

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

**Marieli Aparecida Maestá**

**VARIETADES E HÍBRIDOS INTERVARIETAIS DE MILHO EM CONDIÇÕES DE  
AGRICULTURA ORGÂNICA**

**Ilha Solteira**

**2024**

**Marieli Aparecida Maestá**

**VARIETADES E HÍBRIDOS INTERVARIETAIS DE MILHO EM CONDIÇÕES DE  
AGRICULTURA ORGÂNICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –  
Unesp, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

João Antonio da Costa Andrade  
**Orientador**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Maestá, Marieli Aparecida.

M186v Variedades e híbridos intervarietais de milho em condições de agricultura orgânica / Marieli Aparecida Maestá. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024  
35 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) -  
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2024

Orientador: João Antonio da Costa Andrade

Inclui bibliografia

1. Sistema orgânico. 2. Dialelo completo. 3. Capacidade geral de  
combinação. 4. Capacidade específica de combinação. 5. *Zea mays*.

  
Amanda Sertori dos Santos

Bibliotecária - CRB/8-9061  
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao  
Usuário e Documentação  
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA**

**ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

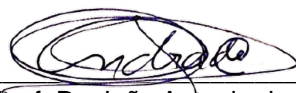
**TÍTULO: "VARIEDADES E HÍBRIDOS INTERVARIETAIS DE MILHO  
EM CONDIÇÕES DE AGRICULTURA ORGÂNICA"**

ALUNA: MARIELI APARECIDA MAESTÁ - RA: 181050171

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE

Aprovada ( x ) – Reprovada ( ) pela Comissão Examinadora com a Nota: 9,5.

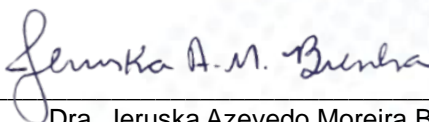
Comissão Examinadora:



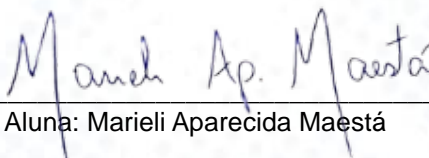
Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade  
Presidente (Orientador)



Ms. Dardânia Soares Cristeli



Dra. Jeruska Azevedo Moreira Brenha



Aluna: Marieli Aparecida Maestá

Ilha Solteira - SP, 04 de janeiro de 2024.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais Francisco Maestá e Lucilia Conceição Maestá que são responsáveis pela pessoa que sou hoje e por eu ter chegado até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus que me deu o dom da vida, a força, a sabedoria e a persistência de sempre seguir em frente.

Agradeço a minha família que serve como base, inspiração e apoio para todos os meus passos. Ao meu irmão Marcelo Francisco Maestá, maior incentivador para que eu chegasse até a universidade, em especial a UNESP, e foi meu apoio em cada etapa.

Ao meu namorado que esteve sempre ao meu lado, me incentivando e me fazendo acreditar que sou capaz de tudo, meu fortalecedor nos momentos mais difíceis.

Aos amigos que me acompanharam nessa trajetória, em especial minha dupla de faculdade Maria Clara Shiroma que foi e sempre será suporte nos estudos e na vida, um porto seguro em meio a tempestade, bem como a Caroliny Berceli que esteve ao meu lado. Aos amigos que fiz dentro do Grupo de Melhoramento Genético e Genética Quantitativa, sobretudo a Anyele Zago e Bianca Rissato, que além de serem ajuda e alegria na condução do trabalho a campo se tornaram especiais em minha vida.

Minha gratidão especial ao Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade por todo apoio, paciência, dedicação e grandes ensinamentos no decorrer desse projeto e todo período de orientação.

A Universidade Estadual Paulista e todo seu corpo docente por possibilitar minha formação e todo conhecimento passado. Aos funcionários da Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão pelo auxílio na condução do experimento a campo.

Por fim, expresso minha eterna gratidão por todos, cada pessoa foi essencial para a construção de mais um degrau na minha história.

Obrigada!

“Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância”. John F. Kennedy.

## RESUMO

O milho possui destaque dentro do setor comercial, sendo o Brasil o terceiro maior produtor do mundo. Há uma crescente preocupação com a redução de impactos ambientais e a agricultura orgânica entra nesse sentido. Entretanto, apenas 0,3% da produção brasileira é feita nesse sistema, havendo, então, uma necessidade de encontrar cultivares já existentes que se adaptem a essa condição e de obter cultivares específicas para isso. O objetivo do trabalho foi verificar as potencialidades de seis variedades e seus híbridos para uso direto e em programa de melhoramento para milho orgânico. Para isso foi avaliado um dialelo completo entre seis variedades de milho, com análise pelo método II de Griffing, que avalia genitores e F1's. Foram avaliados os caracteres altura de plantas, altura de espigas, porcentagem de plantas em pé, porcentagem de espigas gessadas, prolificidade e rendimento de grãos. Foi encontrada significância para capacidade geral de combinação apenas para o rendimento de grãos e as alturas de plantas e espigas, enquanto para capacidade específica de combinação a significância foi apenas para estes dois últimos. Em função das capacidades de combinação e das médias, conclui-se que as variedades AL Avaré e os híbridos intervarietais AL Piratiniga x Isanão VD-1 PROL 7 e AL Avaré x Isanão VD-1 PROL 7 são os indicados para uso direto. O melhor composto deve ser formado por AL Avaré, Isanão VD-1 PROL 7 e Composto AG e, por fim, para menor altura de plantas e espigas o melhor cruzamento a ser explorado em um programa de seleção recorrente recíproca é AL Avaré x Composto Flintisa.

**Palavras-chave:** sistema orgânico, dialelo completo, capacidade geral de combinação, capacidade específica de combinação, *Zea mays*.



## ABSTRACT

Corn stands out within the commercial sector, being Brazil the third largest producer in the world. There is a growing concern with the reduction of impacts to the environment and organic agriculture enters this direction. However, only 0.3% of the Brazilian production is made in this system, and there is then a need to find pre-existing cultivars that adapt to this condition and to obtain specific cultivars for it. The objective of the study was to verify the potentialities of six varieties and their hybrids for direct use and in an organic improvement program. For this purpose, a complete diallel among six corn varieties was evaluated, with analysis using Griffing's method II. It was found significance for general combining ability only for grain yield and plant height and ear height, while that for specific ability combining the significance was only for the latter two. According of the combining ability and the averages, it is concluded that the varieties AL Avaré and the intervarietal hybrids AL Piratiniga x Isanão VD-1 PROL 7 and AL Avaré x Isanão VD-1 PROL 7 are indicated for direct use. The best composite must be formed by AL Avaré, Isanão VD-1 PROL 7 and Composto AG and, finally, for lower plant height and ear height the best crossing to be explored in a reciprocal recurrent selection program is AL Avaré x Composto Flintisa.

