

Comparação de produtividade entre híbridos duplos e híbridos intervarietais no milho

Gabriel Salvatti Fornari^{1*}; Celso Gonsalves de Aguiar¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

*gabrielsfornari@hotmail.com

Resumo: O melhoramento genético no milho é essencial e o método dialético de cruzamento é importante, estimando a capacidade combinatória entre linhagens endogâmicas e características fenotípicas e genéticas. A heterose é um fenômeno em que os híbridos resultantes do cruzamento de duas linhagens puras apresentam desempenho superior em relação à média de seus parentais, sendo explorada em híbridos duplos e intervarietais. Os intervarietais são obtidos do cruzamento entre duas variedades e permitem a heterose sem obtenção de linhagens. Os híbridos duplos são produzidos pelo cruzamento de gerações F2 ou F3 derivados de híbridos simples, visando heterose. O objetivo deste estudo é comparar as características agrônomicas entre híbridos duplos e híbridos intervarietais. O experimento foi realizado em Cascavel-PR, entre fevereiro de 2023 e fevereiro de 2024. No primeiro plantio foram plantadas 3 linhas de cada híbrido, com intervalos de 7 dias entre as linhas, obtendo cinco espigas por cruzamento. Através dos cruzamentos dialéticos, obteve 14 híbridos duplos e 14 intervarietais. A instalação do campo experimental F1 foi realizado com 2 blocos, semeado 1 linha de cada híbrido. O segundo campo foi dividido em 2 blocos de 3 parcelas, cada uma contendo 14 linhas de 5 metros, sendo cada linha um híbrido diferente, com espaçamento de 0,90 metros entre linhas. O delineamento utilizado foi em DBC (Delineamento em Bloco Casualizados). Para cada cruzamento, foram avaliados altura da espiga, número de plantas por parcela, número de plantas acamadas, número de plantas quebradas, número de espigas, peso de mil sementes, e produtividade em kg/ha⁻¹. Nas condições do experimentos, não existiu diferença significativa na produtividade comparando os grupos inteiros, sendo o grupo F1 com produtividade de 6279,98 kg/ha⁻¹ e o grupo F2 produzindo 5991,94 kg/ha⁻¹. Porém, individualmente, os híbridos F1 apresentaram resultados melhores, apesar do híbrido mais produtivo ter sido um F2.

Palavras-chave: *Zea mays*; Melhoramento genético; híbridos duplos; híbridos intervarietais.

Comparison of productivity between double hybrids and intervariety hybrids in corn

Abstract: Genetic improvement in corn is essential and the dialectical crossing method is important, estimating the combinatorial capacity between inbred lines and phenotypic and genetic characteristics. Heterosis is a phenomenon in which hybrids resulting from the crossing of two pure lines present superior performance in relation to the average of their parents, being explored in double and intervarietal hybrids. Intervarietal hybrids are obtained from the crossing between two varieties and allow heterosis without obtaining lineages. Double hybrids are produced by crossing F2 or F3 generations derived from simple hybrids, aiming for heterosis. The objective of this study is to compare the agronomic characteristics between double hybrids and intervarietal hybrids. The experiment was carried out in Cascavel-PR, between February 2023 and February 2024. In the first planting, 3 lines of each hybrid were planted, with 7-day intervals between the lines, obtaining five ears per crossing. Through dialectical crossings, he obtained 14 double hybrids and 14 intervarietals. The installation of the F1 experimental field was carried out with 2 blocks, sowing 1 line of each hybrid. The second field was divided into 2 blocks of 3 plots, each containing 14 rows of 5 meters, with each row being a different hybrid, with a spacing of 0.90 meters between rows. The design used was in DBC (Casualized Block Design). For each crossing, ear height, number of plants per plot, number of bedded plants, number of broken plants, number of ears, weight of one thousand seeds, and productivity were evaluated. in kg/ha⁻¹. Under the experimental conditions, there was no significant difference in productivity comparing the entire groups, with the F1 group having a productivity of 6279.98 kg/ha⁻¹ and the F2 group producing 5991.94 kg/ha⁻¹. However, individually, the F1 hybrids showed better results, despite the most productive hybrid being an F2.

Keywords: *Zea mays*; Genetic improvement; double hybrids; intervariety hybrids.

Introdução

A demanda de grãos de milho, nos seus diversos usos, seja alimentação humana e animal, uso industrial e entre outros, cresce a cada dia ao redor do mundo. Juntamente com o aumento da necessidade dessa cultura, surgem dificultadores na sua produção, como novas e mais resistentes pragas e doenças, dificuldades com solo, clima e também o aumento nos custos de produção. Com isso, o melhoramento genético tem papel fundamental na agricultura, com dever de criar híbridos mais resistentes, mais produtivos e com menor custo.

