

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CAMPUS CURITIBANOS
MAURICIO VAZATA

**VIABILIDADE TÉCNICA DA PRODUÇÃO DE
HÍBRIDOS DUPLOS CASEIROS DE MILHO**

Curitibanos

2019

MAURICIO VAZATA

**VIABILIDADE TÉCNICA DA PRODUÇÃO DE
HÍBRIDOS DUPLOS CASEIROS DE MILHO**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Agronomia do
Centro de Curitiba da Universidade Federal de Santa
Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel
em Agronomia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Carolina da Costa Lara Fiorezi

Curitiba

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

VAZATA, MAURICIO
VIABILIDADE TÉCNICA DA PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS DUPLOS
CASEIROS DE MILHO / MAURICIO VAZATA ; orientador, Ana
Carolina da Costa Lara Fioreze, 2019.
34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2019.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Zea mays. 3. semente. 4. heterose. I.
Fioreze, Ana Carolina da Costa Lara . II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Agronomia. III.
Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia
Rodovia Ulysses Gaboardi km3
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitibanos - SC
TELEFONE (048) 3721-2176 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

MAURICIO VAZATA

Viabilidade técnica da produção de híbridos duplos caseiros de milho

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitibanos, 14 de junho de 2019.

Prof. Dra. Elis Borcioni
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Ana Carolina da Costa Lara Fioreze
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Naiara Guerra
Membro da banca examinadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze
Membro da banca examinadora
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

A utilização de sementes própria por agricultores é uma prática crescente para reduzir custo de produção na cultura do milho. Geralmente são utilizados híbridos simples para obtenção de novos genótipos, por apresentarem boa estabilidade genética, com alelos benéficos para o cruzamento e alto potencial produtivo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica do uso de sementes próprias de híbridos duplos oriundas do cruzamento entre híbridos simples, desenvolvidos pelos agricultores, quando comparados com híbridos simples comercializados. Para isso foram cruzados dois híbridos simples de milho: Pioneer P4285 e Syngenta Defender e seu recíproco. Os dois híbridos duplos resultantes foram avaliados, juntamente com os 2 híbridos simples parentais, em Sete Quedas-MS na segunda safra de 2017, utilizando delineamento experimental em blocos ao acaso com 4 repetições. Foram avaliados os caracteres de estande inicial, altura de plantas, inserção de espiga, comprimento da espiga, diâmetro de espiga, número de fileiras, massa de 100 grãos e produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância com o teste F ($p < 0,05$) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Foi também estimada a heterose das variáveis morfológicas dos híbridos gerados a partir do cruzamento. As variáveis altura de espiga, diâmetro de espiga e número de fileiras apresentaram diferenças significativas. Para as demais variáveis os híbridos não apresentaram diferenças. As progênies apresentaram heterose negativa para a maioria das variáveis, exceto o híbrido duplo P4285 X Defender que se destacou com heterose positiva de 3,8% para massa de 100 grãos e 1,3% para comprimento de espiga. O uso de híbridos duplos com o intuito de baixar custos com a produção pode ser empregado por produtores com menor nível tecnológico.

Palavras-chave: *Zea mays*. Semente. Heterose.

ABSTRACT

The use of own seeds by farmers is a growing practice to reduce production costs in maize. Generally, simple hybrids are used to obtain new genotypes, because they have good genetic stability, with alleles beneficial for the crossing and high productive potential. The objective of this work was to evaluate the viability technical of the use of double hybrids seeds grown from the cross between simple hybrids developed by the farmers when compared with simple commercial hybrids. For this, two simple corn hybrids were crossed: Pioneer P4285 and Syngenta Defender and their reciprocal. The two resulting double hybrids were evaluated along with the 2 single parent hybrids in Sete Quedas-MS in the second harvest of 2017, using a complete randomized block design with 4 replicates. The characteristics of the initial stand, plant height, spike insertion, ear length, ear diameter, number of rows, mass of 100 grains and productivity were evaluated. The data were submitted to analysis of variance with the F test ($p < 0.05$), and the means were compared by the Tukey test ($p < 0.05$). It was also estimated the heterosis of the morphological variables of the hybrids generated from the crossing. The variables spike height, spike diameter and number of rows presented significant differences. For the other variables the hybrids did not present differences. The progenies showed heterosis negative for most variables, except for the double hybrid P4285 X Defender that stood out with positive heterosis of 3,8% g for a mass of 100 grains and 1,3% for ear length. The use of double hybrids in order to lower production costs can be used by less technologically advanced producers.

Keywords: *Zea mays L.* Seed. Heterosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de obtenção de híbridos simples (A) e duplo (B).....	14
Figura 2 – Esquema para semeadura de um campo de cruzamento A) entre híbridos simples H1 (feminino) e H2 (masculino) na proporção 1:4 e B) e seu recíproco	17
Figura 3 – Médias de altura de inserção de espiga, avaliados nos diferentes híbridos durante segunda safra de 2017, Sete Quedas, MS.....	21
Figura 4 – Médias de diâmetro da espiga, avaliados nos diferentes híbridos durante segunda safra de 2017, Sete Quedas, MS	23
Figura 5 – Médias da característica de número de fileiras de grãos (NF), avaliados nos diferentes híbridos durante segunda safra de 2017, Sete Quedas, MS	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise química do solo, básica e de micronutrientes, em Sete Quedas - MS, 2017.....	16
Tabela 2 – Quadrados médios para as características de Estande inicial (EI), Altura de plantas (AP), Inserção de espiga (IE), Comprimento de espiga (CE), Diâmetro de espiga (DE), Número de fileiras (NF), Produtividade (PG), Massa de 100 grãos (M100G), de híbridos duplos e simples de milho, em Sete Quedas - MS, segunda safra de 2017.....	20
Tabela 3 – Heterose média para as variáveis avaliadas nos híbridos duplos, nos cruzamentos P4285 x Defender (H1xH2) Defender x P4285 (H2xH1), em Sete Quedas - MS, segunda safra de 2017.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 JUSTIFICATIVA.....	10
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 Objetivo geral.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DA CULTURA DO MILHO	11
2.2 PRODUÇÃO DE SEMENTES NA CULTURA DO MILHO HÍBRIDO	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

O milho caracteriza-se pela sua recombinação gênica durante o processo de reprodução sexuado, explorando assim o vigor híbrido dos genótipos. A utilização de genótipos híbridos representa uma das maiores contribuições do melhoramento genético em plantas na agricultura mundial (PATERNIANI, 2001). O conceito de vigor híbrido ou heterose é definida como o comportamento superior de combinações de um cruzamento quando comparado com a média de seus parentais (BORÉM; MIRANDA, 2013). É muito aplicado principalmente na cultura do milho, onde a hibridação é recomendada como método eficiente para aumento na produtividade da cultura (PATERNIANI, 2001).

Na safra de 2017/2018 no Brasil, cerca de 72% das sementes disponíveis para comercialização das lavouras de milho eram híbridos simples, destes, 54% apresentam alguma transgenia em seu material genético (PEREIRA FILHO; BORGHI, 2018). O custo para a obtenção da semente de híbridos simples de milho é alto, devido a necessidade de um longo trabalho de melhoramento e obtenção de linhagens homozigóticas, para que haja alta capacidade de combinação entre os genitores. Outro inconveniente de híbridos gerados a partir de linhagens puras é a produtividade destas linhagens, que geralmente é muito baixa, aumentando o custo de produção (SANTOS, 2009).