**Keywords:** organic system, diallel, general combining ability, specific combining ability, *Zea mays*.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	- Esquema dialélico incluindo seis genitores e seus híbridos intervarietais.....	23
<b>Tabela 2</b>	- Quadrados médios da análise de variância dialélica, médias e coeficiente de variação (CV) para os caracteres altura de plantas (AP em cm), altura de espiga (AE em cm), % de plantas em pé (PP), prolificidade (PRO), % de espigas gessadas (EG) e rendimento de grãos (RG em kg ha <sup>-1</sup> ).....	26
<b>Tabela 3</b>	- Capacidade geral de combinação dos seis genitores para os caracteres altura de plantas (cm), altura de espiga (cm) e rendimento de grãos (kg ha <sup>-1</sup> ).....	27
<b>Tabela 4</b>	- Estimativas da capacidade específica de combinação e heterose para altura de plantas (cm), altura de espigas (cm) e rendimento de grãos.....	28
<b>Tabela 5</b>	- Médias e teste de Scott-Knott para altura de plantas, altura de espigas e rendimento de grãos (kg ha <sup>-1</sup> ) das variedades e dos híbridos intervarietais.....	29

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- VPAs - Variedades de polinização aberta
- CGC - Capacidade Geral de Combinação
- CEC - Capacidade Específica de Combinação
- AP - Altura de plantas
- AE - Altura de espigas
- PP - % de Plantas em pé
- EG - Espigas gessadas
- PRO - Prolificidade
- RG - Rendimento de grãos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1	A CULTURA DO MILHO.....	15
2.2	AGRICULTURA ORGÂNICA.....	16
2.3	VARIETADES E HÍBRIDOS INTERVARIETAIS.....	18
2.4	DIALELOS E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO.....	20
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo todo por ser uma espécie majoritariamente domesticada, acreditando-se que a sua domesticação tenha acontecido há mais de 10.000 anos, tornando-se a base da alimentação de civilizações Pré-colombianas como Maias, Incas e Astecas (Borém, 2005). Ocupa lugar de destaque no setor comercial, em função do seu valor nutricional e por ser uma cultura muito produtiva, além da sua versatilidade na utilização do produto final, que se aplica desde a alimentação humana e animal até matéria prima agroindustrial (Dourado Neto; Fancelli, 2000; Faustino *et al*, 2020).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, mas apenas 0,3% dessa produção é originada de sistemas orgânicos (Santos, 2017). No entanto, há uma preocupação em se agredir menos o ambiente com práticas que utilizem menos insumos. Com isso, há necessidade de o melhoramento genético verificar possíveis cultivares já existentes que se adaptem a esses sistemas e, também, se preocupar em obter novas cultivares especificamente adaptadas para essas situações. Um desses sistemas é a agricultura orgânica, que tem por finalidade oferecer produtos livres de contaminantes que possam prejudicar a saúde do produtor e consumidor e reduzir práticas de manejos que prejudiquem o ambiente, como aplicação de defensivos e adubos sintéticos (Mapa, 2016).

De acordo com o SEBRAE (2019), o mercado dos orgânicos é um setor que vem se consolidando no Brasil, com mais de 15 mil propriedades certificadas. O país tem se tornado nome de destaque na produção e exportação de alimentos orgânicos e o grande problema é que a demanda está sendo maior que a oferta. A produção de orgânicos cresce mais de 20% ao ano e ainda assim a oferta é baixa, pois 70% da produção de orgânicos no país é destinada à exportação.

Com o passar dos anos, muitas pesquisas voltadas ao melhoramento genético foram desenvolvidas para o aperfeiçoamento do milho para fins agrícolas. O milho possui uma variabilidade genética muito alta e permite obtenção de cultivares adaptadas aos mais diferentes ambientes. No entanto o seu melhoramento para o sistema orgânico é uma área muito nova de pesquisa, uma vez que estudos relacionados ao comportamento de genótipos a esse tipo de sistema e bancos de germoplasmas adaptados a essas condições de cultivo, ainda são escassos. Portanto, existe uma demanda crescente por cultivares com

adaptação específica a esse sistema de cultivo (Ribeiro, 2022).

A utilização de genótipos com uma maior adaptabilidade ao sistema orgânico é um dos fatores que contribuem para a obtenção de rendimentos melhores e oferecem competitividade para o produto orgânico dentro do mercado. Além disso, variedades destinadas à agricultura convencional podem não ser as mais produtivas em condição orgânica, existindo, inclusive, divergências no ganho de produção obtidos dentro de uma seleção em ambiente orgânico para aquela praticado no sistema convencional (Souza, 2015).

Os métodos de melhoramento para a finalidade orgânica são os mesmos tradicionalmente usados nos outros sistemas. O que difere é que tudo deve ser conduzido no sistema orgânico, para que haja uma convergência na mudança da frequência alélica e na alteração dos caracteres para melhor produzir nesse sistema. Também é preciso levar em consideração algumas características de interesse dentro dessa realidade, como um sistema radicular bem desenvolvido, a capacidade competitiva com plantas daninhas, sua eficiência na absorção e no uso dos nutrientes disponíveis e a resistência a doenças, visto que nesse sistema as plantas podem estar mais susceptíveis a estresses bióticos e abióticos (Oliveira *et al.*, 2011; Landau; Campanha; Matrangolo, 2021).

Embora não se descarte o uso de híbridos de linhagens, as variedades de polinização aberta são muito utilizadas assim como os seus híbridos intervarietais, que possuem variabilidade genética parecida com as variedades, mas com a vantagem de poderem ser mais vigorosos devido à heterose dos cruzamentos. As variedades se destacam dentro de condições de agricultura familiar e pequenas propriedades, devido ao seu baixo custo de aquisição que chega a ser 20% inferior ao das sementes híbridas, sua maior plasticidade às condições desfavoráveis e a possibilidade de produção de sementes, sem haver redução em seu potencial produtivo (Emygdio; Pereira, 2006).

Segundo Borém (2005), para a instalação de um programa de melhoramento, o melhorista tem que se ater a dois princípios básicos: materiais e métodos. O material refere-se ao germoplasma a ser utilizado e a escolha e caracterização do material base para a seleção garante a eficiência dela. Para escolha de material básico, o uso de dialelos entre variedades (ou populações) é difundido entre os melhoristas de milho, pois possibilita a identificação de materiais promissores para uso imediato (variedades ou híbridos intervarietais) e a indicação

de materiais (variedades, compostos) para início de programa de seleção recorrente. Se houver interesse também fornece informações dos melhores pares de variedades para extração de linhagens e seleção recorrente recíproca.

Com base nisso, os objetivos do trabalho foram verificar o potencial de variedades e híbridos intervarietais para utilização direta; a possibilidade da formação de compostos promissores para seleção recorrente intrapopulacional e identificar cruzamentos intervarietais potenciais para início de seleção recorrente recíproca sob um sistema de produção orgânica.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho se encontra na classe Liliopsida, família Poaceae e gênero *Zea*, sendo classificado cientificamente como *Zea mays* L. É uma planta diploide com  $2n=20$  cromossomos, monóica de sistema de reprodução alógama (fecundação cruzada acima de 95%) e de ciclo anual, com o vento como principal polinizador. Seu sistema radicular é fasciculado apresentando raízes adventícias, colmo cilíndrico e ereto, não apresenta ramificações e suas folhas são dispostas de forma alternada e variam em altura de 1 a 4 metros (Rosa, 2019).