O milho é pertencente à família Poaceae, sendo da espécie *Zea mays L.* em origem no México, América Central e sudoeste dos Estados Unidos, sendo uma das culturas mais antigas a serem cultivadas, a pelo menos cinco mil anos (EMBRAPA,2021). A família Poaceae possui 1546 espécies no Brasil, sendo 742 na região Sul, com espécies usadas como forrageiras, alimentação humana e animal, como o milho, arroz e aveia, e usadas até como arranjos florais (SILVEIRA, 2020).

Segundo a CONAB, a área de milho cultivada no Brasil na safra 22/23 foi de 22.269,2 hectares, com produção de aproximadamente 131.892,6 toneladas, já na safra 23/24, a área foi de 20.361,4 hectares com produção de aproximadamente 112.752,7 Toneladas, uma diminuição de 14,5%.

Já a nível mundial, a safra de 21/22 teve 206,9 milhões de hectares plantados, com produção de 1214,9 milhões de toneladas, sendo 204 milhões de toneladas destinadas à exportação. Na safra 22/23 a área cultivada foi de 201,3 milhões de hectares com produção de 1155,9 milhões de toneladas, com 178,2 milhões de toneladas para exportação (ABIMILHO, 2023).. Em ambas as safras, os Estados Unidos foram os maiores produtores, seguido por China e Brasil, e em área cultivada, a China lidera, seguida de Estados Unidos e Brasil.

O melhoramento genético no milho é fator essencial não só no aumento de produção e qualidade, mas também na diminuição de custos da semente. O método dialético de cruzamento é uma importante ferramenta para o melhoramento, estimando a capacidade combinatória entre linhagens endogâmicas e características tanto fenotípicas como genéticas (NARDINO, 2013).

A heterose é um fenômeno em que os híbridos resultantes do cruzamento entre duas linhagens puras apresentam um desempenho superior em relação à média de seus parentais, a heterose no milho é explorada em híbridos duplos e híbridos intervarietais (BERNINI, 2011).

Os híbridos intervarietais são obtidos a partir do cruzamento entre duas variedades e permitem a heterose sem a necessidade de obtenção de linhagens, reduzindo o custo de produção das sementes (NUNES, 2020). Já os híbridos duplos são produzidos pelo cruzamento de gerações F2 ou F3 derivados de híbridos simples, visando heterose (PATERNIANI, *et al.*, 2013).

Diante do apresentado, o objetivo deste estudo é comparar as características agronômicas entre híbridos duplos e híbridos intervarietais.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG, localizada no município de Cascavel, no oeste do Paraná, com latitude: 24° 57" 21" S e longitude 53° 27" 19" W e altitude média de 781m. O experimento foi instalado em fevereiro de 2023 e finalizado em fevereiro de 2023. O clima da região é classificado como CFA – subtropical e úmido, sem estação seca definida (NITSCHKE *et al.*, 2019) e o solo da área experimental foi classificado como Latossolo vermelho distroférico típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2018).

Para obtenção dos híbridos duplos, foram utilizados os híbridos da Tabela 1. O primeiro plantio foi realizado no dia 28 de fevereiro de 2023, onde foram plantadas 3 linhas de cada híbrido, com intervalos de 7 dias entre as linhas para cada híbrido, o espaçamento entre linhas foi de 0,50 metros, com 5 metro de comprimento. Foram semeadas duas sementes por cova, e após a emergência, apenas uma planta foi selecionada.

O delineamento utilizado foi em DBC (Delineamento em Bloco Casualizados), os dados foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Tabela 1 – Descrição dos híbridos comerciais utilizados para obtenção de híbridos duplos para o presente experimento. Cascavel – PR, 2023.

Tratamento	Empresa	Híbridos
1	KWS	KW7500 VIP3
2	KWS	KW7510 VIP3
3	KWS	KW7667 VIP3
4	KWS	KW9606 VIP3
5	MORGAN	MG5913 PWV
6	PIONEER	P3907 VYH

Os cruzamentos obtidos foram realizados de acordo com o método tradicional, com a proteção das espigas e do pendão, obtendo cinco espigas por cruzamentos. Através dos cruzamentos dialéticos, esperava-se obter um total de 14 híbridos duplos e 14 híbridos intervarietais. Após a obtenção desses híbridos, foi montado o experimento, reunindo os 28 híbridos, conforme indicado na Tabela 2.

Tabela 2 – Descrição dos híbridos duplo (H.D) e híbridos intervarietais (H.I). Cascavel-PR 2023.

