média da inserção da primeira espiga (AIE) e produtividade média (PROD).....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Cultura do milho e sua importância para o agronegócio brasileiro	12
2.2 Melhoramento genético de plantas.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Área de estudo e condições climáticas	15
3.2 Materiais utilizados	16
3.3 Instalação e condução do experimento	16
3.4 Delineamento experimental	17
3.5 Avaliações realizadas.....	19
3.6 Análise estatística.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
5. CONCLUSÕES.....	27
6. REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) destaca-se entre os cereais de maior relevância econômica e nutricional no mundo, ao lado do arroz e do trigo. Além de atender à demanda alimentar, é amplamente utilizado na produção de ração animal e de insumos industriais, segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (2023) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2019).

De acordo com United States Department of Agriculture - USDA (2024), o milho no Brasil desempenha papel estratégico no agronegócio, ocupando a terceira posição em produção e a segunda em exportações globais. Esse desempenho é potencializado pelo cultivo em duas safras anuais (safra e safrinha), pelo desenvolvimento de novas cultivares e pelos investimentos em infraestrutura logística, conforme apontado pela Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2024).

Diante desse cenário de expansão e crescente demanda, torna-se fundamental investir em estudos que visem aprimorar a produtividade e a adaptabilidade da cultura. Nesse contexto, o melhoramento genético assume papel central, pois busca gerar variabilidade e combinar genótipos para desenvolver cultivares mais produtivas, estáveis e adaptadas a diferentes condições ambientais, conforme os princípios apresentados por Borém (1997).

A utilização de diferentes híbridos está diretamente associada à busca por variabilidade genética, elemento essencial para reduzir a vulnerabilidade das lavouras a adversidades climáticas e ambientais (Helland; Holland, 2001; Bruzi et al., 2007). Nesse contexto, a realização de ensaios multigenotípicos constitui uma estratégia eficaz para avaliar o desempenho de diferentes genótipos, uma vez que híbridos com exigências distintas contribuem para atenuar os efeitos negativos da competição. O desempenho de cada planta depende de sua capacidade de absorver e utilizar eficientemente os recursos limitados do ambiente para fotossíntese, crescimento e produção de grãos (Binkley; Stape; Ryan, 2004).

Segundo a hipótese de particionamento de recursos, a sobreposição de nicho tende a ser maior quando plantas vizinhas apresentam necessidades fisiológicas semelhantes, intensificando a competição. Em contrapartida, diferenças genéticas entre os indivíduos aumentam o potencial de particionamento de recursos, reduzindo a intensidade competitiva e favorecendo o desempenho global do plantio (Boyden; Binkley; Stape, 2008).

Portanto, é essencial estimar os parâmetros que indiquem a capacidade dos genótipos de competir ou de serem competitivos, permitindo identificar os impactos potenciais sobre a produtividade dos híbridos. Genótipos distintos respondem de maneira diferenciada à

heterogeneidade ambiental e à competição, sendo que aqueles com maior vigor competitivo podem contribuir para o aumento da produtividade da lavoura (Resende et al., 2018).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo verificar os efeitos da alocompetição específica entre híbridos de milho e estimar parâmetros associados à capacidade de exercer e tolerar a competição, buscando compreender como essas interações influenciam o desempenho produtivo da cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO MILHO E SUA IMPORTÂNCIA PARA O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie pertencente à ordem Gramineae e à família Poaceae. Sua semente é classificada como cariopse e composta por pericarpo, endosperma e embrião (Barros; Calado, 2014). A altura das plantas varia de acordo com o híbrido, a fertilidade do solo e a disponibilidade de nutrientes, podendo atingir, em média, 2 metros. Durante seu desenvolvimento, a cultura forma um caule robusto, no qual se estabelecem as folhas e os primórdios das inflorescências masculina e feminina. A partir dessa fase, o crescimento passa a ocorrer predominantemente por alongamento e multiplicação celular, impulsionando a progressão das etapas fenológicas (EMBRAPA, 2023; Barros; Calado, 2014).

O entendimento de suas características botânicas auxilia na contextualização de sua trajetória histórica. Originário da região correspondente ao sul do México e norte da Guatemala, o milho foi amplamente cultivado por civilizações pré-colombianas. No Brasil, sua introdução e disseminação ocorreram durante o período colonial, favorecendo a adaptação da cultura a diversas condições edafoclimáticas e consolidando-a como um dos principais componentes da alimentação nacional, ao lado da mandioca e do feijão (Darós, 2015; CONAB, 2025). Ao longo do século XX, em razão de seu elevado valor nutricional e dos avanços na pesquisa agronômica, o milho passou a ocupar posição de destaque no agronegócio brasileiro, tanto para o consumo interno quanto para exportação (Silva, 2020; EMBRAPA, 2023).

O progresso tecnológico foi determinante para esse processo de consolidação. Durante o Estado Novo (1937–1946), observou-se um aumento expressivo na produção, decorrente da expansão das áreas cultivadas e da modernização das práticas agrícolas (Miranda et al., 2018). Em 1945, ocorreu um marco relevante com o desenvolvimento da primeira semente híbrida adaptada às condições tropicais e subtropicais brasileiras, o que representou um avanço significativo para o melhoramento genético e ampliou o potencial produtivo da cultura. A partir desse período, o uso de híbridos tornou-se amplamente difundido, contribuindo para o aumento da produtividade e para a consolidação do milho como cultura estratégica para o país (Miranda et al., 2018).

Contemporaneamente, o milho destaca-se pela versatilidade e ampla participação em cadeias agroindustriais. Além de seu papel histórico na alimentação humana, a cultura é fundamental para a produção de proteína animal e apresenta crescente relevância no setor de bioenergia. O milho é matéria-prima para a produção de bioetanol de primeira geração e de

diversos coprodutos destinados à fabricação de biomateriais, biomoléculas e insumos para a nutrição animal (EMBRAPA, 2023).