Duvick (2005) avaliou o progresso genético da cultura e constatou que, nos EUA a partir de 1930, começou-se a utilizar híbridos duplos para minimizar esses problemas com o custo de produção de sementes de híbridos simples. A produção de sementes de híbridos duplos consiste no processo do cruzamento de dois híbridos simples, que por sua vez gera uma maior quantidade de sementes que pode ser comercializada, reduzindo assim o custo das sementes. Somente a partir de 1960, com aumento da tecnologia, a utilização do híbrido simples se tornou predominante, principalmente pela uniformidade das plantas e potencial produtivo elevado (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Embora os híbridos simples contribuam para maior produtividade e uniformidade, o seu preço ainda é um empecilho para parte dos agricultores que praticam agricultura de subsistência ou com baixo nível tecnológico (CARVALHO, 2004). Como estratégia de redução de custo alguns agricultores desenvolveram a chamada “semente caseira”, oriundas do cruzamento de dois híbridos simples comerciais, realizado na própria propriedade rural. O principal argumento para utilização dessas sementes é a diminuição no custo de produção (LOBATO, 2003). Os híbridos comerciais são amplamente testados pelos agricultores e são utilizados como genitores quando se destacam em relação aos já utilizados, para que as

populações, assim derivadas dos cruzamentos, apresentem boa produção e sanidade no campo. Souza Sobrinho et al. (2002) testaram a utilização da geração oriunda do cruzamento entre híbridos simples, gerando híbridos duplos e constataram que os mesmos têm desempenho muito semelhante àqueles derivados da geração F1 de híbridos simples. Além da redução no grau de heterozigose nos híbridos duplos em relação aos genitores (híbridos simples), o potencial fisiológico e sanitário dessas sementes pode ser alterado, o que pode afetar diretamente os componentes de produção da cultura (SANTOS, 2009).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2019), uso de sementes próprias por pequenos produtores está regulamentado conforme o disposto no § 3º do art. 8º e no art.48 da Lei nº 10.711, de 2003, sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, necessita que as cultivares produzidas esteja devidamente inscritas no Registro Nacional de Cultivares (RNC). Ainda segundo o MAPA, é ilegal fazer o cruzamento de híbridos sem a autorização do titular do direito de proteção das cultivares utilizadas, como descrito no § 2 Lei Nº 9.456, 1997, lei de Proteção de Cultivares.

1.1 JUSTIFICATIVA

É necessário avaliar os impactos nos componentes de produção do milho ao se desenvolver o próprio híbrido duplo. Essa avaliação pode auxiliar na tomada de decisão diante a escolha da semente que será utilizada na sua semeadura para que não haja prejuízos, uma vez que os agricultores e suas famílias dependem da rentabilidade da safra para se manter estável financeiramente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar a viabilidade técnica do uso de sementes próprias de híbridos duplos oriundas do cruzamento entre híbridos simples de milho, desenvolvidos pelos agricultores quando comparados com híbridos simples comercializados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SOCIAL DA CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família *Poaceae*. Com origem no México e na América Central, tem sua linha de melhoramento genético bastante discutida, acredita-se ser oriunda de uma planta chamada teosinto, uma gramínea que pode se reproduzir e gerar descendentes férteis como o milho (GALINAT, 1995). Os primeiros relatos de melhoramento por seleção se deram com civilizações asteca, maia e inca, uma vez que o cereal era uma das principais fontes de alimentos dessas populações (INGLETT, 1970).

Atualmente, o milho é utilizado na produção de vários tipos de produtos, que dizem respeito desde o campo farmacêutico até a produção de combustível, graxas, resinas, etc. (SANTOS, 2009). Pode ser destinado tanto para a alimentação humana quanto para fabricações de rações para animais, devido a essa grande diversidade de uso, caracteriza-se a sua grande importância econômica e aumento da demanda ao longo dos anos (MAGALHÃES et al, 2002).

Há uma grande demanda do milho na alimentação, devido conter na sua composição cerca de 70% de amido, e uma razoável quantidade de proteína, aproximadamente 10%. A proteína do milho é constituída praticamente por lisina e triptofano dois aminoácidos essenciais, não produzidos pelo organismo e devem ser obtidos através da alimentação (OSBORNE; MENDEL, 1914).

Segundo a USDA o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 82 milhões de toneladas na safra 2017/2018. A maior parte dessa produção é destinada para alimentação de animais, e apenas uma pequena parte para humanos. O ranking na produção mundial de milho é liderado pelos Estados Unidos, com 370,1 milhões de toneladas, seguido pela China com 215 milhões de toneladas (PEREIRA FILHO; BORGHI, 2018)

Segundo a Conab (2019a), a área cultivada de milho no Brasil na safra de 2018/2019 é de 17,07 milhões de hectares, 2,7% superior a de 2017/18, cujo área foi de 16,6 milhões de hectares. A área cultivada no verão vem sendo reduzida desde a safra 2008/2009, enquanto a safrinha, semeado em sucessão à colheita da soja, vem crescendo desde a safra de 2005/2006. A inversão nos valores das áreas cultivadas se deu em 2011/2012, quando a safrinha passou a ser de maior área cultivada. Essa inversão se deu, principalmente, devido a expansão da cultura no cerrado brasileiro que apresenta boas condições climáticas para o milho, o emprego de cultivares mais resistentes a doenças e com ciclo precoce favoreceram o milho cultivado

após a colheita da soja que por sua vez teve o início de da janela de semeadura adiantado, permitindo que haja tempo hábil para a produção de milho em sucessão a soja (PEREIRA FILHO; BORGHI, 2018).

Com o clima apresentando boas condições para a cultura associado a um aumento na média nacional de produtividade de cerca de 11,9%, alcançado 5.436 kg ha^{-1} , estimasse que a produção total do Brasil no ano de 2018/2019 seja 15% superior da última safra, totalizando 92,8 milhões de toneladas, tornando-se a segunda maior safra da história do país (CONAB, 2019a)

O custo estimado de investimento para a produção de 6.600 kg ha^{-1} de milho comercial no estado do Mato Grosso do Sul é em torno de R\$ 2.829,69 segundo a planilha de custo de produção da Conab (2018), onde a semente apresenta 18,3% desse valor, sendo estimado o custo de R\$520,00 por hectare. Para o investimento se tornar viável a esse custo, a saca de 60 kg de milho deve ser comercializada a no mínimo R\$ 25,73. O mercado do milho no Mato Grosso do Sul, local do experimento, tem oscilado significativamente, com valores entre R\$ 15,20 até R\$ 30,30 a saca de 60 kg nos últimos dois anos no entreposto da Cooperativa Agroindustrial Lar/Sete Quedas-MS, valores que, por muitas vezes, torna o manejo com alto investimento inviável economicamente (LAR, 2019).

Ao longo dos anos, o milho teve uma grande oscilação de preços no mercado externo. Tais oscilações se devem às questões como clima, previsões de colheitas de safras, de estoques e até mesmo movimentações especulativas nas Bolsas de Mercadorias onde são negociadas. O Brasil, sendo um grande exportador do grão, depende diretamente da cotação do milho na Bolsa de Chicago (CBOT), prêmio de exportação, despesas portuárias, frete, câmbio, impostos e outras taxas e comissões.

Devido ao grande tamanho territorial do Brasil, encontra-se grandes divergências de preços por região, devido ao custo logístico do produto, que vem crescendo significativamente nos últimos anos (IMEA, 2015).