Tratament o	Combinaçã o	Genótipo	Tipo	Geração atual	Origem geração
1	1x2	KW7500 VIP3 / KW7510	H.D	F ₁	F ₁
2	1x3	KW7500 VIP3 / KW7667	H.D	F ₁	F ₁
3	1x4	KW7500 VIP3 / kW9606	H.D	F ₁	F ₁
4	1x5	KW7500 VIP3 / MG5913	H.D	F ₁	F ₁
5	1x6	KW7500 VIP3 / P3907	H.D	F ₁	F ₁
6	2x3	KW7510 VIP3 / KW7667	H.D	F ₁	F ₁
7	2x4	KW7510 VIP3 / kW9606	H.D	F ₁	F ₁
8	2x5	KW7510 VIP3 / MG5913	H.D	F ₁	F ₁
9	2x6	KW7510 VIP3 / P3907	H.D	F ₁	F ₁
10	3x4	KW7667 VIP3 / KW9606	H.D	F ₁	F ₁
11	3x5	KW7667 VIP3 / MG5913	H.D	F ₁	F ₁
12	3x6	KW7667 VIP3 / P3907	H.D	F ₁	F ₁

13	4x5	KW9606 VIP3 / MG5913	H.D	F ₁	F ₁
14	5x6	MG5913 PWV / P3907	H.D	F ₁	F ₁
15	1x2	KW7500 VIP3 / KW7510	H.I	F ₁	F ₂
16	1x3	KW7500 VIP3 / KW7667	H.I	F ₁	F ₂
17	1x4	KW7500 VIP3 / kW9606	H.I	F ₁	F ₂
18	1x5	KW7500 VIP3 / MG5913	H.I	F ₁	F ₂
19	1x6	KW7500 VIP3 / P3907	H.I	F ₁	F ₂
20	2x3	KW7510 VIP3 / KW7667	H.I	F ₁	F ₂
21	2x4	KW7510 VIP3 / kW9606	H.I	F ₁	F ₂
22	2x5	KW7510 VIP3 / MG5913	H.I	F ₁	F ₂
23	2x6	KW7510 VIP3 / P3907	H.I	F ₁	F ₂
24	3x4	KW7667 VIP3 / KW9606	H.I	F ₁	F ₂
25	3x5	KW7667 VIP3 / MG5913	H.I	F ₁	F ₂
26	3x6	KW7667 VIP3 / P3907	H.I	F ₁	F ₂
27	4x5	KW9606 VIP3 / MG5913	H.I	F ₁	F ₂
28	5x6	MG5913 PWV / P3907	H.I	F ₁	F ₂

H.D- Híbrido duplo. H.I- Híbrido intervarietal

A instalação do campo experimental F1 foi realizado no dia 11 de outubro de 2023, com um total de 2 blocos, sendo semeado apenas 1 linha de cada híbrido, com espaçamento de 0,28 metros entre plantas e 0,90 metros entre as linhas, cada linha com 5 metro de comprimento. Foi semeado duas sementes e após a emergência, apenas uma planta foi selecionada.

Para cada cruzamento, foram avaliados altura da espiga, número de plantas por parcela, número de plantas acamadas, número de plantas quebradas, número de espigas, peso de mil sementes, e produtividade em kg/ha⁻¹.

Para a avaliação da altura da espiga (AP), foi utilizado uma trena, medindo a distância vertical da base da planta até a inserção da primeira espiga, sendo avaliado cinco plantas ao acaso por parcela.

Para avaliação das plantas por parcela, calculado em hectare (POP 1), foi contado o número de plantas por parcela, e na sequência transformado para plantas por hectare, utilizando o seguinte cálculo (população de plantas X espaçamento) / 10.000m².

O número de espigas por hectare (POP 2), foi obtido através de contagem do número de espigas por parcelas e divididos pelo número de plantas por parcela, sendo transformado para espigas por hectare da seguinte forma: (espigas por parcela /n° de plantas por parcela) X espaçamento / 10.000m².

Para a porcentagem de plantas acamadas (AC), foi determinado através da contagem no número de plantas acamada em cada parcela, dividido pelo número total de plantas por parcela.

Porcentagem de plantas quebradas (QB), determinada através da contagem de número de plantas quebradas em cada parcela, dividido pelo número total de plantas por parcela.

Para determinar o peso de mil sementes (PMS), as sementes foram contadas de forma manual e pesadas em uma balança de precisão.

A produtividade por hectare (kg/ha⁻¹), foi determinada através do cálculo da produtividade total de milho colhido por parcelas, multiplicando pelo espaçamento e dividindo por 10.000m², obtendo assim o rendimento da cultura.