Consiste em uma planta de origem Mesoamericana, domesticada e evoluída a partir de um Teosinto (*Zea mays* spp. *Parviglumis*) na região considerada como berço para a evolução do milho, localizada ao Sul do México (Munarini, 2013). Servindo como a principal base alimentar para culturas americanas originárias e para muitas outras a seguir, ele vem sendo cultivado desde 7.000 a.C, com registro mais antigo de restos de espiga datados de mais de 7.000 anos atrás (Alcantara, 2019; Rosa, 2019). Ao longo dos anos, foi passando por seleções no campo praticada pelo homem, favorecendo os caracteres que os interessava, em ambientes de cultivo diversos com ocorrência de mutações e hibridações dando origem a uma gama diversa e numerosa de milhos no decorrer da história (Pinheiro *et al.*, 2021; Munarini, 2013).

Sua produção ocorre na primeira safra (safra de verão) semeada entre setembro e dezembro, com colheita entre janeiro e abril e na segunda safra, também, conhecida como safrinha, semeada entre janeiro e março, encaixada no contexto de

sucessão de culturas, sobretudo a soja (Sanches; Alves; Barros, 2018; Souza; Silveira; Ballini, 2023). É cultivado nos diversos perfis produtivos, desde pequenas até grandes propriedades, de regiões frias a quentes, tanto para grãos quanto silagem, tendo sua produtividade influenciada por fatores ambientais e nível técnico adotado, culminando em diferentes potenciais produtivos (Artuzo *et al.*, 2019).

Nas duas primeiras décadas do século XXI, houve uma reestruturação considerável quanto a composição de oferta e demanda dentro do mercado brasileiro de milho. Por consequência da transferência da produção para segunda safra, junto com um aumento em produtividade, teve-se a elevação da oferta e, quanto a demanda, seu crescimento se deu em virtude do aumento do consumo interno para a cadeia de proteína animal e da busca por mercados para exportação, a fim de escoar o excedente doméstico. Desse modo, gerou uma nova dinâmica de mercado com a produção nacional na segunda safra passando de 30% na safra 2006/2007 para 53,6% em 2011/2012 quando se reverteu expressivamente o cenário, superando a primeira safra (Sanches; Alves; Barros, 2018; Souza; Silveira; Ballini, 2023).

O milho é uma das commodities agrícolas dominantes no mercado nacional e internacional, com a maior parte mundialmente destinada para ração animal, sendo um dos principais cereais consumidos, desempenhando importante papel na segurança alimentar (Artuzo *et al.*, 2019). Na safra 2022/2023 a produção brasileira chegou a 132 milhões de toneladas, representando um aumento de 16,6% referente ao ano anterior, com apenas 3% de aumento em área, demonstrando um aumento em produtividade, com uma exportação prevista de 50 milhões de toneladas, o que representa 38% da produção brasileira (Conab, 2023).

## 2.2 AGRICULTURA ORGÂNICA

A FAO (Organização das Nações Unidas para alimentação e Agricultura) é uma das incentivadoras do fomento ao desenvolvimento da agricultura orgânica, pensando na produção de alimentos que satisfaçam as necessidades nutricionais da população junto à proteção aos recursos naturais. Ademais, é uma importante ferramenta para cumprimento do objetivo 2 da ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) proposto pela ONU que visa acabar com a fome e promover a agricultura sustentável (Landau; Campanha; Matrangolo, 2021).



Consiste em um sistema de produção de base ecológica que proporciona ganhos à biodiversidade, ao meio ambiente e ao homem com melhoria em sua qualidade de vida, sendo um sistema de manejo sustentável que exclui o uso de agroquímicos (fertilizantes de alta solubilidade, agrotóxicos e outros) e o emprego de organismos transgênicos, conservando os recursos naturais. De modo geral, a essência dessa base de produção foca na mínima utilização de insumos externos e no menor impacto possível ao ambiente (Landau; Campanha; Matrangelo, 2021; Santos *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2019).

O milho é fortemente indicado para esse contexto em virtude de sua difusão em todo território e versatilidade de usos. Atualmente, a demanda por grãos de origem orgânica supera a oferta, o que reflete em maior valor agregado, girando em torno de 35 a 50% de incremento no preço, comparado ao milho convencional. Em função da crescente preocupação com o consumo consciente e sustentável, a busca por milho orgânico vem aumentando tanto para o alimento *in natura* para consumo humano, quanto para cadeia de alimentação animal na produção de ovos, frangos e leite bovino orgânicos (Landau; Campanha; Matrangelo, 2021; Ribeiro, 2022).

Os principais produtos orgânicos no Brasil são açúcar mascavo, café, caju, cereais (milho, arroz e trigo), erva-mate, frutas, como a banana e citros, hortaliças e leguminosas e plantas medicinais (Santos *et al.*, 2012). Ainda pensando na cadeia de produção animal, há um grande mercado potencial na criação de suínos, bovinos, ovinos e caprinos tanto no fornecimento de matéria prima orgânica para alimentação desses animais, quanto para o produto final de carne e leite orgânicos (Landau; Campanha; Matrangelo, 2021).

Existem três tipos de certificação para produtos orgânicos (Certificação por Auditoria, Sistemas Participativo de Garantia e Controle Social na Venda Direta) que visam um comércio transparente com garantia de qualidade (Santos *et al.*, 2019). Independente da forma como foi certificado, todos os produtores orgânicos devem ser registrados no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) tutelado pelo MAPA (Landau; Campanha; Matrangelo, 2021).

Em 2021 o número de produtores cadastrados no CNPO foi 22.969, inferior ao valor de 68.716 obtido no Senso Agropecuário, explicado pela declaração de produção orgânica por produtores que estão na transição, vindo da agricultura convencional, já que não se torna imediatamente orgânica uma propriedade, pelos elevados custos de certificação que necessitam de uma organização de produtores

para facilitar o acesso ou, até mesmo, pela falta de assistência técnica e informação a respeito do processo de certificação (Landau; Campanha; Matrangolo, 2021).

Segundo esses cadastros, a maior concentração de produtores de milho orgânico está nos Estados da Região Sul, sobretudo Paraná, e no leste da Região Sudeste, nos locais de menor importância para o milho convencional e em estabelecimentos rurais menores, demonstrando uma oportunidade para emprego de práticas sustentáveis nessas localidades, com ênfase na agricultura familiar (Landau; Campanha; Matrangolo, 2021).

Dentre as barreiras que dificultam a produção do milho orgânico está a maior dificuldade no controle de plantas daninhas em função do não uso de herbicidas e a aquisição de sementes não transgênicas que, após a liberação dos transgênicos no ano de 2008 teve sua oferta reduzida. A exemplo disso, na safra 2019/2020 haviam 169 cultivares registradas para milho grão em que 70% apresentavam alguma transgenia. Em função dessa baixa disponibilidade, em torno de 95% da agricultura orgânica lança mão de cultivares desenvolvidas para o sistema convencional de uso intensivo de insumo que não foram selecionadas para as condições diversas do sistema orgânico (Ribeiro, 2022).