2.2 PRODUÇÃO DE SEMENTES NA CULTURA DO MILHO HÍBRIDO

A obtenção de semente de milho é de extrema importância para a cultura, realizada geralmente em campos de produção de semente, pois necessita de cuidados especiais. Os tratamentos agrônômicos de um campo de produção de sementes para a cultura do milho é similar ao plantio comercial para consumo. Diferenciando-se, especialmente pelo isolamento dos campos de produção, para não ocorrer contaminação de outros materiais genéticos. Outro

cuidado especial é a mistura de linhagens para o cruzamento, cuidados com a sincronização da floração das cultivares, o despendoamento do genótipo utilizada como fêmea e colheita apenas do material emasculado (HEIDRICH SOBRINHO; WETZEL, 1966).

No momento da colheita, a principal diferença para o milho comercial é a retirada do campo a linhagem do milho utilizada como macho, aquela onde se manteve a inflorescência, para que não haja mistura genética com as sementes fecundas no cruzamento (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2003). Após a retirada do material macho, a colheita das espigas fêmeas pode ser feita de forma manual ou mecanizada, onde possibilita a pré-seleção das espigas saudáveis e descartes das danificadas (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2003). Atualmente devido ao grande volume de produção e escassa mão de obra no campo, é utilizado a colheita mecanizada com debulha de grãos a campo na maioria das produtoras de semente. Esta pode ser com máquinas com sistema de trilha com cilindro ou com rotor, algumas máquinas com maior nível de tecnologia são equipadas com sistemas de transporte da semente de forma pneumática, reduzindo os impactos mecânicos na semente.

Devido ao valor de aquisição dessas máquinas especializadas em reduzir os danos aos grãos, a maioria dos produtores que realizam a produção de semente de forma caseira utilizam o mesmo sistema de trilha utilizado para a colheita de grão comercializado. Que, segundo Venegas et. al (2012), caso a colhedora esteja mal regulada, as perdas por grãos quebrados no momento da colheita podem ultrapassar 15%.

Toda vez que a semente é manuseada, está sujeita a danos mecânicos. O ideal seria colhê-la e beneficiá-la manualmente. Porém, na maioria das vezes, isso não é viável. As colhedoras, mesmo reguladas perfeitamente podem danificar seriamente as sementes durante a operação de debulha, inviabilizando-as (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2003).

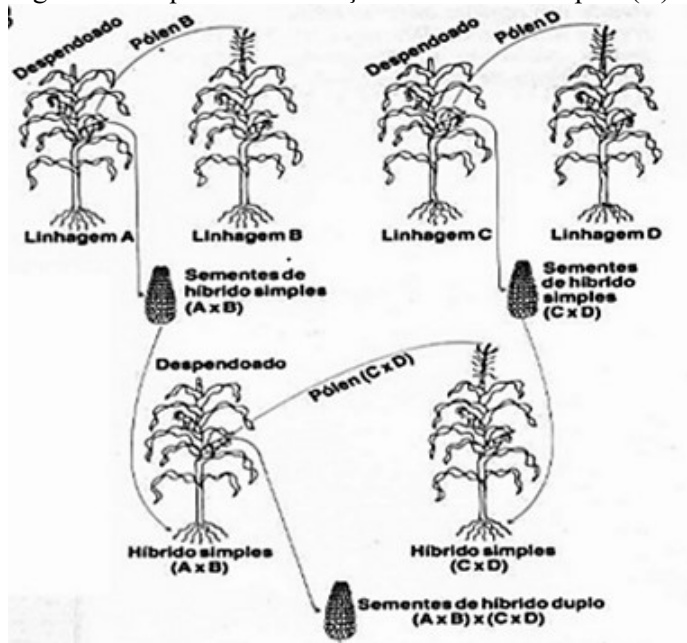
O milho é, dentre as culturas domésticas, sem dúvida a mais utilizada nos processos de hibridação. Os materiais endogâmicos utilizados para a produção de sementes híbridas são de fácil obtenção nos programas de melhoramento de milho devido à característica monóica desta planta, o que possibilita realização de cruzamentos controlados e autofecundações (BUENO et al., 2001).

Segundo Pereira Filho e Borghi (2018), no levantamento da safra 2017/2018 foram relacionadas 298 cultivares, incluindo milho grão, silagem, pipoca e milho verde comum. Desse total 195 são transgênicas, e as restantes 103 são convencionais, o que significa que 65,43% das cultivares de milho que estão no mercado são transgênicas e apenas 34,56% são convencionais. A adoção do milho transgênico na safrinha tem sido maior que na safra de verão, segundo a agência Céleres (2018). Segundo os dados publicados em relatório, o cultivo

deverá chegar a 10,4 milhões de hectares, ou 91,8% da área total. De acordo com o Conselho de Informações sobre Biotecnologia (2018), são cultivados no Brasil 50,2 milhões de hectares com sementes geneticamente modificadas e, deste total, 31% são de milho (15,6 milhões de hectares).

Dentre os materiais genéticos disponíveis para comercialização, há uma classificação dentre os diversos tipos de híbridos (MIRANDA FILHO; VIÉGAS 1987). Existem também materiais chamados de milho variedade, onde a população está em equilíbrio geneticamente, permitindo a manutenção das características varietais. Assim sendo, pode ser usada a mesma semente por dois ou três anos, desde que a variedade não sofra contaminação (COELHO, 1980). Na forma mais utilizada comercialmente no mundo, de híbrido simples, que se trata do produto originário do cruzamento de duas linhas puras, todas as plantas oriundas desse cruzamento, chamados de híbridos apresentam genética semelhantes, teoricamente idênticas (KRUG et al., 1943). Já o híbrido duplo é produto do cruzamento entre dois híbridos simples (Figura 1). Apresenta maior variabilidade genética quando comparados com os parentais e possui maior estabilidade a diferentes ambientes e tratamentos, porém menor uniformidade entre plantas e espigas, podendo apresentar menor produtividade (SANTOS, 2009).

Figura 1 - Esquema de obtenção de híbridos simples (A) e duplo (B)



Fonte: (NUNES, 2016).

No que diz respeito a legislação, segundo o Decreto N° 5.153, de 23 de junho de 2004 no Art. 114. Toda pessoa física ou jurídica que utilize semente ou muda, com a finalidade de semeadura ou plantio, deverá adquiri-las de produtor ou comerciante inscrito no RENASEM

(Registro Nacional de Sementes e Mudanças) (BRASIL, 2004). Ou seja, conter nota fiscal da semente comprada. Ressalvados os agricultores familiares, os assentados da reforma agrária e os indígenas, conforme o disposto no § 3º do art. 8º e no art. 48 da Lei nº 10.711, de 2003 (BRASIL, 2003)

Ainda conforme o Decreto Nº 5.153, de 23 de junho de 2004 no § 1º do art. 114, o usuário poderá, a cada safra, reservar parte de sua produção como sementes para uso próprio ou mudas para uso próprio, de acordo com o disposto no art. 115 do mesmo, poderá ser utilizada apenas em propriedade que detenha posse e estar em quantidade compatível com a área a ser plantada na safra seguinte. Para tanto, deve ser proveniente de áreas inscritas no Ministério de Agricultura, ter comprovação de origem de semente, mediante a nota fiscal, e obter autorização do obtentor da cultivar quando se tratar de material protegido, como descrito no § 2 Lei Nº 9.456, 1997, Lei de Proteção de Cultivares. Mesmo com autorização para realizar o campo de produção de sementes, o agricultor que utilizar híbridos diferentes para cruzamento, estará cometendo ilegalidade (BRASIL, 1997). Pois para a lei de sementes, o resultante desse cruzamento será um novo produto, não registrado no RNC. Isenta-se de registro apenas cultivares locais, tradicionais ou crioulas, utilizadas por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas, conforme o § 6º do Art. 11 da Lei de sementes, Lei nº 10.711,2003.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em propriedade rural, no município de Sete Quedas-MS com latitude de 23°50'36.32"S, longitude de 54°54'31.98"O e altitude de 280 m, em Latossolo Vermelho distroférico com granulometria de 81,25% de areia, 7,50% silte e 11,25% de argila, os atributos químicas do solo são apresentados na Tabela 1. O clima da região é do tipo tropical ou tropical de altitude, caracterizado por médias de temperatura que variam entre 35 °C no verão e riscos de geada no inverno. A pluviosidade anual é de aproximadamente 1500 milímetros (FREITAS, 2010).