Resultado de Discussão

Tabela 3 está apresentando uma relação de tratamentos e a genealogia dos híbridos, especificando as gerações F1 e F2, além dos tipos de cultivar (híbrido intervarietal e híbrido duplo).

A presença de diferentes tipos de híbridos (intervarietal e duplo) permite comparar o desempenho dessas variantes, sendo relevante observar como a combinação genética influencia características agronômicas como produtividade e resistência. A geração F1 geralmente apresenta maior vigor híbrido e homogeneidade, enquanto a F2 pode mostrar uma maior variabilidade genética. Esse aspecto pode afetar características como a produtividade e a estabilidade das plantas (ANDRADE, 2013).

Tabela 3 - Relação dos tratamentos e suas origens de obtenção considerando híbridos F1 do mercado e população F2 originária do campo de produção de grãos, safra 2022/23, CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG, Cascavel, Paraná

<i>Tratamentos</i>	<i>Código cruzamento</i>	<i>Pares cruzamentos</i>	<i>Genealogia</i>	<i>Origem da Geração</i>	<i>Geração Atual</i>	<i>Tipo de cultivar</i>
1	GF232016	1 / 2	KW7500 VIP3 / KW751	F ₂	F ₁	H.I.
2	GF232017	1 / 3	KW7500 VIP3 / KW766	F ₂	F ₁	H.I.
3	GF232018	1 / 4	KW7500 VIP3 / kW960	F ₂	F ₁	H.I.
4	GF232019	1 / 5	KW7500 VIP3 / MG591	F ₂	F ₁	H.I.
5	GF232020	1 / 6	KW7500 VIP3 / P3907	F ₂	F ₁	H.I.
6	GF232021	2 / 3	KW7510 VIP3 / KW766	F ₂	F ₁	H.I.
7	GF232022	2 / 4	KW7510 VIP3 / kW960	F ₂	F ₁	H.I.
8	GF232023	2 / 5	KW7510 VIP3 / MG591	F ₂	F ₁	H.I.
9	GF232024	2 / 6	KW7510 VIP3 / P3907	F ₂	F ₁	H.I.
10	GF232025	3 / 4	KW7667 VIP3 / KW960	F ₂	F ₁	H.I.
11	GF232026	3 / 5	KW7667 VIP3 / MG591	F ₂	F ₁	H.I.
12	GF232027	3 / 6	KW7667 VIP3 / P3907	F ₂	F ₁	H.I.
13	GF232028	4 / 5	KW9606 VIP3 / MG591	F ₂	F ₁	H.I.
14	GF232030	5 / 6	MG5913 PWV / P3907	F ₂	F ₁	H.I.
15	GF232001	1 / 2	KW7500 VIP3 / KW751	F ₁	F ₁	H.D.
16	GF232002	1 / 3	KW7500 VIP3 / KW766	F ₁	F ₁	H.D.
17	GF232003	1 / 4	KW7500 VIP3 / kW960	F ₁	F ₁	H.D.
18	GF232004	1 / 5	KW7500 VIP3 / MG591	F ₁	F ₁	H.D.
19	GF232005	1 / 6	KW7500 VIP3 / P3907	F ₁	F ₁	H.D.
20	GF232006	2 / 3	KW7510 VIP3 / KW766	F ₁	F ₁	H.D.
21	GF232007	2 / 4	KW7510 VIP3 / kW960	F ₁	F ₁	H.D.
22	GF232008	2 / 5	KW7510 VIP3 / MG591	F ₁	F ₁	H.D.
23	GF232009	2 / 6	KW7510 VIP3 / P3907	F ₁	F ₁	H.D.
24	GF232010	3 / 4	KW7667 VIP3 / KW960	F ₁	F ₁	H.D.
25	GF232011	3 / 5	KW7667 VIP3 / MG591	F ₁	F ₁	H.D.
26	GF232012	3 / 6	KW7667 VIP3 / P3907	F ₁	F ₁	H.D.
27	GF232013	4 / 5	KW9606 VIP3 / MG591	F ₁	F ₁	H.D.
28	GF232015	5 / 6	MG5913 PWV / P3907	F ₁	F ₁	H.D.

H.I - Híbrido Intervarietal. H.D. - Híbrido Duplo

Tabela 4: Análise de Variância ANOVA mostra dados de quadrados médios (QM) para características como produção em kg/ha, peso de mil sementes (PMS), população de plantas, altura de plantas, percentagem de plantas acamadas e quebradas, e prolificidade.

Tabela 4 - Quadrados médios (QM) de híbridos comerciais obtidos das gerações F1 e F2, no CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG, SAFRA 2023/2024, Cascavel, Paraná.