Dados recentes reforçam essa importância. De acordo com o 11º levantamento da safra 2024/25 da CONAB (2025), a área destinada ao cultivo de milho no Brasil alcançou 21,6 milhões de hectares, representando aumento de 3,0% em relação à safra anterior, com produção estimada em 137 milhões de toneladas. Esses indicadores evidenciam a relevância econômica da cultura no cenário nacional e internacional e ressaltam a necessidade de estudos voltados ao incremento da produtividade, à eficiência no uso de recursos e à sustentabilidade dos sistemas de produção (FAO, 2023; EMBRAPA, 2019).

2.2 MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS

O melhoramento genético consiste em um conjunto de técnicas e estratégias direcionadas à obtenção de avanços genéticos em uma espécie, com o objetivo de aprimorar características de interesse agrônomo (Borém, 1997).

No milho, o desenvolvimento de híbridos representou um marco no aumento da produtividade e na ampliação da adaptabilidade da cultura a diferentes condições ambientais. Esses materiais resultam do cruzamento entre linhagens puras que passam por ciclos sucessivos de autofecundação e seleção. Entre as categorias mais utilizadas encontram-se os híbridos simples, formados pelo cruzamento de duas linhagens puras; os híbridos triplos, derivados do cruzamento entre uma linhagem e um híbrido simples; e os híbridos duplos, obtidos da combinação entre dois híbridos simples, reconhecidos pela maior variabilidade genética e estabilidade, além de menor custo de produção de sementes (Barros; Calado, 2014).

Com a evolução dos programas de melhoramento, tornou-se fundamental considerar a interação entre genótipo e ambiente, na qual o fenótipo observado resulta da expressão genética modulada pelos fatores ambientais (Chaves, 2001). Apesar dos avanços, o cultivo comercial de milho frequentemente é realizado em grandes áreas homogêneas, compostas por apenas um híbrido predominante, o que limita a variabilidade genética e pode elevar a vulnerabilidade da lavoura. A consolidação da Lei de Proteção de Cultivares, em 1997, impulsionou o setor sementeiro e estimulou investimentos em pesquisa, possibilitando o desenvolvimento de materiais com maior potencial produtivo, ciclos variados e melhor adaptação a diferentes regiões (EMBRAPA, 2023).

Entretanto, o máximo desempenho desses híbridos depende de práticas de manejo adequadas, especialmente no que diz respeito à densidade de plantio. O aumento do número de

plantas favorece a competição intraespecífica por luz, água e nutrientes, o que pode limitar o crescimento e reduzir a produtividade individual, mesmo que a produção por área possa aumentar até determinado ponto (Tokatlidis, 2022). Essa competição é intensificada no milho devido à limitada capacidade de perfilhamento, característica que reduz a possibilidade de compensação populacional. Dessa forma, densidades elevadas diminuem a disponibilidade de recursos por planta e resultam em menor produção de biomassa e menor rendimento individual de grãos (Edmeades; Daynard, 1979; Tetio-Kagho; Gardner, 1988). A definição da densidade ideal depende do comportamento competitivo de cada híbrido, uma vez que genótipos diferem quanto à tolerância e à capacidade de exercer competição (EMBRAPA, 2021).

Além da competição decorrente da densidade, a composição genotípica do cultivo interfere diretamente na estrutura competitiva entre plantas. Em sistemas homogêneos, a competição ocorre predominantemente entre indivíduos geneticamente semelhantes, caracterizando a autocompetição. Já em cultivos que combinam diferentes híbridos, ocorre alocompetição, definida pela interação competitiva entre plantas geneticamente distintas. A inclusão de mais de um genótipo pode modificar tanto a intensidade quanto o padrão da competição, influenciando o desempenho individual e o rendimento final da população.

A alocompetição tende a favorecer genótipos altamente competitivos, capazes de suprimir os vizinhos e se destacar mesmo apresentando menor eficiência produtiva por planta. Em contraste, genótipos produtivos, mais eficientes individualmente, expressam plenamente seu potencial apenas em ambientes de competição reduzida. Assim, as interações entre híbridos podem gerar desde efeitos negativos, resultantes da dominância de competidores fortes, até cenários de coexistência, nos quais diferentes genótipos convivem de forma complementar (Tokatlidis, 2017).

De acordo com McNaughton e Wolf (1973), quando os prejuízos que um genótipo causa a si próprio são superiores aos efeitos que exerce sobre os demais, torna-se possível a coexistência de diferentes genótipos em uma mesma área. O êxito na utilização de misturas, entretanto, depende da escolha criteriosa dos genótipos a serem cultivados. Dessa forma, o melhoramento genético configura-se como um processo dinâmico que envolve não apenas a criação de novas variedades, mas também a compreensão das interações entre genótipo, ambiente e manejo, elementos essenciais para a maximização da produtividade e a viabilidade dos sistemas de cultivo. Compreender esses padrões permite identificar combinações genotípicas em que a competição e o desempenho conjunto são favorecidos, possibilitando ganhos produtivos mesmo em arranjos compostos por mais de um genótipo.