Tabela 1 – Análise química do solo, básica e micronutrientes, da área do experimento, Sete Quedas, MS, 2017.

Profundidade	pH	MO	P _{resina}	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	pH 7	V
Cm	CaCl ₂	g dm ⁻³		---mg dm ⁻³ -				-----Cmol _c dm ⁻³ -----					%
0-20	4,6	21,5	37,13	4,29	0,14	1,88	0,49	0,26	4,99	2,51	7,5		33,47
0,40	4,3	11,4	17,4	5,94	0,10	1,18	0,36	0,71	6,86	1,64	8,5		19,29
Micronutrientes													
Profundidade		B		Cu		Fe		Mn		Zn			
Cm				mg dm ³									
0-20		0,21		0,8		57,30		5,4		9,4			
0-40		0,18		0,7		55		4,5		10,10			

Fonte: Autor

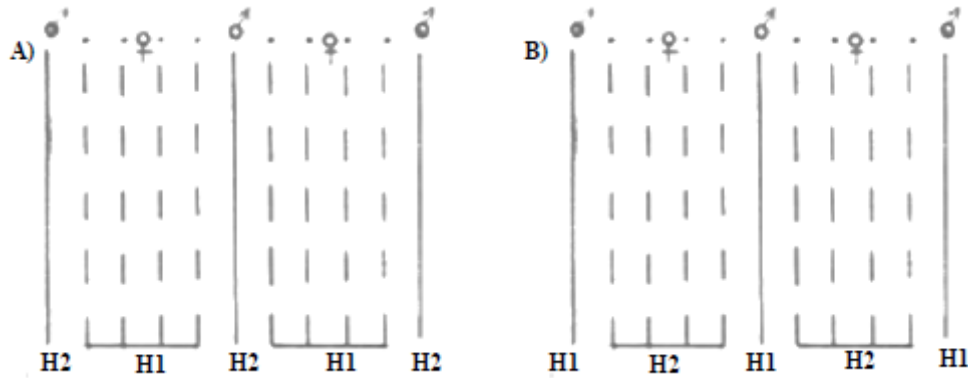
Para gerar as de sementes de híbridos duplos utilizados para as avaliações foi realizado o cruzamento dos dois híbridos simples (HS) comerciais Syngenta Defender Viptera e o Pioneer P4285, fixando os dois materiais como linhagens fêmea, em dois campos de produção. Os cruzamentos foram implantados em safra de verão, na segunda quinzena de setembro de 2016.

O material P4285 utilizado é um híbrido convencional, que apresenta uma boa produtividade elevada sanidade foliar, com alta tolerância ao acamamento e quebraimento de colmo e é classificado como precoce (PIONEER, 2019). Já o Defender apresenta tecnologia transgênica Viptera, ciclo precoce, ampla adaptação, boa tolerância a doenças foliares e de colmo (SYNGENTA, 2019)

Os híbridos simples para cruzamento foram semeados em dois campos distantes á aproximadamente 900 metros, para que não houvesse contaminação genética, uma vez que o recomendado é no mínimo 200 metros para evitar contaminação de pólenes carregados pelo vento (ANDRADE e BORBA, 1993).. O espaçamento entre linhas de 70 cm, sendo 4 linhas com a linhagem destinada para a produção da semente (fêmea) e 1 linha a linhagem

responsável pela fecundação (macho) representada na Figura 2. Essa proporção pode ser variável, depende da capacidade de fecundação do material usado como macho.

Figura 2 – Esquema para semeadura de um campo de cruzamento A) entre híbridos simples H1 (feminino) e H2 (masculino) na proporção 1:4 e B) e seu recíproco.



Fonte: Coelho, 1980

Foram necessárias duas áreas de cruzamento, pois os materiais de híbrido simples foram utilizados ora como genitor fêmea, ora como genitor masculino, para minimizar os erros por efeito de herança mitocondrial dos materiais.

Os híbridos utilizados como progenitores foram semeados em sistema de plantio direto, na segunda quinzena de setembro de 2016, com adubação de 500 kg ha⁻¹ do formulado N-P-K 10-15-15 na semeadura, e as adubações de cobertura realizadas com 35 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio. Para o preparo da área, foi utilizado herbicida para que não houvesse interferência e a cultura pudesse se estabelecer corretamente, assim como os demais tratamentos culturais, como inseticidas e fungicidas, recebendo os mesmos cuidados de uma área de milho comercial para venda de grãos.

No campo de produção I o cruzamento onde o híbrido simples Defender foi emasculado, polinizada apenas pela genética do material P4285, totalizou uma área total de 9.660 m². No campo de produção II, onde a cultivar P4285 foi emasculado totalizou uma área de 3.325 m².

Para que não houvesse autofecundação e o cruzamento fosse realizado sem contaminação, foi retirado em três etapas o pendão das linhagens que tinha como interesse ser receptora de pólen. Assim a inflorescência feminina é polinizada apenas com o pólen contendo o material genético do outro híbrido.

Quando as plantas apresentaram a maturidade fisiológica, foi retirado manualmente as espigas do genitor masculino e descartadas, sendo colhido apenas o genitor feminino que foi emasculado no cruzamento, contendo a semente fecundada.

As linhagens fêmeas foram colhidas mecanicamente com colhedora utilizada para colheita de milho comercial, com sistema de trilha por cilindro. As sementes utilizadas para experimento foram retiradas aleatoriamente do lote colhido, o restante do milho foi comercializado como milho grão.

Das amostras coletadas, foram selecionadas manualmente 400 sementes, dividindo as em 4 blocos, totalizando 100 sementes por parcela experimental, método também utilizados nas sementes de híbrido simples comerciais.

Na safrinha de 2017, o experimento de avaliação foi implantando em outro talhão da mesma propriedade, sobre os restos culturais da soja, em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. A adubação de base realizada com adubo formulado NPK 10-15-15, em uma dosagem de 650 kg ha^{-1} , e realizada adubação de cobertura 100 kg ha^{-1} de N na forma de ureia quando as plantas do experimento apresentavam estágio fenológico V4, segundo Magalhães (2002).

Para o experimento foram semeados os dois híbridos simples comerciais Pioneer P4285 (H1) e Syngenta Defender Viptera (H2), além dos híbridos duplos produzidos a partir do cruzamento: P4285 X Defender (H1xH2); Defender X P4285 (H2xH1), em blocos casualizados com 4 repetições, cada parcela apresentava linhas de 5 metros, com espaçamento de 70 cm entre linhas e 25 cm entre plantas, totalizando 100 sementes por parcela. Foram realizadas o devido tratamento de semente com Cropstar e realizada semeadura direta em restos culturais da soja, foi aplicado inseticida Karate Zeon uma vez aos 40 dias e fungicida Nativo conforme bula no pré florescimento de acordo com cultura comum.