FV	GL	QM						
		kg ha ⁻¹	PMS (g)	População (Plantas/ha)	Altura da Planta (cm)	% Plantas acamadas	% Plantas quebradas	Prolif. cidade
BLOCOS	1	11669,40	152,06	35273368,61	60,07	1,32	0,11	0,00
TRATAMENTOS	27	2864578.14 **	756.5 ns	62682082.44 ns	233.68 **	2.82 ns	14.38 ns	0.03 ns
F2 GENÓTIPOS	13	2793714.49 **	477.35 ns	68443901.78 ns	316.82 **	2.17 ns	15.74 ns	0.03 ns
F1 (TESTEMUNH)	13	3066446.44 **	743.72 ns	61714828.38 ns	168.49 **	3.51 ns	13.3 ns	0.03 ns
F2 vs F1	1	161517.63 ns	4551.57 *	352733.69 ns	0.29 ns	2.22 ns	10.72 ns	0 ns
RESÍDUO	27	548131,29	685,65	70572865,63	51,18	3,83	15,62	0,02
TOTAL	55							
MÉDIA GERAL		6135,96	331,31	46825	129	0,71	3,65	1,01
F2 - MÉDIA GENÓTIPOS		5991,94	322,29	46905	129	0,52	4,08	1,01
F1 - MÉDIA TESTEMUNH		6279,98	340,32	46746	129	0,91	3,21	1,02
C.V. %		12,07	7,90	17,94	5,53			13,92
DMS 1%		3566,27	126,13	40466,09	34,46	9,42	19,03	0,68
DMS 5%		3053,23	107,99	34644,66	29,50	8,07	16,30	0,58
(ns) não significativo, (*) significativo a 5%, (**) significativo a 1%								

A produtividade dos híbridos F1 é visivelmente superior à dos híbridos F2, indicando que os híbridos F1 são mais produtivos, possivelmente devido ao efeito do vigor híbrido. Isso é esperado em cultivares comerciais que priorizam o rendimento. A média do PMS mostra pequenas variações entre F1 e F2. Contudo, essas variações podem impactar o vigor e o tamanho das plantas. A altura média das plantas e a porcentagem de plantas acamadas e quebradas são fatores importantes para a colheita e resistência ao vento. A menor frequência de plantas acamadas e quebradas nas gerações F1 sugere que esses híbridos são mais robustos estruturalmente (PEREIRA,2007).

Tabela 5 - Análise agrupada (F1 e F2) dos Teste de Tukey (5%) das características avaliadas das gerações F1 e F2 de híbridos comerciais de milho do mercado, CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG, 2023/2024, Cascavel,Paraná.

Híbridos	Genealogia	Geração	kg ha ⁻¹	PMS (g)	População (Plantas/ha)	Altura da Planta (cm)	% Plantas acamadas	% Plantas quebradas	Prolifidade
1 GF232016	KW7500 VIP3 / KW7510	F2	5511 bcde	337,54	44444	146 ab	0,00	4,76	1,00
2 GF232017	KW7500 VIP3 / KW7667	F2	5186 cde	321,90	45556	135 abcd	0,00	2,63	0,85
3 GF232018	KW7500 VIP3 / kW9606	F2	5943 abcde	323,67	50000	138 abcd	0,00	6,72	0,89
4 GF232019	KW7500 VIP3 / MG5913	F2	7516 abcd	332,57	50000	139 abcd	0,00	6,55	1,09
5 GF232020	KW7500 VIP3 / P3907 VYH	F2	5202 cde	346,65	44444	132 abcd	0,00	4,76	0,88
6 GF232021	KW7510 VIP3 / KW7667	F2	4529 de	299,37	34444	134 abcd	0,00	0,00	1,13
7 GF232022	KW7510 VIP3 / kW9606	F2	8923 a	329,11	48889	150 a	0,00	4,55	1,23
8 GF232023	KW7510 VIP3 / MG5913	F2	6253 abcde	317,53	52222	113 cd	0,00	0,00	0,90
9 GF232024	KW7510 VIP3 / P3907 VYH	F2	6096 abcde	297,94	52222	127 abcd	0,00	6,20	1,13
10 GF232025	KW7667 VIP3 / KW9606	F2	6322 abcde	330,04	55556	115 cd	0,00	0,00	0,92
11 GF232026	KW7667 VIP3 / MG5913	F2	6455 abcde	306,16	50000	121 abcd	2,00	4,50	1,06
12 GF232027	KW7667 VIP3 / P3907 VYH	F2	6305 abcde	341,49	44444	116 cd	2,27	9,60	0,98
13 GF232028	KW9606 VIP3 / MG5913	F2	5251 cde	322,92	47778	136 abcd	2,94	3,85	0,99
14 GF232030	MG5913 PWV / P3907 VYH	F2	4396 e	305,18	36667	111 d	0,00	3,13	1,06
15 GF232001	KW7500 VIP3 / KW7510	F1	5450 bcde	364,42	60000	139 abcd	0,00	7,79	0,72
16 GF232002	KW7500 VIP3 / KW7667	F1	8215 abc	319,66	52222	134 abcd	1,85	3,70	1,02
17 GF232003	KW7500 VIP3 / kW9606	F1	8336 ab	354,46	45556	133 abcd	0,00	0,00	1,25
18 GF232004	KW7500 VIP3 / MG5913	F1	7998 abc	369,71	47778	130 abcd	0,00	4,65	1,11