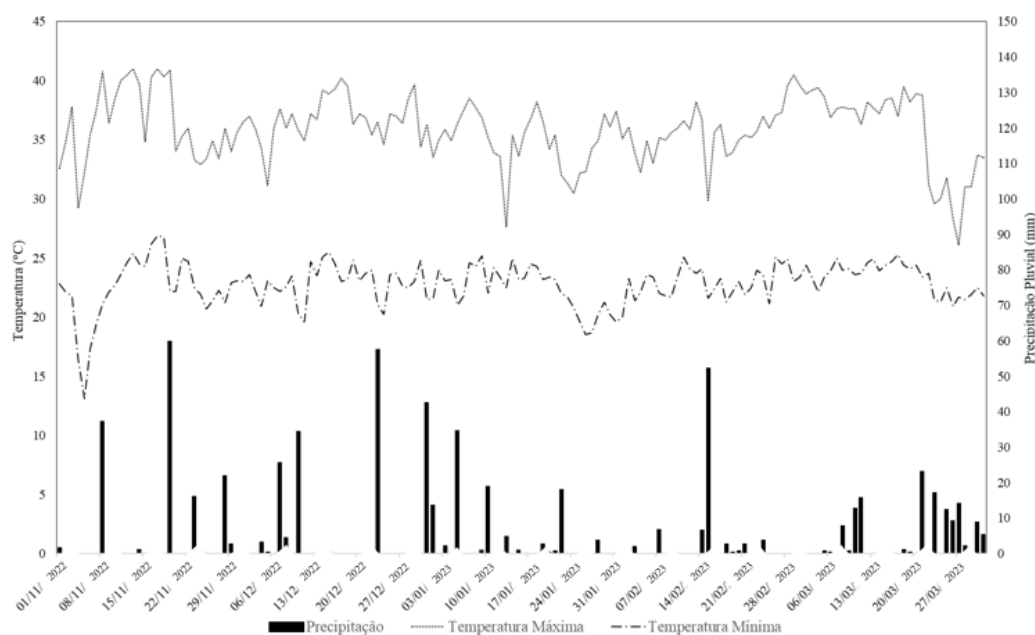
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

O estudo foi conduzido durante a primavera e o verão da safra 2022/23, no município de Selvíria – MS, na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, situada nas coordenadas geográficas 20°22' S e 51°22' W, com altitude de 335 metros. O clima da região é subtropical úmido (Cwa), caracterizado por chuva anual média de 1.261 mm, temperatura do ar entre 21,4 e 26,9 °C e umidade relativa média de 62,4% (Portugal et al., 2015). Os dados climáticos básicos durante a condução do experimento estão na Figura 1.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa, conforme a classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2013). Antes do início do experimento, foram realizadas análises químicas e físicas do solo, sendo feita a correção e adubação de acordo com as recomendações agrônômicas para a cultura do milho.

Figura 1 - Variação diária de precipitação, temperatura mínima e máxima do ar, durante o cultivo de milho safra 2023/24 em Selvíria-MS.



Fonte: Próprio autor.

3.2 MATERIAIS UTILIZADOS

O experimento baseou-se em um ensaio competitivo de híbridos de milho, instalado no início de novembro de 2023. Foram avaliados 15 híbridos simples comerciais, provenientes de diferentes empresas, selecionados com base em critérios morfológicos, especialmente a altura das plantas (variando de 2,40 a 2,69 metros) e a ampla recomendação para região sudeste do Mato Grosso do Sul (Tabela 1).

Tabela 1 - Identificação dos híbridos e respectivas empresas responsáveis. Selvíria-MS.

Identificação	Híbrido	Empresa
1	BM 990	Sementes Biomatrix
2	BM 970	Sementes Biomatrix
3	B2620	Brevant Sementes
4	B2401	Brevant Sementes
5	K8774	KWS Sementes
6	K7500	KWS Sementes
7	P4285	Pioneer Sementes
8	SH 8000	Santa Helena Sementes
9	SH 7990	Santa Helena Sementes
10	SH 7930	Santa Helena Sementes
11	SH 7939	Santa Helena Sementes
12	JM 2M88	Agromen Sementes
13	2M01	Agromen Sementes
14	2M40	Agromen Sementes
15	SHU2590	Shull Seeds

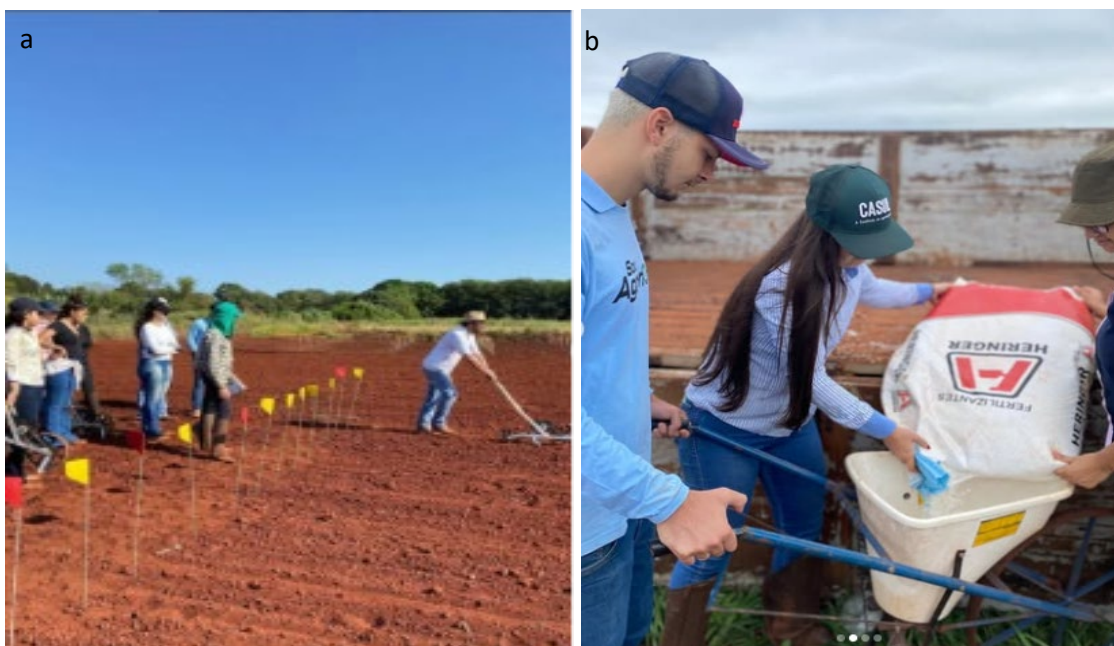
Fonte: Próprio autor.