As plantas foram avaliadas quanto aos seguintes caracteres agrônômicos:

a) Estande inicial: número de plantas obtidas na área útil de $6,3\text{m}^2$ em cada parcela experimental.

b) Altura de planta: medida realizada após o florescimento completo de 10 plantas representativas por parcela, do nível do solo até a extremidade da planta.

c) Inserção da espiga: medida realizada após o completo florescimento de 10 plantas representativas por parcela, tomada do nível do solo até a inserção da espiga principal;

d) Comprimento da espiga: comprimento médio de 15 espigas sem palha coletada da área designada.

e) Diâmetro da espiga: diâmetro médio de 15 espigas representativas de cada parcela.

f) Número de fileiras de grão na espiga: número médio de fileiras de grãos de 15 espigas representativas de cada parcela.

g) Produtividade de grãos: resultado do peso total da debulhada de uma área de 2,62m², e transformados em kg ha⁻¹, pesadas com auxílio de balança eletrônica e corrigidos para 14% de umidade através da fórmula:

$$P_{14} = \frac{PC(100 - U)}{86}$$

P₁₄: é o peso de grãos corrigidos para 14%;

PC: é o peso de grãos sem a correção;

U: é a umidade dos grãos no momento da pesagem em percentagem;

h) Massa de 100 grãos: peso obtido de uma subamostra de 100 grãos de cada parcela.

Foi também estimada a heterose para as características avaliadas, proposto por Shull no século XX, onde:

$$h = \bar{F}_1 - \frac{(\bar{P}_1 + \bar{P}_2)}{2}$$

em que: h= heterose;

\bar{F}_1 = média do híbrido;

\bar{P}_1 = média do genitor 1;

\bar{P}_2 = média do genitor 2;

Os dados obtidos foram analisados pela análise de variância com o teste F (p<0,05), e as médias comparadas pelo teste Tukey (p<0,05).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios dos tratamentos obtidos nas análises de variância individuais mostraram-se significativos a 5% de probabilidade pelo teste F para os caracteres de inserção de espiga, diâmetro da espiga e número de fileiras grãos, mas não apresentou significância de quadrados médios para estande inicial, altura de plantas, comprimento das espigas, produtividade e massa de 100 grãos. Os resultados da análise da variância das variáveis analisadas no experimento estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Quadrados médios para as características de estande inicial (EI), altura de plantas (AP), inserção de espiga (IE), comprimento espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras (NF), produtividade (PG), massa de 100 grãos (M100G), de híbridos duplos e simples de milho, em Sete Quedas - MS, segunda safra de 2017.

FV	GL	EI	AP	IE	CE	DE	NF	M100G	PR
Genótipo	3	6,915 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,065*	0,269 ^{ns}	0,395*	5,729*	25, ^{7ns}	5364 ^{ns}
Bloco	3	8,750	0,023	0,019	0,367	0,101	0,229	24,1	1288
Erro	9	7,638	0,014	0,005	0,719	0,042	0,118	33,8	3105
CV%		8,74	4,80	6,31	6,09	1,30	2,28	5,67	7,25
Média		31,62	2,48	1,21	13,91	15,9	15,06	32,41	7682,37

^{ns} e *: não significativo, significativo a 5%, respectivamente, pelo teste F.

Os baixos valores do coeficiente de variação (CV%) observados em todas as características, estão dentro dos padrões normais para experimentação em milho, indicam boa precisão experimental segundo Scapim et al. (1995), que propõe uma classificação para a cultura do milho para as variáveis, altura de inserção espiga, e peso de grãos, onde são considerados baixos quando os valores são $\leq 6,5\%$; e $\leq 10,0\%$ para os respectivos caracteres, e médio para altura de planta entre 4,5% a 9,0%.

Não houve diferença para as variáveis estande inicial de plantas, nem para a altura de plantas e comprimento de espigas, fato interessante a ser observado nos híbridos duplos, visto que as características são de grande importância para a produção final de grãos de milho.

Os materiais avaliados apresentaram boas médias para a variável altura de planta (2,48m), sendo que o híbrido P4285 (H1) apresentou média de 2,5 m no estado do Paraná em 2015 (SHIOGA et al., 2015), sendo próxima a média do genótipo Defender, que é de 2,42m segundo as informações técnicas fornecidas pela detentora da cultivar (SYNGENTA, 2019).

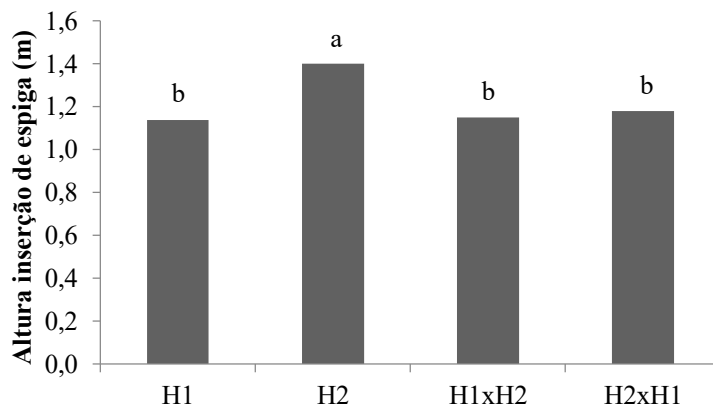
Deve-se ressaltar também que as diferenças genéticas entre os híbridos podem proporcionar diferentes alturas de plantas, independente da população ou espaçamento, como

foi observado por Dourado Neto et al. (2003) onde o híbrido DKB 911 foi superior ao genótipo AG 7575 sob todos os arranjos espaciais estudados. Araújo et al., (2017) estudando o desempenho agrônômico de híbridos de milho, observaram que a característica morfológica de altura de planta, é resultante da própria genética dos híbridos e da sua interação com o ambiente e sistema de manejo.

Oliboni (2010) ressalta que plantas de milho com maiores médias em altura são mais suscetíveis a problemas como acamamento das plantas antes da realização da colheita, fator que deve ser levado em consideração na escolha do material para locais com maiores incidências de ventos fortes. No exposto não houve acamamento de plantas.

Para a característica altura de inserção da espiga (IE) foi verificado efeito significativo entre os genótipos. A maior média para IE foi verificada para o híbrido Defender (H2), (Figura 3) com 1,4 m, sendo levemente inferior à sua indicação técnica, onde os valores médios são em torno de 1,56m (SYNGENTA, 2019). É possível observar que os híbridos duplos gerados apresentaram leves diferenças morfológicas para a característica.

Figura 3 – Médias das alturas de inserção de espiga, avaliadas nos diferentes híbridos, P4285 (H1), Defender (H2), P4285 x Defender (H1xH2) e Defender x P4285(H2xH1), durante segunda safra de 2017, em Sete Quedas, MS.



*Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
Fonte: Autor.

Plantas de milho mais altas e com altura de espigas também elevadas, podem apresentar vantagens na colheita (RIBEIRO, 2016). Segundo Possamai et al. (2001), as perdas e a pureza dos grãos na colheita mecanizada são reduzidas quando as espigas se encontram mais altas, podendo assim aumentar a produtividade.

Kopper et al (2018) observaram que a variável produtividade foi afetada diretamente pela altura de inserção de espigas, mostrando que plantas com espigas mais altas tendem a ter um teto produtivo mais alto. Para Souza et al. (2014) a característica altura de espiga foi a que

apresentou a maior correlação com produtividade, sendo considerada uma determinante para produção de grãos final. Churata e Ayala (1996) também concluíram que a variável foi uma das características que mais apresentaram relação com a produtividade. A altura de espiga, dentre outras características, é um parâmetro agrônômico importante que pode ser considerado como critério de escolha indireta para a escolha de híbridos de alto nível tecnológico (BELLO et al. 2010).