### 2.3 VARIEDADES E HÍBRIDOS INTERVARIETAIS

Segundo Pinheiro *et al.* (2021) a cultivar utilizada é responsável pela maior fatia da produtividade com pelo menos 50% do valor. Desse modo, sua escolha é uma decisão crucial e complexa, visto que são vários os fatores envolvidos indo desde as características do material até o contexto de produção que ele está inserido, precisando levar em consideração o máximo de informação que estiver ao alcance.

As variedades de polinização aberta (VPAs) consistem em uma mistura estável de indivíduos tanto homozigotos quanto heterozigotos, com uma ampla base genética (maior variabilidade) que lhe permite uma maior capacidade de se adaptar às condições adversas, sejam elas edafoclimáticas e/ou de baixa tecnologia, bem como às variações climáticas que existem e muitas vezes são inesperadas, conferindo-lhe maior estabilidade produtiva (Munarini, 2013; Pinheiro *et al.*, 2021).

Essas VPAs entregam, no geral, um menor potencial quanto ao rendimento de grãos quando comparada aos melhores híbridos obtidos do cruzamento entre linhagens puras. Entretanto, como dito anteriormente, sua base genética lhe confere

a vantagem adaptativa. Além disso, as variedades melhoradas atuais podem atingir em torno de 80% da produtividade de híbridos, reduzindo essa diferença em condições não favoráveis, demonstrando mais uma vez sua rusticidade (Munarini, 2013).

Patzlaff *et al.* (2020) concluiu em seu trabalho que as três VPAs de milho da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) apresentaram uma satisfatória produção e qualidade de silagem, se demonstrando uma alternativa aos híbridos, sobretudo para produtores familiares, de produção orgânica e em transição, com o bônus da redução da dependência de recursos externos em função da possibilidade de retenção da semente a custos mais baixos, permitida por esse tipo de material. Ao encontro disso, Araujo *et al.* (2013) traz que é viável técnica e economicamente a utilização de variedades melhoradas de milho para produção de grãos.

Os híbridos intervarietais, por sua vez, são resultado do cruzamento entre duas variedades, apresentando uma base genética intermediária ficando entre híbridos homogêneos e variedades. Apresentam o benefício de explorar a heterose sem o uso de linhas puras, o que não ocorre com os demais híbridos, com o extra de ser mais rústico pela maior variabilidade genética. Entretanto, pode apresentar uma grande desuniformidade quanto aos caracteres agrônômicos. Sua vantagem sobre as VPAs se dá justamente pela exploração da heterose mantendo uma considerável amplitude quanto a base genética (Munarini, 2013; Silva Neto, 2021).

Em relação aos híbridos intervarietais, Souza *et al.* (2020), em estudo a respeito de cultivares de milho sob condição orgânica, concluiu que três híbridos intervarietais do Instituto Agrônomo de Campinas estiveram entre as cultivares de destaque, com uma alta produtividade, evidenciando os ganhos com a hibridação.

Assim como as VPAs, os híbridos intervarietais demonstram-se uma boa opção para produtores em condições edafoclimáticas desfavoráveis e de baixo aporte de insumos, por sua rusticidade e capacidade de adaptação aos locais em que não se consegue a plena expressão do potencial de híbridos modernos de estreita base genética (Munarini, 2013).

## 2.4 DIALELOS E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO

A utilização do método dos cruzamentos dialélicos é amplamente difundida entre os melhoristas com o propósito de selecionar os melhores genitores para um programa de melhoramento com base na sua capacidade de combinação. O termo dialelo é aplicado para exprimir um conjunto de híbridos resultantes do cruzamento entre genitores, podendo ser linhagens, variedades ou clones (para determinadas espécies) (Saito; Andrade, 2017; Barros, 2020). Quando todos os cruzamentos entre os genitores de um grupo são avaliados, tem-se o dialelo completo, mas também existem os dialelos circulantes, em que apenas uma amostra dos possíveis cruzamentos é avaliada e os dialelos parciais em que apenas os cruzamentos entre dois grupos de genitores são avaliados. Nesses dialelos, de acordo com a possibilidade, podem ser ou não incluídos os genitores, os cruzamentos recíprocos e, raramente, gerações  $F_2$  (Cruz; Regazzi, 1997).

Em um sistema de dialelo completo os genitores ( $p$ ) são cruzados entre si, dois a dois, resultando em  $p(p-1) / 2$  híbridos. A metodologia de análise dialélica proposta por Griffing (1956) está entre as mais usadas, sendo responsável por estimar os efeitos e as somas dos quadrados de efeitos das capacidades geral de combinação (CGC) e específica de combinação (CEC) (Cruz; Regazzi, 1997; Barros, 2020). Segundo Pimentel *et al.* (2013), a análise dialélica é o método mais promissor para determinação de genitores e populações segregantes superiores.

A estimativa da CGC é usada como critério para selecionar os melhores genitores, sendo responsável por estimar a participação dos efeitos genéticos aditivos e a frequência de alelos favoráveis, referindo-se ao desempenho médio do parental em uma série de cruzamentos. A CEC, por sua vez, é fruto do desvio do desempenho do cruzamento em relação ao esperado com base na CGC de seus genitores, indicando os efeitos não aditivos, sendo eles a dominância e a epistasia (Oiveira, 2005; Silva, 2020; Pimentel *et al.*, 2013; Rosa, 2019).

Uma boa CGC demonstra uma concentração alta para os alelos favoráveis ou desfavoráveis para determinado caractere, ou seja, pode agir aumentando/favorecendo ou reduzindo/desfavorecendo a expressão do caractere, enquanto uma elevada CEC sinaliza uma boa complementação entre dois genitores, em que genes considerados bons encobrem aqueles ruins pelo efeito epistático ou de dominância. (Oiveira, 2005; Silva, 2020). Ainda, segundo Saito e Andrade (2017)

os cruzamentos mais promissores apresentam elevadas CEC, seja positiva ou negativa, dependendo do que se deseja para o caractere, provenientes de genitores divergentes em que ao menos um apresente um valor alto para CGC.

Analisando esses dados, é possível escolher os melhores pares de genitores para explorar a heterose, que nada mais é que a diferença do cruzamento comparado à média de seus genitores. No milho ela vem sendo uma ferramenta bastante explorada na busca por híbridos superiores e em estudos de materiais heteróticos para produção de híbridos dentro de sistemas de melhoramento. Ademais, auxilia a identificar combinações que tendem ao incremento ou redução de caracteres de interesse (Barros, 2020).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP – *Campus* de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, nas coordenadas 20°20'27''S 51°24'09''W e altitude de 367 metros (Figura 1), cujo solo é argiloso, classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico (Santos *et al.*, 2018). É pertencente ao bioma Cerrado, com clima classificado como Aw por Köppen (Alvares *et al.*, 2013), indicando que se trata de um clima tropical. As chuvas se concentram no verão, sobretudo nos meses de dezembro a fevereiro, enquanto o inverno é caracterizado por seca com o período de maior escassez sendo de junho a agosto. A média de temperatura anual é de 23,5 °C, com média anual de umidade do ar variando de 70 a 80% e pluviosidade média de 1.370 mm.