3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O solo foi previamente preparado por meio de aração e gradagem, assegurando a uniformidade da área experimental. O plantio foi realizado manualmente (Figura 2a), com espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade de três a quatro plantas por metro, resultando em uma população estimada de aproximadamente 70 mil plantas por hectare. Cada subparcela foi constituída por uma linha de quatro metros de comprimento, contendo entre 12 e 16 plantas, mantidas no espaçamento estabelecido.

A adubação de base foi realizada conforme os resultados da análise de solo e as recomendações técnicas para a cultura. Posteriormente, foi efetuada a adubação de cobertura, apresentada na Figura 2b, conforme as necessidades nutricionais da cultura ao longo do ciclo.

Figura 2 - Plantio realizado manualmente com auxílio de carriola (a) e adubação nitrogenada em cobertura realizada no experimento (b).



Fonte: Próprio autor.

Durante o desenvolvimento das plantas, foram adotados tratos culturais para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças, e a área recebeu irrigação suplementar quando necessário. A colheita foi realizada aos 110 dias após a plantio, no ponto fisiológico de maturação dos grãos.

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A metodologia deste trabalho baseou-se no delineamento de competição proposto por Perecin et al. (1997), o qual permite avaliar o desempenho relativo de diferentes genótipos cultivados em proximidade, possibilitando estimar tanto a capacidade de tolerar a competição quanto o efeito exercido sobre plantas vizinhas. O experimento foi composto por 33 subparcelas, organizadas conforme a abordagem de Competição Específica descrita pelos autores, na qual a análise dos efeitos competitivos considera exclusivamente as subparcelas pares a partir da quarta unidade experimental. Assim, tem-se:

I. Cada repetição deve haver tantas parcelas (P) quanto o número de genótipos (G) ($P=G$), a analisar. Portanto as parcelas são os genótipos (híbridos neste caso);

II. Cada parcela deve conter o número de linhas conforme a expressão $NL = [(G \times 2) - 1] + 4$, sendo:

a) 4 linhas do *i-ésimo* genótipo (linhas 1, 2, 3 e 4), caracterizando a autocompetição;

b) $(G \times 2) - 1$ linhas intercaladas do *i-ésimo* genótipo com os demais genótipos, caracterizando a alocompetição; e

c) A primeira e última linha devem ser consideradas como bordaduras e a disposição dos genótipos e ordem das linhas devem obedecer a sorteio. Portanto, neste experimento a parcela foi constituída por 33 linhas, das quais 31 foram utilizadas como subparcelas.

Tabela 2 - Esquema experimental para testes de competição entre genótipos de plantas, sem casualização e repetição. A tabela abaixo apresenta um exemplo ilustrativo utilizando 4 híbridos distintos.

Nº da linha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Parcela A	A	A	A	A	A	B	A	C	A	D	A
Parcela B	B	B	B	B	B	C	B	D	B	A	B
Parcela C	C	C	C	C	C	D	C	A	C	B	C
Parcela D	D	D	D	D	D	A	D	B	D	C	D

Fonte: Perecin et al. (1997).

Os genótipos estão sempre ladeados pelo mesmo vizinho dentro da parcela: linhas 5, 7, 9 e 11 (Tabela 2), havendo alocompetição entre os demais genótipos e o *i-ésimo* genótipo. Nas linhas 2, 3 e 4, o *i-ésimo* genótipo está ao lado dele próprio, caracterizando a autocompetição. Assim, o delineamento permite todos os compostos de híbridos e a produção em autocompetição em linhas distintas. Para análise de variância deve considerar como parcelas subdivididas, em que o efeito do *i-ésimo* genótipo seja a parcela, ou seja, o efeito de exercer a competição e as linhas mensuradas o efeito dos *j-ésimos* genótipos sofrerem a competição.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados com três repetições, garantindo a redução do efeito de variabilidade ambiental entre parcelas. A avaliação da alocompetição ocorreu especificamente nos casos em que o genótipo em análise

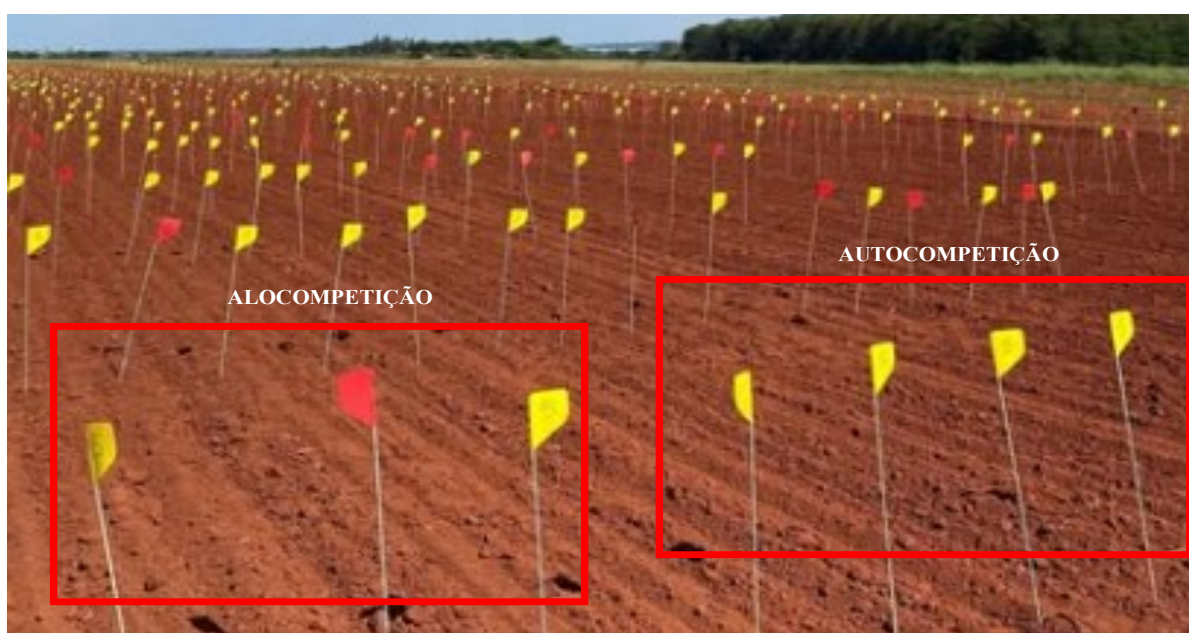
esteve adjacente a um genótipo distinto, permitindo analisar o efeito da interação entre diferentes híbridos sobre a produtividade e características morfológicas das plantas.