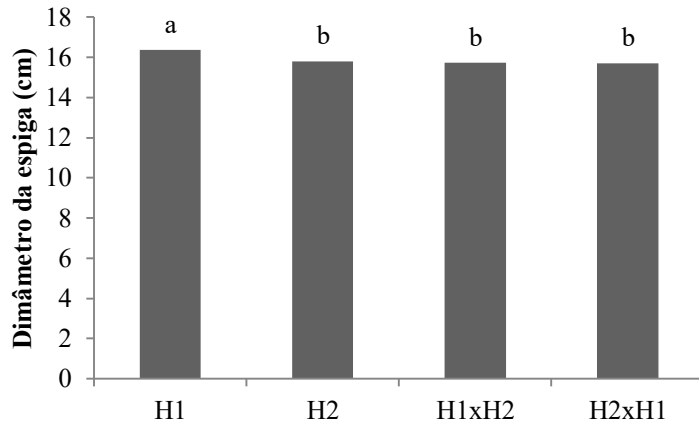
Para Silva et al. (2014) a altura de inserção da espiga e a altura de plantas foram influenciadas pelo espaçamento e pela população de plantas. Porém como variável espaçamento e densidade foi fixa para todos os genótipos, pode-se concluir que a diferença genética do material proporcionou uma maior altura de inserção da espiga para o híbrido simples Defender. No entanto, segundo Siqueira et al. (2009), o fator inserção de espiga influencia para que ocorra o acamamento de plantas, podendo causar rupturas dos tecidos do colmo, conseqüentemente impedindo a translocação de solutos e ocasionando perdas na produção e dificuldade na colheita. A chance de acamamento aumenta devido à diminuição do ponto de gravidade da planta (LI et al., 2007).

Hanashiro et al. (2013), avaliando 42 híbridos de milho sob as mesmas condições de manejo, observaram variação de altura de inserção de espiga de 1,09 a 1,55 m entre os genótipos. Kappes et al (2011) encontraram variação de 0,92 a 1,45m, a discrepância dos resultados foi atribuída à diversidade genética e interação com o ambiente dos diferentes materiais utilizados. No exposto, a altura de inserção da espiga variou de 1,14 a 1,4 m. As plantas do híbrido Defender (H2) tiveram altura de inserção de espiga superior.

Para a variável diâmetro da espiga, o material P4285 (H1) se destacou com média de 16,3 cm, conforme observado na Figura 4, porém os híbridos duplos não manifestaram a mesma característica do genitor em questão.

Para Olivoto et al., (2018) avaliando caracteres morfológicos e rendimento de grãos de híbridos simples de milho em diferentes ambientes, observaram que o diâmetro da espiga foi influenciado pela expressão do genótipo e sofreu pouca influência do ambiente. De acordo com CARVALHO et al. (2004), que avaliaram o desempenho de híbridos simples de milho em ambiente irrigado e de sequeiro, também não observaram diferenças do diâmetro de espiga para os diferentes ambientes.

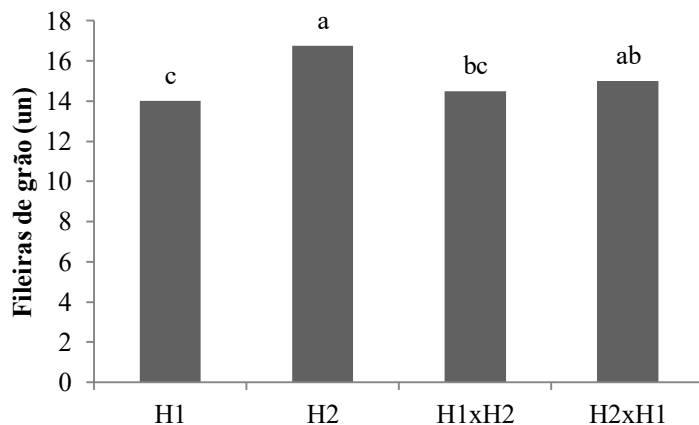
Figura 4 – Médias do diâmetro da espiga, avaliados nos diferentes híbridos, P4285 (H1), Defender (H2), P4285 x Defender (H1xH2) e Defender x P4285(H2xH1), durante segunda safra de 2017, em Sete Quedas, MS.



*Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)
 Fonte: Autor.

Para a variável número de fileiras (Figura 5), o híbrido simples Defender (H2) se destacou juntamente com o híbrido duplo Defender x P4285 (H2xH1), e pode-se observar que os híbridos duplos não diferiram entre si, assim como o híbrido simples P4285 (H1) apresentou comportamento semelhante ao híbrido duplo P4285 x Defender (H1xH2)

Figura 5 – Médias de número de fileiras de grãos (NF), avaliados nos diferentes híbridos, P4285 (H1), Defender (H2), P4285 x Defender (H1xH2) e Defender x P4285(H2xH1), durante segunda safra de 2017, em Sete Quedas, MS.



*Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)
 Fonte: Autor.

As relações entre as características morfológicas das espigas são dependentes dos genótipos do material (LOPES et al. 2007). Pode-se observar que os híbridos duplos não diferiram do seu parental materno no cruzamento, o que pode indicar que a herança para a

característica seja de caráter materno, fator que pode ser levado em consideração para escolha dos progenitores em programas de melhoramento genético.

Almeida et al. (1998), afirmam que os componentes de rendimento do milho, número de fileiras e massa de 100 grãos estão negativamente relacionados, ou seja, o aumento de um pode ocasionar o decréscimo do outro. Lopes et al. (2007) concluíram que a variável número de fileiras está correlacionada com peso de grãos por espiga nos híbridos duplos, decorrente do efeito indireto positivo para número de grãos e negativo para massa de 100 grãos. Com isso os autores concluíram que os híbridos duplos apresentaram uma maior prolificidade, porém, menor peso de grãos em relação a híbridos simples e triplos, enfatizando que a seleção indireta para a variável número de grãos e número de fileiras por espiga podem ser utilizadas para aumentar a produtividade.

De acordo com Cruz e Carneiro (2003) o uso de seleção indireta das variáveis agronômicas pode resultar em um avanço genético por vezes mais rápido que a seleção direta das características desejada.

Marchão et al. (2005) afirmam que a variável número de fileiras da espiga independe da densidade de plantas, uma vez que o potencial de produção do milho para a característica é definido no primeiro estágio de desenvolvimento (V6), quando ocorre o início do processo de diferenciação floral e formação dos primórdios da panícula e da espiga, não havendo ainda uma interferência da competição entre plantas no ambiente.

A produção de grãos possui herança genética complexa, pois resulta da junção de vários genes com pequenos efeitos sobre o fenótipo (ALLARD, 1971). Os componentes determinantes para a produtividade de maior importância na cultura do milho são principalmente a população e tamanho da espiga atuando diretamente na produtividade, e essas características podem variar conforme o tipo de híbrido utilizado (SANTOS, 2009).