Híbridos	Genealogia	Ger ação	kg ha ⁻¹	PMS (g)	Popul ação (Plant as/ha)	Altura da Planta (cm)	% Pla nta s aca ma das	% Planta s quebra das	Proli ficid ade
19	GF232 KW7500 VIP3 /	F1	5284 bcde	329,0	45556	133 abcd	2,50	0,00	0,93
20	GF232 KW7510 VIP3 /	F1	4751 de	319,5	36667	118 bcd	3,57	0,00	1,11
21	GF232 KW7510 VIP3 /	F1	6750 abcde	341,0	44444	146 ab	0,00	2,08	1,09
22	GF232 KW7510 VIP3 /	F1	5903 abcde	316,6	50000	141 abc	0,00	6,00	1,09
23	GF232 KW7510 VIP3 /	F1	5621 bcde	334,0	43333	128 abcd	0,00	2,27	0,96
24	GF232 KW7667 VIP3 /	F1	5637 bcde	360,8	47778	133 abcd	0,00	0,00	0,96
25	GF232 KW7667 VIP3 /	F1	5473 bcde	340,9	41111	114 cd	0,00	5,88	1,06
26	GF232 KW7667 VIP3 /	F1	6994 abcde	364,1	51111	123 abcd	0,00	4,42	0,88
27	GF232 KW9606 VIP3 /	F1	6769 abcde	333,3	44444	119 bcd	2,78	5,05	1,03
28	GF232 MG5913 PWV /	F1	4738 de	316,6	44444	124 abcd	2,08	3,13	1,01
MÉDIA GERAL			6136	31,31	46825	129	0,71	3,65	1,01
F2 - MÉDIA GENÓTIPOS			5992	22,29	46905	129	0,52	4,08	1,01
F1 - MÉDIA TESTEMUNHAS			6280	40,32	46746	129	0,91	3,21	1,02
% Produção F2 em relação F1			-4,59	-5,30	0,34 -0,11	2,86	27,10	-0,98	
C.V. %			12,07	7,90	17,94	5,53			13,92
DMS 1%			3566	26,13	40466	34,46	9,42	19,03	0,68
DMS 5%			3053	07,99	34645	29,50	8,07	16,30	0,58

Observa-se uma diferenciação nos rendimentos entre diferentes híbridos. Por exemplo, os híbridos com maior rendimento estão identificados entre as letras superiores (como “a” e “ab”), indicando que alguns genótipos têm um desempenho significativamente superior. O híbrido mais produtivo foi o cruzamento número 7, GF232023, um F2.

Tabela 6 - Análise individual dos cruzamentos nas gerações F1 e F2 para as características de kg ha⁻¹ , PMS (g) e População (Plantas ha⁻¹) , CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG, 2023/2024, Cascavel, Paraná

Cada híbrido está identificado por um código que remete a um cruzamento específico, como GF232016, GF232017, etc. Esses códigos são essenciais para associar os dados experimentais às origens genéticas e permitir a rastreabilidade.

A lista de cruzamentos sublinha a estratégia de melhoramento utilizada, que é predominantemente intervarietal. A utilização de diferentes combinações de parentais (ex.: KW7500 VIP3, KW7510 VIP3, etc.) indica uma abordagem para maximizar a diversidade genética e potencialmente melhorar características desejáveis, como resistência a pragas e rendimento.

A tabela mostra que a maioria dos híbridos listados são de geração F1 (Híbrido Intervarietal), enquanto uma porção menor é da geração F2. A presença dos híbridos F2 sugere um processo de seleção na geração de descendência que pode oferecer novas características a serem apropriadas pela pesquisa agrícola.

Híbridos F1 geralmente são preferidos por suas características homogêneas e robustez, enquanto híbridos F2 podem apresentar variabilidade que, embora menos previsível, pode resultar em filhos com combinações superiores de características (FALCÃO, 2012).