3.5 AVALIAÇÕES REALIZADAS

Para as análises, foram consideradas as seis plantas centrais de cada subparcela, de modo a reduzir os efeitos de bordadura. As avaliações foram realizadas durante o desenvolvimento e na colheita da cultura, contemplando as seguintes características:

- Altura de planta (ALT): medida do nível do solo até o ápice da folha bandeira;
- Altura de inserção da primeira espiga (A1E): distância do solo até a base da primeira espiga;
- Produtividade de grãos (PROD): rendimento ajustado para 13% de umidade, expresso em kg ha^{-1} .

Figura 3 – Esquema de disposição das linhas experimentais, mostrando a posição de cada genótipo dentro da parcela.



Fonte: Próprio autor.

Figura 4 - Híbrido em avaliação (identificado com bandeira amarela) posicionado ao lado do híbrido adjacente (identificado com bandeira vermelha).



Fonte: Próprio autor.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando o híbrido competidor como parcela principal e o híbrido em competição como subparcela. Para cada variável avaliada (ALT, A1E e PROD), o modelo estatístico incluiu parcelas e subparcelas fixas, com componente genético associado à subparcela e componente ambiental associado ao erro B. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software GENES (Cruz, 2013). O delineamento experimental e os principais parâmetros da análise estão resumidos na Tabela 3 e 4.

Tabela 3 – Modelo estatístico experimental e de variância (ANOVA) realizada no software GENES, para as variáveis altura de plantas (ALT) altura de inserção da primeira espiga (A1E) e produtividade grãos (PROD).

Programa GENES	ANOVA - Parcelas Subdivididas
Número de variáveis	3 (ALT, A1E, PROD)
Número de subparcelas	15
Número de parcelas	15
Número de repetições	3
Natureza do modelo	P e S fixos
Componente genético	Subparcela
Componente ambiental	Erro B
Modelo:	$Y_{ijk} = m + P_i + B_j + E_{ij} + S_j + PS_{ij} + D_{ijk}$
Efeitos:	P e S fixos

Fonte: Genes (Cruz, 2013).

Tabela 4 – Teste comparativo de médias Scott-Knott, para as variáveis altura de plantas (ALT) altura de inserção da primeira espiga (A1E) e produtividade grãos (PROD).

Programa GENES	Testes Comparativos de Médias
Número de variáveis	3 (ALT, A1E, PROD)
Graus de Liberdade do resíduo	420
Número de repetições	45
Nível de significância	5
Número de Tratamentos	15
Teste Comparativo de Médias	Scott-Knott

Fonte: Genes (Cruz, 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando que foram avaliadas três características relevantes em híbridos de milho, a altura da planta (ALT), a altura da inserção da primeira espiga (A1E) e a produtividade (PROD), a análise de variância permitiu quantificar a magnitude dos efeitos genéticos, ambientais e da interação genótipo por ambiente sobre cada variável. Dessa forma, foi possível avaliar o desempenho relativo dos híbridos e a influência da competição entre plantas.

Tabela 5 – Resumo da Análise de variância da altura de plantas (ALT), altura da inserção da primeira espiga (A1E) e produtividade de grãos (PROD) de diferentes híbridos de milho, considerando blocos, competidores e a interação Híbrido (H) × Competidor (C).

FV	GL	Quadrados Médios e valores do teste F					
		ALT (cm)	F	A1E (cm)	F	PROD (t ha ⁻¹)	F
Bloco	2	195449,1		92929,9		233,8	
Competidor (C)	14	1520	0,82 ^{ns}	636,8	0,71 ^{ns}	16,43	1,43 ^{ns}
Erro A	28	1846		888,1		11,45	
Híbrido (H)	14	2527	18,08**	2332,6	23,02**	33,75	11,04**
C x H	196	131,2	0,93 ^{ns}	78,35	0,77 ^{ns}	3,18	1,04 ^{ns}
Erro B	420	139,7		101,2		3,05	
Médias		165,2		85,14		6,373	
CV _a		26,01		35		53,11	
CV _b		7,15		11,82		27,43	
CV _g		4,40		85,14		12,96	
h _g ²		94,47		95,66		90,95	

Nota: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV_a = Coeficiente de variação da parcela; CV_b = Coeficiente de variação da subparcela; CV_g = Coeficiente de variância genética; h_g² = Herdabilidade. Fonte: Próprio autor.