Para a variável produção por hectare e massa de 100 grãos os híbridos não se diferenciaram. As plantas apresentaram um bom desenvolvimento, com média de produtividade de 7.682 kg ha⁻¹ (tabela 2), superior à média do estado do Mato Grosso do sul, que foi de 5.460 kg ha⁻¹ no ano de 2017 (CONAB, 2019b). Independentemente do local do experimento apresentar altitude de 280 m, cuja altitude não é considerada ótima para a cultura, manifestando baixa alternância da temperatura entre o dia e a noite. Fancelli e Dourado Neto (2000), relataram que temperaturas noturnas mais altas acarretam em um maior consumo energético na planta, devido à necessidade em aumentar a respiração celular, podendo ocasionar déficits no saldo de foto-assimilados, causando redução na produtividade da cultura do milho. Carvalho (2004) trabalhando com capacidade de combinação de

linhagens parcialmente endogâmicas em dois locais diferentes também observou espigas de maior rendimento em local com maior altitude e conseqüentemente menor temperatura no período da noite.

A expressão da heterose na produção ocorre principalmente devido a existência de genes com grau parcial ou completo de dominância, controlando o caráter, e depende também da distância genética entre os genitores, ou seja, diferentes frequências alélicas são necessárias para que haja expressão da heterose (FALCONER; MACKAY, 1996). O tipo da interação alélica responsável pela heterose vem sendo discutida há um longo tempo, alguns defendem a ideia de que depende apenas da presença de um gene dominante, ou seja, que o heterozigoto apresenta o alelo dominante que mascara o alelo recessivo, o qual não apresenta vantagens à característica (CROW, 1999). Já a hipótese de sobredominância suspeita de que a heterozigose já é o suficiente para manifestação da heterose. Interações epistáticas, quando dois ou mais genes determinam a característica, também são normalmente usadas para explicar a heterose (GOODNIGHT, 1998).

Quando dois genótipos com distâncias genéticas que possuem diferentes locus de importância agrônômica são cruzadas, ocorre o chamado vigor híbrido (FU; DOONER, 2002). A heterose pode ser perpetuada por meio de propagação assexuada com o uso da clonagem, ou por meio sexuado, amplamente utilizado na cultura do milho, por meio da obtenção das linhagens e posteriormente o cruzamento entre elas (CARVALHO, 2004).

Os valores de heterose estimados no presente estudo estão representados na Tabela 3, onde foi observada heterose positiva de 1,3% para comprimento de espiga (CE) e de 3,8% para massa de 100 grãos (M100G) no híbrido duplo P4285 x Defender. As demais variáveis avaliadas apresentaram heteroses negativas, inclusive para produtividade, que apresentou valores de -0,67% para o H1xH2 e -9,8% para H2xH1.

De acordo com Gardner e Eberhart (1966), os melhores híbridos serão aqueles que reunirem um maior número de efeitos desejáveis para a característica de interesse. Em 2010 Assunção et al. observaram heterose para produção de grãos de milho doce de até 136%. Os resultados de heteroses obtidos no presente estudo confirmam o esperado, de que os materiais de híbridos duplos podem perder potencial genético quando comparados com híbridos simples parentais.

Tabela 3 – Heterose média para as variáveis avaliadas nos híbridos duplos, nos cruzamentos: P4285 x Defender (H1xH2) e Defender x P4285(H2xH1), em Sete Quedas - MS, segunda safra de 2017.

Genótipo	Característica							
	EI	AP	IE	CE	DE	NF	PR	M100G
H1xH2	2	-0,4	-0,12	0,185	-0,465	-0,875	-53,1	12,4
H2xH1	2,5	-0,08	-0,09	-0,355	-0,375	-0,375	-708,2	-4,2

EI (Estande inicial), AP (Altura de plantas: m), IE (Inserção de espiga: m), CE (Comprimento espiga: cm), DE (Diâmetro de espiga: cm), NF (Número de fileiras), PR (Produtividade: kg ha⁻¹), M100G (Massa de 100 grãos :g)

A boa produtividade dos materiais híbridos duplos, associado ao menor custo de produção tem impulsionado o uso desses materiais pelos agricultores locais, como forma de diminuir os custos de produção. A Associação Brasileira de Sementes e Mudanças (ABRASEM, 2016) estima que o uso de sementes certificadas de milho é em torno de 92% do total utilizado no Brasil, o mesmo percentual é observado no estado do Mato Grosso do Sul.

A prática de salvar sementes para uso próprio é amparado pela lei, conforme o disposto no § 1º do art. 114, Decreto Nº 5.153, de 23 de junho de 2004, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças, onde o usuário poderá, a cada safra, reservar parte de sua produção como sementes para uso próprio. Serão consideradas sementes para salvar, quando o agricultor seguir as exigências do art. 115 (Decreto Nº 5.153, de 23 de junho de 2004), dentre elas, a semente só pode ser utilizada em propriedade que detenha a posse; estar em quantidade compatível com a área a ser plantado, ser proveniente de áreas inscritas no MAPA, além do mais utilizar o material reservado exclusivamente na safra seguinte, é ilegal realizar cruzamentos para a geração de novos materiais (BRASIL, 2004).

Pela falta de conhecimento por parte dos agricultores que utilizam do método, em alguns casos os mesmos acabam comercializando o excedente de sementes produzidas, se configurando crime conforme art. 190 do mesmo, In verbis “É proibido, e constitui infração de natureza gravíssima: I - comercializar sementes ou mudas produzidas para uso próprio”. Ainda segundo o decreto, no Art. 199. Retrata que a penalidade da infração pode chegar ao valor equivalente a até duzentos e cinquenta por cento do valor comercial do produto fiscalizado (BRASIL, 2004).

É necessário que os agricultores sigam as exigências legais impostas, caso tenha interesse de realizar semente para uso próprio. Há também a necessidade realização de estudos para comprovar a viabilidade econômica da prática.

Como esperado, a heterose é negativa para a maioria das características, resultando em um menor potencial genético dos híbridos duplos em relação aos genitores híbridos simples.

5 CONCLUSÃO

Confirmou-se a viabilidade técnica no uso de sementes de híbrido duplo de milho, já que não houve diferença significativa na produção de grãos entre os tratamentos.

REFERÊNCIAS

- ABRASEM, 2016, Brasília, DF. **Associação Brasileira de Sementes e Mudanças**. Brasília, Df: Abrasem, 2016. 128 p. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anuario_ABRASEM_2016_SITE.pdf>. Acesso em: 20 maio 2019.
- ALLARD, R.W. **Princípio do melhoramento genético das plantas**. São Paulo, Edgard Blücher Ltda. 1967. 371p.
- ALMEIDA, M.L. et al. Conceito de ideotipo e seu uso no aumento do rendimento potencial de cereais. **Ciência Rural**, v.28, n.2, p.325-332, 1998.
- ANDRADE, R.V.; BORBA, C.S. Fatores que afetam a qualidade das sementes. In: Tecnologia para produção de sementes de milho. **EMBRAPA-CNPMS**. Circular técnico, 19 p. 7 – 9. 1993.
- ARAÚJO, Lucas da Silva et al. Desempenho agrônomico de híbridos de milho na região sudeste de Goiás. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, Rr, v. 10, n. 4, p.334-341, 5 jan. 2017. Universidade Federal de Roraima. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i4.3334>>. Acesso em: 12 maio 2019
- ASSUNÇÃO, A.; BRASIL, E.M.; OLIVEIRA J.P.; REIS, A.J.S.; PEREIRA, A.F.; BUENO, L.G.; RAMOS, L.R. Heterosis oerformance in industrial and yield componentes of sweet corn. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 10, n 4, p. 183-190, nov. 2010.
- BELLO, O. B. et al. Correlation and path coefficient analysis of yield and agronomic characters among open pollinated maize varieties and their F2 hybrids in a diallel cross. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 18, p. 2633- 2639, 2010.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6 ed. Universidade Federal de Viçosa: UFV, 2013.
- BRASIL. Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004. **Aprova o regulamento da lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o sistema nacional de sementes e mudas - SNSM, e dá outras providências..** Brasília, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5153.htm>. Acesso em: 12 maio 2019
- BRASIL. Lei nº 9456, de 25 de abril de 1997. : **Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências**. Brasília, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19456.htm>. Acesso em: 12 maio 2019.
- BRASIL. Lei nº 10.711, de 05 de outubro de 2003. **Dispõe sobre o sistema nacional de sementes e mudas e dá outras providências..** Brasília, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.711.htm>. Acesso em: 12 maio 2019.
- CARVALHO, A. D. F. de. **Capacidade de combinação de linhagens parcialmente endogâmicas obtidas de híbridos comerciais de milho**. 2004. 55 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) – Curso de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004.