Foram utilizadas três variedades comerciais (AL Avaré, AL Piratininga e Robusto) e três populações experimentais (Composto Flintisa, Composto AG e Isanão VD-1 PROL 7).

As sementes dos seis materiais foram multiplicadas com polinização manual, dentro de cada um, no segundo semestre/2019. No primeiro semestre/2020 elas foram cruzadas em esquema de dialelo completo, resultando em 15 cruzamentos (Tabela 1). Para obtenção dos cruzamentos, foi realizada a semeadura aos pares em linhas de 10 m, semeadas em duas épocas (5 m em cada época), com intervalo de sete dias. Também foram semeadas duas linhas adicionais de cada material para realizar nova multiplicação.

Figura 1 – Localização da área de condução do experimento dentro da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2023).

Os seis genitores e os 15 cruzamentos foram avaliados em um ensaio em blocos ao acaso, com quatro repetições, na primeira safra 2020/21 no dia 24 de outubro, em uma área antes ocupada por feijão no sistema orgânico. A parcela experimental compôs-se de quatro linhas de 5 m espaçadas de 0,85 m, visando 5 plantas por metro. Para isso, semeou-se 10 sementes por metro com posterior desbaste no estágio de cinco folhas desenvolvidas.

Não foi realizada adubação, muito menos a utilização de herbicidas, fungicidas e inseticidas, seguindo as bases da agricultura orgânica, embora também não tenham sido utilizados todos os produtos permitidos para esse sistema, existindo oportunidades de manejo. O controle de plantas daninhas foi feito de forma mecânica por meio de um cultivo mecânico e duas capinas manuais. O controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) foi biológico, via liberação de

*Trichogramma* com quatro semanas após emergência da cultura, na presença de danos no aparato fotossintético e, novamente, após 15 dias reforçando a população de insetos inimigos naturais.

Tabela 1 – Esquema dialélico incluindo seis genitores e seus híbridos intervarietais.

Genitor	1	2	3	4	5	6
1	Y <sub>11</sub>	Y <sub>12</sub>	Y <sub>13</sub>	Y <sub>14</sub>	Y <sub>15</sub>	Y <sub>16</sub>
2		Y <sub>22</sub>	Y <sub>23</sub>	Y <sub>24</sub>	Y <sub>25</sub>	Y <sub>26</sub>
3			Y <sub>33</sub>	Y <sub>34</sub>	Y <sub>35</sub>	Y <sub>36</sub>
4				Y <sub>44</sub>	Y <sub>45</sub>	Y <sub>46</sub>
5					Y <sub>55</sub>	Y <sub>56</sub>
6						Y <sub>66</sub>

Fonte: Adaptado de Cruz e Regazzi (1997).

Em função da alta ocorrência de formigas saúvas foi utilizada calda a base de água e cal virgem, na proporção de 1 kg do produto para cada 10 litros de água, aplicando de 2 a 3 litros por formigueiro a depender de seu tamanho. Como a incidência continuou, embora reduzida consideravelmente, fez-se mais uma aplicação utilizando 10 g por olheiro de bioisca aprovada para manejo orgânico.

As duas linhas centrais da parcela foram colhidas manualmente e utilizadas para coletar os dados, mensurando-se os seguintes caracteres:

- a) Altura de plantas (AP) – Determinada pela média de cinco plantas competitivas por parcela, medidas em centímetros, do nível do solo ao final da bainha da folha bandeira;
- b) Altura de espigas (AE) – Medida do intervalo entre o nível do solo e a inserção da espiga superior (média de cinco plantas competitivas da parcela em centímetros);
- c) Estande final (EF) - Número total de plantas da área útil de cada parcela no momento da colheita;
- d) Porcentagem de plantas em pé (PP) – Total de plantas da área útil da parcela formando ângulo menor que 20° com a vertical, transformado em porcentagem do estande final;

- e) Número de espigas por parcela (NE) – Total de espigas colhidas na área útil de cada parcela;
- f) Espigas atacadas (AT) – Total de espigas sem grãos devido ao ataque de aves em cada parcela, estimado com base nas partes atacadas de cada espiga, uma vez que a maioria das espigas tinha ataque parcial;
- g) Porcentagem de espigas gessadas (EG) - Total de espigas gessadas (mal granadas) em cada parcela, transformado para % do total de espigas;
- h) Prolificidade (PRO=NE/EF) - número médio de espigas por planta;
- i) Umidade dos grãos (U) – Obtida com medidor eletrônico, em porcentagem, em base úmida;
- j) Massa de grãos (MG) – Massa total dos grãos das espigas colhidas na área útil da parcela em kg.

Procedeu-se, em seguida, a análise estatística convencional e a análise dialélica, considerando modelo fixo para as variáveis AP, AE, PP, PRO, EG e rendimento de grãos (RG), resultante da MG corrigida para espigas atacadas, umidade uniforme de 13% (base úmida), estande ideal de 50 plantas por parcela e convertido para kg ha<sup>-1</sup>. A correção para espigas atacadas, obtendo MG1 foi feita pela fórmula  $MG1 = [(MG/(NE-AT)) \times NE]$ . Em seguida foi feita a correção para 13% de umidade, obtendo  $MG2 = MG1 \times [(1-U)/0,87]$ . A correção para estande ideal foi feita por regressão de MG2 em função do EF, corrigindo cada parcela, obtendo MG3 pela fórmula  $MG3 = MG2 - b(EF-50)$ , em que b é o coeficiente de regressão de MG2 em função do EF. Por fim a conversão para kg ha<sup>-1</sup>, obtendo RG, foi feita pela fórmula  $RG = 10.000 \times MG3 / 8,5$ .

A análise dialélica foi realizada pela aplicação do modelo II de Griffing (1956), em que se tem genitores e F1's, utilizando-se, assim como para as demais análises, o programa Genes (Cruz, 2013). Esse modelo considera que:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$$

Em que:

$Y_{ij}$  = média do híbrido ou progenitor

m = média geral

$g_i$  e  $g_j$  = efeito da CGC do i-ésimo e j-ésimo progenitor



$s_{ij}$  = efeito da CEC do cruzamento entre  $i$  e  $j$

$e_{ij}$  = erro experimental médio.

Todos os valores de heterose foram estimados para orientar na escolha das melhores populações para obtenção de híbridos intervarietais ou indicação de cruzamentos promissores para seleção recorrente recíproca. Ademais, para comparação do desempenho *per se* dos tratamentos, procedeu-se teste de médias Skott-Knott a 5% de probabilidade.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 2, que o teste F dos tratamentos foi significativo a 1% de probabilidade para os caracteres AP, AE e RG demonstrando diferenças entre os genótipos. Segundo Fritsche-Neto *et al.* (2012), os coeficientes de variação (CV) vão de alto (AP, AE e PRO) a muito altos (EG e RG), em função da natureza dos caracteres e a influência que sofrem de outros fatores. As alturas, no geral, são pouco influenciadas pelas condições ambientais, enquanto EG apresentam elevado CV em detrimento da natureza dos dados (Fritsche-Neto *et al.*, 2012). Uma possível explicação para os valores elevados foi a ocorrência de ataques severos de formigas em algumas parcelas reduzindo o número de plantas e, conseqüentemente, afetando os demais caracteres.