A análise de variância da altura (ALT) (Tabela 5), revelou efeito significativo dos híbridos, (F = 18,08) indicando a existência de diferenças genéticas reais entre os materiais avaliados. Por outro lado, o fator competidor (F = 0,82) não apresentou efeito significativo, sugerindo que o tipo de híbrido vizinho não exerceu influência expressiva sobre o crescimento das plantas. A interação Competidor × Híbrido (F = 0,93) também foi não significativa, evidenciando comportamento semelhante entre os genótipos nas diferentes condições de competição, o que demonstra estabilidade fenotípica quanto a essa característica.

O efeito dos blocos ($QM = 195449,1$) indica que fatores ambientais relacionados à posição das parcelas no campo influenciaram o desenvolvimento das plantas. Assim, o uso do delineamento em blocos foi eficiente para reduzir a interferência ambiental nos erros e aumentar a precisão experimental. No presente estudo, o erro a permaneceu dentro de valores esperados para experimentos de campo, refletindo a variabilidade natural entre plantas e condições do ambiente, enquanto o erro b apresentou valores baixos, indicando boa uniformidade entre subparcelas.

Comparando com a literatura, Scapim; Carvalho; Cruz (1995) e Fritsche-Neto et al. (2012) sugerem que coeficientes de variação experimental para altura de plantas entre 20 e 30% podem ser considerados médios a altos, enquanto para produtividade acima de 50% indicam elevada variabilidade residual em experimentos de campo com milho. Cargnelutti Filho; Storck (2007) reportaram valores de 5 a 45% para produtividade, em 101 ensaios de cultivares de milho, mostrando que valores elevados refletem maior influência de fatores ambientais ou experimentais.

Quanto aos parâmetros estatísticos e genéticos analisados no presente estudo, o CV_a ($ALT = 26,01\%$; $A1E = 35,0\%$; $PROD = 53,11\%$) reflete a variabilidade entre parcelas principais, enquanto o CV_b ($ALT = 7,15\%$; $A1E = 11,82\%$; $PROD = 27,43\%$) foi baixo para ALT e A1E, e moderado para PROD, indicando boa uniformidade entre subparcelas. Esses resultados evidenciam que, dentro de cada parcela principal, as diferenças observadas foram pequenas, permitindo mensurar diferenças confiáveis entre os tratamentos para ALT e A1E, enquanto para PROD a variabilidade residual entre subparcelas deve ser considerada.

A análise de variância da altura de inserção da primeira espiga (A1E) evidenciou diferenças genéticas significativas entre os híbridos ($F = 23,02$; $p < 0,01$). O efeito do competidor ($F = 0,71$) e da interação Híbrido $\times$ Competidor ($F = 0,77$) não foi significativo, indicando que a presença de plantas vizinhas não alterou a altura da espiga e que os híbridos responderam de forma relativamente uniforme à competição. Esses resultados sugerem que, para essa característica, a influência do ambiente competitivo é mínima, permitindo que a seleção de genótipos seja feita independentemente da densidade ou composição de vizinhança no campo experimental.

Referindo-se à análise de variância da produtividade (PROD), confirma que o efeito do híbrido foi altamente significativo ($F = 11,04$; $p < 0,01$), evidenciando que as diferenças observadas nas médias podem ser atribuídas às características intrínsecas dos genótipos. Em contrapartida, o efeito do competidor ($F = 1,43$) e da interação competidor por híbrido ($F = 1,04$) não apresentou significância, indicando que a presença ou o tipo de competidor não

influenciou de forma relevante a produtividade. A ausência de interação significativa sugere que o desempenho superior dos híbridos mais produtivos se mantém consistente independentemente do ambiente competitivo.

O CV_g (ALT = 4,41%; A1E = 85,14%; PROD = 12,96%), por sua vez, indica a magnitude da variação genética em relação à média da característica. Os valores observados revelam que, especialmente para ALT e PROD, a variação genética entre os híbridos é expressiva, evidenciando o potencial de resposta à seleção. A elevada herdabilidade no sentido amplo (h_g^2), variando de 90,95% a 95,66% para as três características, indica que a maior parte da variação fenotípica é determinada por fatores genéticos e não pelo ambiente, ou seja, os genótipos diferem significativamente em seu desempenho. Segundo Schmidt et al. (2019) e Piepho e Mohring (2007), magnitude é considerada alta, uma vez que, valores elevados de h_g^2 em plantas sugerem que a seleção de indivíduos superiores será eficaz, pois as diferenças genéticas observadas têm alta probabilidade de serem transmitidas às próximas gerações. Dessa forma, os híbridos avaliados apresentam forte potencial para melhoramento genético, especialmente para características como altura e produtividade.

Em síntese, os parâmetros CV_a , CV_b , CV_g , h_g^2 , indicam que, embora exista variabilidade genética entre os híbridos, a precisão experimental é limitada para os caracteres com maior variação, como produtividade, devido aos altos coeficientes de variação. Ainda assim, os resultados permitem identificar diferenças entre os materiais e oferecem uma base inicial para interpretações mais consistentes, sobretudo para as características morfológicas, que apresentaram menor variação.

Dessa forma, a integração dos dados evidencia que a seleção adequada dos híbridos constitui um fator determinante para o aumento da produtividade, enquanto os efeitos relacionados à competição entre plantas foram mínimos no contexto experimental.

Tabela 6 – Médias para altura de plantas (ALT), altura da inserção da primeira espiga (A1E) e produtividade de grãos (PROD) para 15 híbridos.

HÍBRIDOS*		ALT (cm)	A1E (cm)	PROD (t ha ⁻¹)
1	A1	175,0 a	93,6 a	5,64 c
2	A2	155,5 d	81,3 c	4,98 c
3	A3	164,7 c	80,2 c	7,15 a
4	A4	162,7 c	89,4 b	7,06 a
5	A5	158,1 d	75,6 d	6,10 b
6	A6	176,6 a	94,9 a	7,25 a
7	A7	163,9 c	85,5 b	6,29 b
8	A8	157,6 d	80,0 c	4,77 c
9	A9	176,2 a	94,0 a	6,85 a
10	A10	170,9 b	92,3 a	7,03 a
11	A11	157,3 d	78,7 c	6,1 b
12	A12	155,5 d	75,7 d	5,30 c
13	A13	171,4 b	92,0 a	7,59 a
14	A14	167,4 b	86,1 b	6,37 b
15	A15	163,2 c	75,7 d	6,96 a

Fonte: Próprio autor.