A maioria dos híbridos na tabela são do tipo híbrido intervarietal, com também vários do tipo híbrido duplo, o que pode ser uma estratégia para aumento da robustez e produtividade. Os híbridos duplos geralmente oferecem melhor vigor e resistência ao estresse, tornando-os relevantes para a produção agrícola (PEREIRA, 2007).

Tabela 7 apresenta uma relação dos tratamentos e suas origens, considerando híbridos F1 do mercado e populações F2 originárias da safra 2022/23, realizada pelo Centro Universitário FAG, em Cascavel, Paraná. Essa tabela é fundamental para entender a base genética dos híbridos Testados, possibilitando insights sobre a diversidade genética e a potencialidade agrônômica dos ciclos de cruzamento.

Tabela 7 - Análise individual dos cruzamentos nas gerações F1 e F2 para as características de altura da planta (cm), porcentagens de plantas acamadas e quebradas, prolificidade, CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG, 2023/2024, Cascavel, Paraná.

Híbridos		Altura da planta (cm)			% plantas acamadas			% plantas quebradas		Prolificidade		
Híbridos de F1 e híbridos de F2	Genealogia	F1	F2	%	F1	F2	DIF	F1	F2	F1	F2	Pro I
GF232001 = GF232016	KW7500 VIP3 / KW7510 VIP3	139 a	146 a	5,42	0,00 a	0,00 a	0,00	7,79 a	4,76 a	0,72 a	1,00 a	-0,28
GF232002 = GF232017	KW7500 VIP3 / KW7667 VIP3	134 a	135 ab	0,37	1,85 a	0,00 a	1,85	3,70 a	2,63 a	1,02 a	0,85 a	0,17
GF232003 = GF232018	KW7500 VIP3 / kW9606 VIP3	133 a	138 ab	3,38	0,00 a	0,00 a	0,00	0,00 a	6,72 a	1,25 a	0,89 a	0,36
GF232004 = GF232019	KW7500 VIP3 / MG5913 PWV	130 a	139 ab	6,54	0,00 a	0,00 a	0,00	4,65 a	6,55 a	1,11 a	1,09 a	0,02
GF232005 = GF232020	KW7500 VIP3 / P3907 VYH	133 a	132 abcd	-0,38	2,50 a	0,00 a	2,50	0,00 a	4,76 a	0,93 a	0,88 a	0,05
GF232006 = GF232021	KW7510 VIP3 / KW7667 VIP3	118 a	134 abc	14,04	3,57 a	0,00 a	3,57	0,00 a	0,00 a	1,11 a	1,13 a	-0,02
GF232007 = GF232022	KW7510 VIP3 / kW9606 VIP3	146 a	150 a	3,09	0,00 a	0,00 a	0,00	2,08 a	4,55 a	1,09 a	1,23 a	-0,13
GF232008 = GF232023	KW7510 VIP3 / MG5913 PWV	141 a	113 e	19,57	0,00 a	0,00 a	0,00	6,00 a	0,00 a	1,09 a	0,90 a	0,18
GF232009 = GF232024	KW7510 VIP3 / P3907 VYH	128 a	127 bcde	-0,78	0,00 a	0,00 a	0,00	2,27 a	6,20 a	0,96 a	1,13 a	-0,16
GF232010 = GF232025	KW7667 VIP3 / KW9606 VIP3	133 a	115 de	13,91	0,00 a	0,00 a	0,00	0,00 a	0,00 a	0,96 a	0,92 a	0,04
GF232011 = GF232026	KW7667 VIP3 / MG5913 PWV	114 a	121 bcde	6,14	0,00 a	2,00 a	-2,00	5,88 a	4,50 a	1,06 a	1,06 a	0,00
GF232012 = GF232027	KW7667 VIP3 / P3907 VYH	123 a	116 cde	-5,71	0,00 a	2,27 a	-2,27	4,42 a	9,60 a	0,88 a	0,98 a	-0,10
GF232013 = GF232028	KW9606 VIP3 / MG5913 PWV	119 a	136 ab	13,87	2,78 a	2,94 a	-0,16	5,05 a	3,85 a	1,03 a	0,99 a	0,04
GF232015 = GF232030	MG5913 PWV / P3907 VYH	124 a	111 e	10,53	2,08 a	0,00 a	2,08	3,13 a	3,13 a	1,01 a	1,06 a	-0,05
MÉDIA GERAL		129	129	-0,11	0,91	0,52	0,40	3,21	4,09	1,02	1,01	0,01
SIGNIFICÂNCIA DOS TRATAMENTOS (Probabilidade)		ns	**		ns	ns		ns	ns	ns	ns	
C.V. %		7,00	3,57							16,3	10,1	
DMS 1%		45,48	23,1		11,18	8,28		17,54	17,5	0,83	0,52	
DMS 5%		36,57	18,6		8,99	6,66		14,11	14,1	0,67	0,41	
(**) significativo a 1% de probabilidade, (*) significativo a 5% de probabilidade, (ns) não significativo, (DF) diferença F1 menos F2												