A análise de variância dialélica (Tabela 2) demonstrou significância ( $P < 0,01$ ) para CGC para AP, AE e RG. Tal significância indica que há diferenças na concentração de alelos com efeitos aditivos nos genitores para aumentar ou diminuir os fenótipos desses caracteres. As diferenças entre os comportamentos médios dos genitores é uma pressuposição de que se tem materiais melhores para uso em seleção recorrente intrapopulacional (aqueles com CGC mais favorável). Como para RG somente a CGC foi significativa, os efeitos aditivos são ainda mais predominantes no controle desse caractere. Oliveira (2005), concluiu, em seu trabalho a respeito da seleção de genitores para o sistema orgânico, que os efeitos aditivos no contexto da produtividade de grãos são mais importantes que aqueles não aditivos, assim como encontrado por Paterniani *et al.* (2008). Além disso, Kostetzer, Moreira e Ferreira (2009), em um trabalho com variedades de milho, também encontrou a não significância para CEC para rendimento, trazendo que há

maior importância atribuída à CGC em populações com ampla base genética como as usadas nesse estudo.

Tabela 2 – Quadrados médios da análise de variância dialélica, médias e coeficiente de variação (CV) para os caracteres altura de plantas (AP em cm), altura de espigas (AE em cm), plantas em pé (PP em porcentagem), prolificidade (PRO), espigas gessadas (EG em porcentagem) e rendimento de grãos (RG em kg ha<sup>-1</sup>).

FV <sup>(1)</sup>	GL <sup>(2)</sup>	AP	AE	PP	PRO	EG	RG
Blocos	3	4.224,90	2.200,63	69,53	0,4838	208,05	7.179.47
Tratamentos	20	1.420,79**	798,38**	28,64	0,0356	38,52	1.353.61**
CGC <sup>(4)</sup>	5	2.203,47**	1.519,12**	22,38	0,0381	71,42	2.234.90**
CEC <sup>(5)</sup>	15	1.159,90**	558,14**	30,72	0,0348	27,55	1.059.85
Resíduo	60	273,68	190,19	22,25	0,0418	40,47	594.02
CV (%) <sup>(3)</sup>		8,35	13,42	4,89	21,46	108,24	20,99
Média		193,1	100,4	94,1	0,9332	5,74	3.588

\*, \*\* - Significativos em nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

1- Fonte de variação; 2- Graus de liberdade; 3- Coeficiente de variação; 4- Capacidade geral de combinação; 5- Capacidade específica de combinação.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A CEC foi significativa para AP e AE (Tabela 2), indicando que há a participação de efeitos não aditivos (dominância e epistasia) em seu controle e uma complementação gênica entre os genitores. Entretanto, como os quadrados médios das CGC foram superiores aos da CEC, isso implica que os efeitos aditivos são predominantes. Resultados semelhantes foram encontrados por Bordallo *et al.* (2005) para AP e por Paterniani *et al.* (2008) para AP e AE.

Os resultados obtidos a respeito dos efeitos genéticos que são significativos ou predominantes são exclusivos para o conjunto de genitores avaliados (modelo fixo), visto que são próprios das populações presentes no dialelo (Oliveira, 2005).

Para AP e AE, os genitores 6, 4 e 2, nessa ordem, foram os que apresentaram CGC mais elevadas em módulo (Tabela 3) e com valores negativos, indicando uma

concentração de alelos favoráveis para a redução da altura da planta e da espiga, que fornecem facilidades no manejo e consiste em uma característica desejável para o milho moderno (Paterniani *et al.*, 2008).

Tabela 3 – Capacidade geral de combinação dos seis genitores para os caracteres altura de plantas (cm), altura de espiga (cm) e rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>).

<b>Parental</b>	<b>Altura de planta</b>	<b>Altura de espiga</b>	<b>Rendimento de grãos</b>
1 - AL Avaré	8,8646	4,5912	271,3612
2 - Composto Flintisa	-3,5104	-2,1825	-82,3650
3 - AL Piratininga	11,6771	11,0600	-297,4825
4 - IVD1 PROL 7	-6,5729	-3,9950	363,7300
5 - Robusto	-2,1354	-0,9712	-215,4050
6 - Composto AG	-8,3229	-8,5025	-39,8388

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Em relação ao RG, as melhores CGC (Tabela 3) foram, respectivamente, os genitores 4 e 1, sendo os únicos com valores positivos, demonstrando, então, uma concentração de alelos favoráveis ao aumento do rendimento de grãos, que atuam de forma aditiva. De acordo com Oliveira *et al.* (2011), valores elevados para essa estimativa demonstram genitores que se destacam dos demais, seja para pior ou melhor, enquanto valores baixos ficam próximos da média de todos os genitores.

Visando a redução da AP e AE, são de interesse cruzamentos de genitores com valores altos e negativos de CGC (Tabela 3). Desse modo, os cruzamentos mais indicados são 1x2 e 2x3, visto que apresentam CEC (Tabela 4) para AP e AE negativas e pelo menos um genitor com boa CGC, indo de encontro com o recomendado por outros autores (Saito; Andrade, 2017; Gonçalves, 2015). A CEC está ligada à distância genética entre os genitores, com a indicação, por meio de valores elevados, que o desempenho da combinação híbrida difere do esperado com base na CGC dos genitores (Oliveira, 2005; Oliveira *et al.*, 2011). O cruzamento 1x3 apresenta a melhor CEC, entretanto não é interessante em virtude da CGC de ambos os genitores ser positiva, indicando que mesmo havendo a complementação

entre eles, existe a concentração de alelos favoráveis ao aumento das alturas de planta e espiga indo contra o propósito de redução.

Analisando a heterose (Tabela 4) para AP desses cruzamentos, percebe-se ainda uma superioridade do cruzamento 1x2 por apresentar uma redução de 1,2% na média em comparação a seus genitores, enquanto o cruzamento 2x3 teve um acréscimo de 1,7%. Para AE ambos tiveram acréscimos, mesmo possuindo uma combinação favorável de genitores com CGC positiva e negativa aliado a alta CEC. Isso se explica pelo fato de os genitores apresentarem CGC positivas elevadas contribuindo para o aumento do caractere de forma mais intensa, como o parental 3, ou um pouco mais branda, como o 1.

Tabela 4 – Estimativas da capacidade específica de combinação e heterose para altura de plantas (cm), altura de espigas (cm) e rendimento de grãos.