A Tabela 6 apresenta as médias de altura das plantas (ALT) para cada híbrido. Observa-se que A1, A6 e A9 formaram o grupo “a”, com as maiores alturas médias, enquanto A2, A5, A11 e A12, agrupados em “d”, apresentaram os menores valores, evidenciando a variabilidade genética existente entre os genótipos quanto ao vigor vegetativo.

No que se refere à altura da inserção da primeira espiga (A1), os híbridos A1, A6, A9, A10 e A13 apresentaram os maiores valores, agrupados no grupo “a”, enquanto A5, A12 e A15 apresentaram as menores alturas, no grupo “d” (75,6 a 75,7 cm), evidenciando espigas mais baixas. Embora essa característica possa conferir maior resistência ao acamamento. Os híbridos intermediários, distribuídos nos grupos “b” (A4, A7, A14; 85,5 a 89,4 cm) e “c” (A2, A3, A8, A11; 78,7 a 81,3 cm), apresentaram valores intermediários de altura da espiga, demonstrando um gradiente contínuo de variação entre os genótipos e indicando expressiva variabilidade genética. Além disso, durante o experimento, algumas plantas desenvolveram mais de uma espiga, sendo todas menores em comparação àquelas que produziram apenas uma espiga.

Em relação à produtividade (PROD), observou-se que os híbridos A3, A4, A6, A9, A10, A13 e A15 apresentaram os maiores valores, variando de 7,03 a 7,59 t ha⁻¹, compondo o grupo “a” e evidenciando seu desempenho superior em relação aos demais tratamentos. Híbridos como A5, A7, A11 e A14 apresentaram produtividades intermediárias (6,10 a 6,37 t ha⁻¹),

formando o grupo “b”, enquanto os híbridos A1, A2, A8 e A12 registraram os menores valores (4,77 a 5,64 t ha⁻¹), correspondendo ao grupo “c”.

Embora a altura da planta (ALT) e a altura da inserção da primeira espiga (A1E) não sejam fatores determinantes isolados para a obtenção da máxima produtividade (PROD), os dados indicam uma tendência clara entre essas variáveis. Híbridos que combinam maior estatura com espigas posicionadas relativamente altas, como A1, A6, A9, A10 e A13, tendem a apresentar produtividade superior, enquanto aqueles de menor altura ou com espigas mais próximas da base, exemplificados por A2, A5, A8 e A12, apresentam rendimento reduzido.

Os resultados reforçam a necessidade de considerar múltiplas características na seleção de híbridos, visando otimizar rendimento e estabilidade no campo experimental. Observou-se ainda que, durante o experimento, no bloco 3, tanto a altura quanto a posição da espiga foram consideravelmente menores em relação aos blocos 1 e 2, evidenciando a relevância do delineamento em blocos para reduzir interferências externas e garantir maior confiabilidade dos dados.

A análise conjunta dessas características evidencia que, embora existam diferenças marcantes entre os genótipos quanto à altura e à posição da espiga, os híbridos mais produtivos nem sempre correspondem aos mais altos, indicando a influência de fatores genéticos e fisiológicos adicionais no desempenho produtivo. Embora o efeito do competidor não tenha apresentado significância estatística, os resultados sugerem a possibilidade de que híbridos que favorecem o crescimento de plantas vizinhas possam apresentar redução em sua própria produtividade. Esse padrão sugere que a simples presença de vizinhos não garante aumento do rendimento individual, destacando a importância de selecionar combinações de híbridos que maximizem o desempenho coletivo.

Adicionalmente, os resultados confirmam que os efeitos genéticos dos híbridos permanecem como o principal determinante da produtividade, reforçando que a alocompetição deve ser considerada em conjunto com a seleção criteriosa de genótipos de alto potencial. O entendimento das interações entre plantas vizinhas possibilita identificar combinações que minimizam efeitos negativos de dominância competitiva e promovem maior eficiência na utilização de luz, água e nutrientes.

5. CONCLUSÕES

- O efeito da alocompetição não foi estatisticamente significativo, indicando que, nas condições experimentais, o tipo de híbrido vizinho não alterou de forma consistente o desenvolvimento ou rendimento das plantas.
- Não foi possível selecionar os melhores híbridos, sendo necessário identificar os compostos mais promissores para assegurar um ganho geral positivo em produtividade.
- Quanto mais o competidor favorece o híbrido vizinho, menos produtivo ele se torna.
- A junção de bons híbridos pode resultar em boas produtividades e compostos multigenotípicos promissores, além de auxiliar na redução da vulnerabilidade genética da cultura.

6. REFERÊNCIAS

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. *A cultura do milho*. Évora: Universidade de Évora, Departamento de Fitotecnia, 2014.

BORÉM, A. *Melhoramento de plantas*. 20. ed. Viçosa: Editora UFV, 1997. p. 547.

BINKLEY, D.; STAPE, J. L.; RYAN, M. G. Thinking about efficiency of resource use in forests. *Forest Ecology and Management*, v. 193, p. 5–16, 2004.

BOYDEN, S.; BINKLEY, D.; STAPE, J. L. Competition among Eucalyptus trees depends on genetic variation and resource supply. *Ecology*, Columbus, v. 89, n. 10, p. 2850–2859, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/07-1733.1>. Acesso em: 07 dez. 2025.