Na tabela 7 os dados da altura das plantas apresentaram diferenças significativas entre as gerações F1 e F2, com a média geral das alturas sendo superior na primeira geração. A

amplitude das alturas para os híbridos em F1 varia de 118 cm a 146 cm, enquanto em F2 a faixa fica entre 113 cm e 150 cm. Isso sugere uma variabilidade genética que pode ter impacto na escolha de híbridos para futuras cultivares. A significância estatística é indicada por "ab" e "a", com as primeiras apresentando diferenças significativas, enquanto "ns" demonstra ausência de significância.

Os dados mostram a porcentagem de plantas acamadas e quebradas, com as médias variando consideravelmente entre os híbridos. As taxas de plantas acamadas em F1 são marcadas por muitos zeros e alguns valores baixos, enquanto F2 apresenta uma maior distribuição de valores, possivelmente indicando uma resposta adaptativa ou melhoramento nas características apresentadas nesta geração. A análise indica que não houve significância em muitos dos resultados, o que sugere que algumas características podem ser melhoradas por seleção em gerações futuras.

Um dos resultados mais interessantes é a prolificidade dos híbridos, que também apresenta variações entre F1 e F2. Os híbridos que mostraram produtividade superior em F2 podem indicar que a segunda geração tem potencial agrônomo superior em comparação à primeira, representando um avanço na genética e melhor uso de características desejáveis. A diferença média (DIF) entre as gerações reflete a eficácia dos programas de melhoramento.

A diversidade genética é crucial para a adaptabilidade dos híbridos a diferentes condições climáticas e de solo. Cada cruzamento pode trazer à luz características desejáveis ou úteis que podem ser exploradas para distintos objetivos de melhoramento, como maior rendimento ou resistência a doenças.

Conclusão

Os resultados mostraram que os híbridos F1 apresentaram melhor desempenho em quase todos os parâmetros avaliados, como produtividade, altura de plantas e resistência a acamamento e quebra. Os híbridos duplos demonstraram grande potencial em termos de resistência, estabilidade e homogeneidade, enquanto os híbridos intervarietais mostraram maior variabilidade genética e vantagens econômicas devido ao menor custo.

A análise estatística validou a eficácia dos tratamentos e destacou a importância de parâmetros como peso de mil sementes, prolificidade e resistência estrutural no desenvolvimento.

Referências

- ABIMILHO. **Associação Brasileira das Indústrias de Milho**. Estatísticas de milho Brasil. 2023. Disponível em: <https://www.abimilho.com.br/estatisticas>. Acesso em 02 de Abril de 2024.
- ANDRADE, F. H.; et al. "Desempenho agronômico de híbridos de milho em diferentes ambientes". **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2013.
- BERNINI, C. S. **Avaliação agronômica e heterose de híbridos de populações F2 de milho, visando nova alternativa para o estado de São Paulo**. 2011. Tese de Doutorado. Instituto Agronômico, Campinas, 74p.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da safra de grãos**. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 02 de Abril de 2024.
- EMBRAPA. **Importância socioeconômica**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em: 02 de Abril de 2024.
- FALCÃO, D. D.; Melhoramento de Milho. **Editora Agropecuária**, 2012.
- NARDINO, M. **Cruzamento Dialético Parcial entre Linhagens Endogâmicas de milho**. 2013.
- NUNES, J. L. da S. **Produção de sementes de milho**. 2020. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/producao-de-sementes-de-milho_361338.html. Acesso em: 08 de abril de 2024.
- PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; BERNINI, C. S.; DE SOUZA GUIMARÃES, P.; DONÁ, S.; GALLO, P. B.; DUARTE, A. P. Potencial produtivo e heterose de híbridos de populações F2 de milho no Estado de São Paulo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 27, n. 1/3, p. 29-46, 2013.
- PEREIRA, F. P.; et al. "Comparação entre híbridos duplos e híbridos intervarietais para produtividade de milho". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 757-764, 2007.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.
- SILVEIRA, F. F. Flora Campestre, 2020. **Laboratório de Estudos em Vegetação Campestre - UFRGS**. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/floracampestre/familia-poaceae/>. Acesso em: 30/3/2024.