Genitores	Altura de Plantas		Altura de Espigas		Rendimento de Grãos	
	CEC	Heterose (%)	CEC	Heterose (%)	CEC	Heterose (%)
1	-7,098		-3,828		-196,960	
1x2	-5,473	-1,216	-3,054	1,013	156,427	13,798
1x3	-7,411	2,294	-6,547	0,690	-170,656	0,706
1x4	11,089	15,686	8,008	20,776	269,162	19,857
1x5	3,152	9,434	4,484	16,198	-168,743	6,938
1x6	12,839	17,413	4,766	19,293	307,730	13,722
2	0,902		-4,281		-382,857	
2x3	-4,786	1,682	-5,523	1,966	478,660	26,224
2x4	11,214	14,181	8,092	22,895	58,418	18,975
2x5	-4,473	3,317	1,508	14,327	135,613	22,215
2x6	1,714	9,254	7,539	24,880	-63,403	6,908
3	-16,973		-		-191,912	
3x4	11,027	18,639	6,539	22,25	881,065	42,541
3x5	9,839	15,883	9,516	24,51	-133,650	10,361
3x6	25,277	27,626	17,54	37,13	-691,596	-16,446
4	-26,723		-		-753,327	
4x5	18,839	26,833	11,57	37,400	406,588	35,212
4x6	1,277	19,170	1,102	28,288	-108,578	10,451
5	-21,598		-		-591,517	
5x6	15,839	25,932	7,828	36,207	923,227	44,501
6	-28,473		-		-183,690	

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Os cinco híbridos intervarietais mais produtivos (Tabela 5), numericamente, com potencial para uso direto, foram 3x4, 1x4, 5x6, 4x5 e 1x6, destacando-se os genitores 1 e 4, sendo os genitores com maiores valores de CGC para rendimento de grãos. Tais cruzamentos apresentaram heteroses positivas, demonstrando uma superioridade com relação aos seus genitores, com o híbrido 5x6 se sobressaindo com um aumento de 44% apesar de seus genitores possuírem CGC negativa. Vários autores explicam isso pela complementariedade entres os genótipos, indicada por um alto valor de CEC, e pela manifestação da heterose (Oliveira, 2011; Oliveira *et al.*, 2005; Meirelles *et al.*, 2016).

Tabela 5 – Médias e teste de Scott-Knott para altura de plantas, altura de espigas e rendimento de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) das variedades e dos híbridos intervarietais.

Genitores**	AP*	AE*	RG*
	Média (cm)	Média (cm)	Média (kg/ha)
1	203,75 A	105,75 A	3934,21 A
1x2	193,00 A	99,75 A	3933,87 A
1x3	206,25 A	109,50 A	3391,67 B
1x4	206,50 A	109,00 A	4492,70 A
1x5	203,00 A	108,50 A	3475,66 B
1x6	206,50 A	101,25 A	4127,70 A
2	187,00 A	91,75 B	3040,86 B
2x3	196,50 A	103,75 A	3687,26 A
2x4	194,25 A	102,31 A	3928,23 A
2x5	183,00 B	98,75 A	3426,29 B
2x6	183,00 B	97,25 A	3402,84 B
3	199,50 A	111,75 A	2801,57 B
3x4	209,25 A	114,00 A	4535,76 A
3x5	212,50 A	120,00 A	2961,91 B
3x6	221,75 A	120,50 A	2559,53 B
4	153,25 C	74,75 C	3562,58 B
4x5	203,25 A	107,00 A	4143,36 A
4x6	179,50 B	89,00 B	3803,76 A
5	167,25 B	81,00 B	2566,12 B
5x6	198,50 A	98,75 A	4256,43 A
6	148,00 C	64,00 C	3325,08 B

\* - Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

\*\* 1- AL Avaré, 2- Composto Flintisa, 3- AL Piratininga, 4- Isanão IVD1 PROL 7, 5- Robusto, 6- Composto AG.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

As variedades com maiores médias (Tabela 5) para rendimento de grãos, numericamente, foram 1, 4 e 6, podendo ser usadas diretamente em sistemas orgânicos, destacando-se a variedade 1 como a única pertencente ao grupo das maiores médias. Patzlaff *et al.* (2020), também obteve em seu trabalho boas variedades, sendo elas três VPAs de milho da EPAGRI que tiveram uma produção satisfatória e boa qualidade de silagem.

O teste de médias (Tabela 5) agrupou os genótipos em 3 grupos para AP e AE e em 2 para RG. Os híbridos demonstraram melhor desempenho para RG em relação as variedades, concentrando-se no grupo das maiores produtividades, sendo todos os cruzamentos indicados para uso direto pertencentes a esse grupo. Olhando para o desempenho *per se* das variedades, somente a 1 foi alocada no grupo A demonstrando sua boa produtividade perante os híbridos, chegando a 87% do mais produtivo (3x4).

É perceptível a superioridade das médias dos híbridos intervarietais em relação as das variedades, demonstrando o efeito da heterose. As sementes desse tipo de híbrido têm preços mais acessíveis aos produtores em relação aos híbridos de linhagens, com um alto potencial genético e um processo mais simples para obtenção de sementes, contribuindo para o aumento da oferta de milho orgânico (Souza *et al.*, 2020).

Visando a formação de um composto para iniciar um programa de melhoramento, com base na média de rendimento de grãos (Tabela 5) e das CGC (Tabela 3) dos caracteres altura de planta, altura de espiga e rendimento de grãos, as variedades mais indicadas são 1, 4 e 6. A variedade 1, em função de seu alto rendimento de grãos e boa capacidade de combinação para esse caractere, irá participar contribuindo para seu aumento, enquanto a variedade 4 que apresenta a segunda maior média de RG, a melhor CGC para rendimento de grãos e a segunda melhor para altura de plantas e espigas se enquadrando no grupo de menores alturas, vai atuar a favor do aumento do RG e da redução da estatura. Por fim, a variedade 6, por mais que apresente um valor negativo para a CGC de RG, indicando a concentração de alelos desfavoráveis para o aumento desse caractere, apresenta a melhor CGC para AP e AE, sendo, então, responsável por contribuir com a redução da estatura da planta.

## 5 CONCLUSÃO

Para utilização direta em sistema de agricultura orgânica, a melhor variedade encontrada foi AL Avaré e os melhores híbridos intervarietais foram AL Piratininga x Isanão VD-1 PROL 7 e AL Avaré x Isanão VD-1 PROL 7.

O melhor composto, considerando altura de planta, altura de espiga e rendimento de grãos, para uma seleção recorrente intrapopulacional deve ser formado pelas variedades AL Avaré, Isanão VD-1 PROL 7 e Composto AG.

Com base em altura de planta e altura de espiga, visando uma redução na estatura da planta, o cruzamento AL Avaré x Composto Flintisa é o que apresenta maior potencial para início de uma seleção recorrente recíproca em condição orgânica.

## REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, K. F. **A origem do milho na América Latina, história, mitos e seu uso no México e no Brasil**. 2019. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Gastronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Berlin: **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARAUJO, A. V.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; FERREIRA, I. C. P. V.; COSTA, C. A.; PORTO, B. B. A. Desempenho agrônômico de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 885-892, dez. 2013.
- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; MACHADO, J. A. D.; OLIVEIRA, L.; SOUZA, A. R. L. O Potencial Produtivo Brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 515-540, 14 maio 2019. Centro Universitário de Maringá. <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n2p515-540>.
- BARROS, L. M. **Parâmetros genéticos e fenotípicos em híbridos intervarietais em VPAs de milho no RS**. 2020. 114 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.
- BORDALLO, P. N.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GABRIEL, A. P. C. Análise dialéctica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agrônômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 123-127, mar. 2005.
- BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: 2ª ed. UFV, 2005. 969p.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2022/2023: Décimo segundo levantamento**. Brasília: CONAB, 2023. Disponível em: [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br). Acesso em: 27 novembro. 2023.
- CRUZ, C.D. **Genes** - GENES - software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, p. 271-276, 2013.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa, MG: 2ª ed. UFV, 1997. 390 p.
- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de milho**. 2ª ed. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.
- EMYGDIO, B. M.; PEREIRA, L. R. BRS Missões: nova cultivar de milho para a região Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 545-547, 2006.



FAUSTINO, T. F.; SILVA, N. C. D.; LEITE, R. F.; FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V. Utilização de grão de milho reidratado e casca de café na alimentação animal. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 1, p. 259-275, 2020. Even3. <http://dx.doi.org/10.30945/rcr-v22i1.371>.

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**, v. 34, n. 1, p. 99-101, 2012. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v34i1.13115>.

GONÇALVES, J. G. R.; CHIORATO, A. F.; SILVA, D. A.; ESTEVES, J. A. F.; BOSETTI, F.; CARBONELL, S. A. M. Análise da capacidade combinatória em feijoeiro comum submetido ao déficit hídrico. **Bragantia**, v. 74, n. 2, p. 149-155, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0345>.

GOOGLE EARTH: website. <http://earth.google.com>, 2020.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, 9:462-493, 1956.

KOSTETZER, V.; MOREIRA, R. M. P.; FERREIRA, J. M. Cruzamento dialélico parcial entre variedades locais do Paraná e variedades sintéticas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1152-1159, set. 2009.

LANDAU, E. C.; CAMPANHA, M. M.; MATRANGOLO, W. J. R. **Boletim de Pesquisa E Desenvolvimento 225**: Variação geográfica da ocorrência de produtores de milho orgânico cadastrados no Brasil. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>. Acesso em: 29 nov. 2023.

MAPA. **Orgânicos: o que são produtos orgânicos**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos>>. Acesso em: 21 jan. 2020.

MEIRELLES, W. F.; PARENTONI, S. N.; GUIMARÃES, L. J. M.; GUIMARÃES, P. E. O.; PACHECO, C. A. P.; OLIVEIRA, A. C.; MENDES, F. F.; SCAPIM, C. A. Análise dialélica de linhagens de milho quanto à responsividade ao fósforo e à sua eficiência de uso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 3, p. 224-232, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016000300004>.

MUNARINI, A. **Avaliação de Híbridos Intervarietais de Milho em Sistemas de Produção Camponesa de Santa Catarina**. 2013. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

OLIVEIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; DELIMA, R. O.; SOUZA, L. V.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I.C. Combining ability of tropical maize cultivars in organic and conventional production systems. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 739-745, 2011.

OLIVEIRA, L. R. **Seleção de genitores de milho para sistema de produção orgânico**. 2005. 29 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; GUIMARÃES, P. S.; LÜDERS, R. R.; GALLO, P. B.; SOUZA, A. P.; LABORDA, P. R.; OLIVEIRA, K. M. Capacidade combinatória, divergência genética entre linhagens de milho e correlação com heterose. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 639-648, 2008.

PATZLAFF, N. L.; MARTINS, C. E. N.; ARBOITTE, M. Z.; HOFES, A. Variedades de milho com polinização aberta da Epagri sob efeito do espaçamento entre linhas. **Brazilian Journal Of Development**, v. 6, n. 2, p. 5750-5766, 2020. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n2-032>.

PIMENTEL, A. J. B.; RIBEIRO, G.; SOUZA, M. A.; MOURA, L. M.; ASSIS, J. C.; MACHADO, J. C. Comparação de métodos de seleção de genitores e populações segregantes aplicados ao melhoramento de trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p. 113-121, 2013.

PINHEIRO, L. S.; GATTI, V. C. M.; OLIVEIRA, J. T.; SILVA, J. N.; SILVA, V. F. A.; SILVA, P. A. Características agro econômicas do milho: uma revisão. **Natural Resources**, v. 11, n. 2, p. 13-21, 2021. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2237-9290.2021.002.0003>.

RIBEIRO, J. S. **Seleção recorrente no composto Flintisa de milho sob condições de agricultura orgânica**. 2022. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2022.

ROSA, T. C. **Cruzamentos dialélicos entre linhagens de milho crioulo**. 2019. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

SAITO, B. C.; ANDRADE, J. A. C. Potencial de linhagens oriundas de populações de milho braquítico para obtenção de híbridos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 1, p. 120, 2017. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n1p120-130>.

SANCHES, A.; ALVES, L. R. A.; BARROS, G. S. C. Oferta e demanda mensal de milho no Brasil: impactos da segunda safra. **Revista de Política Agrícola**, v. 27, n. 4, p. 73-97, 2018.

SANTOS H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO, J. C. F.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, p. 356, 2018.

SANTOS, J. O.; SANTOS, R. M. S.; BORGES, M. G. B.; FERREIRA, R. T. F. V.; SALGADO, A. B.; SEGUNDO, O. A. S. A evolução da agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 6, n. 1, p. 35-41, 2012.

SANTOS, L.; BIDARRA, Z.; SCHMIDT, C.; STADUTO, J. Políticas públicas para o comércio de produtos orgânicos no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 447-459, 2019. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA16131>.

SANTOS, N.C.B. **Como produzir milho orgânico**. Sociedade Nacional de Agricultura; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Centro de Inteligência em Orgânicos, 2017. 56p.

SEBRAE. **O mercado para os produtos orgânicos está aquecido**. 2019. Disponível em: <[ebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-mercado-para-os-produtos-organicos-esta-aquecido](http://ebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-mercado-para-os-produtos-organicos-esta-aquecido), 5f48897d3f94e410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 21 jan. 2020.

SILVA, L. Q. **Caracterização de gerações F<sub>2</sub> de híbridos simples de milho para incidência do complexo de enfezamento**. 2020. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2020.

SILVA NETO, J. V. **Desempenho de variedades e híbridos intervarietais de milho sob condições de superadensamento para produção de forragem e de grãos**. 2021. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2021.

SOUZA, D. K. F.; SILVEIRA, R. L. F.; BALLINI, R. Efeito da expansão da safra de inverno de milho no Brasil sobre a sazonalidade dos preços spot. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, n. 4, p. 1-20, 2023. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9479.2022.262824>.

SOUZA, G. P. F.; RODRIGUES, C. S.; DANIEL, Y. R.; FONTANETTI, A.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Desempenho de cultivares de milho sob sistema orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 3, p. 9, 2020. DOI: 10.33240/rba.v15i3.23219.

SOUZA, J. L. (org.) **Agricultura Orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis**. Vitória: Incaper, v. II, 2015. 257 p.