BRUZI, A. T.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, Â. D. F. B.; FERREIRA, D. F.; SENA, M. R. Homeostasis in vean population with different genetics structures. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Londrina, v. 7, n. 2, p. 111–116, 2007.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 1, p. 17–24, 2007. DOI: 10.1590/S0100-204X2007000100003.

CHAVES, L. J. Interação de genótipos com ambientes. In: NASS, L. L. et al. (Ed.). *Recursos genéticos e melhoramento – Planta*. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 673–713.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Boletim da Safra de Grãos – 11º Levantamento – Safra 2024/25*. Brasília, 14 ago. 2025. Disponível em: <https://mailing.conab.gov.br/lists/lt.php?id=eh0GUgUEVR1YB1pQGgVdAQE>. Acesso em: 16 ago. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos – Safra 2023/24: Décimo levantamento, julho 2024*. Brasília: Conab, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 16 ago. 2025.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 4. ed. Viçosa: UFV, 2013.

DARÓS, R. *Cultura do milho: manual de recomendações técnicas*. Dourados, MS: AGRAER – Agência Regional de Dourados, 2015. 11 f.

EDMEADES, G. O.; DAYNARD, T. B. The development of plant-to-plant variability in maize at different planting densities. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 59, p. 561–576, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação dos solos*. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Milho: recomendações técnicas para cultivo*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Milho: caracterização e desafios tecnológicos*. Série Desafios do Agronegócio Brasileiro (NT2). Brasília, DF: Embrapa, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Importância socioeconômica do milho*. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em: 16 ago. 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Agricultural production statistics 2010–2023*. Rome: FAO, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/agricultural-production-statistics-2010-2023/en>. Acesso em: 16 ago. 2025.

FRITSCHÉ-NETO, R.; VIEIRA, R. A.; SCAPIM, C. A.; MIRANDA, G. V.; REZENDE, L. M. Updating the ranking of the coefficients of variation from maize experiments. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 2012. DOI: 10.4025/actasciagron.v34i1.13115.

HELLAND, S. J.; HOLLAND, J. B. Blend response and stability and cultivar blending ability in oat. *Crop Science*, Madison, v. 41, n. 6, p. 1689–1696, nov./dez. 2001.

MADDONNI, G. A.; OTEGUI, M. E. Intra-specific competition in maize: contribution of extreme plant hierarchies to grain yield, grain yield components and kernel composition. *Field Crops Research*, v. 97, n. 2–3, p. 155–166, 2006.

MARTINS, G. S.; MOURA, G. P. L.; RAMALHO, M. A. P.; GONÇALVES, F. M. A. Performance of Eucalyptus clones in auto and allocompetition. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v. 63, n. 1-2, p. 9–15, 2014.

MCNAUGHTON, S. J.; WOLF, L. L. *General ecology*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1973. 710 p.

MIRANDA, R. A.; DURÃES, F. O. M.; GARCIA, J. C.; PARENTONI, S.; SANTANA, D. P.; PURCINO, A. Á. C.; ALVES, E. R. Supersafra de milho e o papel da tecnologia no aumento da produção. *Revista de Política Agrícola*, v. 28, n. 2, p. 149–150, out. 2019.

MOURA, G. P. L. Estimação de parâmetros de competição entre clones de eucalipto. 2009. 71 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

PERECIN, D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CORRENTE, J. E.; BARBIN, D. Competição entre variedades: modelos biométricos e planejamento experimental. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 15, n. 1, p. 1–18, 1997.

PIEPHO, H.-P.; MOHRING, J. Computing heritability and selection response from unbalanced plant breeding trials. *Genetics*, v. 177, n. 3, p. 1881–1888, 2007. DOI: 10.1534/genetics.107.074229.

PORTUGAL, J. R.; SILVA, M. P.; ALMEIDA, R. E. M.; SANTOS, G. G. Caracterização climática de Selvíria – MS. *Revista Engenharia Agrícola*, v. 35, n. 6, p. 1087–1100, 2015.

RESENDE, R. T.; SOARES, A. A. V.; FORRESTER, D. I.; MARCATTI, G. E.; SANTOS, A. R.; TAKAHASHI, E. K.; SILVA, F. F.; GRATTAPAGLIA, D.; RESENDE, M. D. V.; LEITE, H. G. Environmental uniformity, site quality and tree competition interact to determine stand productivity of clonal Eucalyptus. *Forest Ecology and Management*, Amsterdã, v. 410, n. 15, p. 76–83, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.12.038>. Acesso em: 12 out. 2025.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. A proposal of variation coefficient classification for corn growing. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 1995. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab1995.v30.4353.

SCHMIDT, P.; HARTUNG, J.; BENNEWITZ, J.; PIEPHO, H.-P. Heritability in plant breeding on a genotype difference basis. *Genetics*, v. 212, n. 4, p. 991–1008, 2019. DOI: 10.1534/genetics.119.302134.

SILVA, L. E. B. da. Desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.). *Diversitas Journal*, v. 5, n. 3, p. 234–249, 2020.

TETIO-KAGHO, F.; GARDNER, F. P. Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield, and yield adjustments. *Agronomy Journal*, v. 80, p. 935–940, 1988.

TOKATLIDIS, I. S. Adaptação de culturas à densidade para otimizar o rendimento de grãos: implicações para o melhoramento genético. *Euphytica*, v. 213, 92, 2017. DOI: 10.1007/s10681-017-1874-8.

TOKATLIDIS, I. S. Crop resilience via inter-plant spacing brings to the fore the productive ideotype. *Frontiers in Plant Science*, v. 13, p. 934359, 2022. DOI: 10.3389/fpls.2022.934359.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). *World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE), August 2024*. Washington, 2024. Disponível em: <https://www.usda.gov>. Acesso em: 16 ago. 2025.