CÉLERES. **Informativo Céleres®**: milho: projeção de safra 2017/18. Uberlândia, 2018. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/ic18-08-informativo-céleres-maio-2018>>. Acesso em: 1 jun. 2018.

CHURATA, B. G. M.; AYALA-OZUNA, J. T. Correlações genotípica, fenotípica e de ambiente e análise de trilha em caracteres avaliados no composto de milho (*Zea mays*) arquitetura. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v. 43, n. 249, p. 628- 636, 1996.

COELHO, D. T.; DALE, R. F. An energy-crop growth variable and temperature function for predicting corn growth and development: planting to silking. *Agronomy Journal*, Madison, v. 72, p. 503-510, 1980.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos, safra 2017/2018**, sexto levantamento. v. 6, n. 6, março, 2019a. ISSN 2318-6852

CONAB. **Milho 2ª safra**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>>. Acesso em: 26 mai. 2019b.

CROW, J. F. Dominance and Overdominance. In: COORS, J. G.; PANDEY, S. **The genetics and exploitation of heterosis in crops**. Cidade do México: CIMMYT, 1998. p.. 49-58.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 579p.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista brasileira de milho e sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, p. 63-77, 2003.

DUVICK, D. N. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.) **Advances in Agronomy**: v. 86, p. 3-145, 2005.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4th ed. Essex: Longman, p 480. 1996.

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

FREITAS, E. **Aspectos naturais de Mato Grosso do Sul**. 2010 Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/brasil/aspectos-naturais-mato-grosso-sul.htm>>. Acesso em: 05 set. 2016.

FU, H.; DOONER, H. K. Intraspecific violation of genetic colinearity and its implications in maize. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 99, n. 14, p 9573-9578, July 2002.

GALINAT, W. C. The origin of maize: grain of humanity. New York: **New York Botanical Garden Journal**, v. 44, p. 3-12, 1995.

GARDNER, C. O.; EBERHART, S. A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related population. **Biometrics**, v. 22, p. 439-452, 1966.

GOODNIGHT, C. J. Epistasis and the effect of founder events on the additive genetic variance. **Evolution**, Lawrence, 42, n. 2, p. 441-454, Mar./Abr. 1998.

HANASHIRO, R. K.; MINGOTTE, F. L. C.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho fenológico, morfológico e agrônômico de cultivares de milho em Jaboticabal-SP. **Científica**, v. 41, p. 226-234, 2013.

HEIDRICH SOBRINHO, E.; WETZEL, C. T. **A produção de sementes de milho híbrido**. 1966.

IMEA. **Entendendo o mercado do milho**. 2015. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/Paper_jornalistas_Milho_AO.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019.

INGLETT, G. E. Food uses of corn around the world. *In*: (ed.) **Corn: culture, processing, products**. Connecticut, The Avi Pub. Co., 1970, p. 138-50.

KAPPES, C; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, Â. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, p. 334-343, 2011.

KOPPER, C. V. et al. Características agrônômicas e produtividade de milho segunda safra em função da velocidade de semeadura e população de plantas. **Pesquisa agropecuária pernambucana**, Brasil, v. 22, jun. 2018. ISSN 2446-8053. Disponível em: <<https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/pap.2017.003>>. Acesso em: 22 maio 2019. doi:<https://doi.org/10.12661/pap.2017.003>.

KRUG, C. A.; VIÉGAS, G. P.; PAOLIÉRI, L. **Híbridos comerciais de milho**. *Bragantia*, v. 3, p. 367-552, 1943.

LAR, Cooperativa Agroindústria. **Cotações Lar**. 2019. Disponível em: <<http://www.lar.ind.br/v4/agronegocio/index.php>>. Acesso em: 20 mar. 2019

LOBATO, P. N. **Qualidade de sementes de híbridos duplos de milho obtidas a partir das gerações F₁ ou F₂**. 2003. 50 p, Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Curso de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2003.

LOPES, S.J.; LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; DAMO, H.P.; BRUM, B.; SANTOS, V.J.dos. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1536-1542, 2007.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. 1 ed. Sete Lagoas: Circular Técnica, Embrapa Milho e Sorgo, p. 23, 2002.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; DUARTE, J. B.; GUIMARÃES, C. M; GOMES, J. A. Densidade de plantas e características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento

reduzido entre linhas. **Pesquisa agropecuária tropical**, v. 35, n. 2, p. 93-101, maio/ago. 2005.

MIRANDA FILHO, J. B.; VIÉGAS, G. P. Milho híbrido. In: PARTENIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Eds.). **Melhoramento e produção de milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 275-340.

NUNES, J. L. S. **Tecnologia de sementes: produção de sementes de milho**. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/sementes/TecnologiaSementes/SementesMilho.aspx>>. Acesso em: 05 set. 2016.

OLIBONI, R. **Capacidade combinatória e divergência genética entre híbridos comerciais de milho recomendados para a região centro-sul do Paraná**. 2010. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, área de Concentração em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-oeste, Guarapuava, 2010.

OLIVOTO, Tiago et al. Caracteres morfológicos e rendimento de grãos de híbridos simples de milho em diferentes ambientes em diferentes ambientes. **Revista de ciências agroveterinárias**, [s.l.], v. 17, n. 4, p.462-471, 21 nov. 2018. Universidade do Estado de Santa Catarina. <http://dx.doi.org/10.5965/223811711732018462>.

OSBORNE, T. B.; MENDEL, L. B. The nutritive value of the proteins of maize kernel. **Journal of Biological Chemistry**. 18:1-16, 1914.

PATERNIANI, M.E.A.G.Z. Use of heterosis in maize breeding: History, Methods and Perspectives. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** v.1, n.2, p.159-178, 2001.

PEREIRA FILHO, I. A; BORGHI, E. **Sementes de milho no Brasil: a dominância dos transgênicos**. Sete Lagoas, Mg: Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 223 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. Produção de sementes de milho híbrido. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. **Sementes: fundamentos tecnológicos**. Pelotas, RS, 2003, 58-79p.

PIONEER. **4285**. 2019. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/milho/central-de-produtos/produtos/p4285>>. Acesso em: 30 maio 2019.

POSSAMAI, J.M.; SOUZA, C.M.; GALVÃO, J.C.C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, v.60, n.2, p.79-82, 2001.

RIBEIRO, R. H. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho em sucessão à aveia preta em sistema plantio direto**. 2016. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2016

SANTOS, F. M. C. **Capacidade de combinação de híbridos comerciais de milho visando à obtenção de híbridos de F2**. 80 f. Curso de Pós-graduação Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo, Campinas, Sp, 2009. (Dissertação Mestrado)

SANTOS, F. M. C. **Capacidade de combinação de híbridos comerciais de milho visando à obtenção de híbridos de f2**. 2009. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agronômico, Campinas - Sp, 2009.

SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P.; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para cultura do milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.30, p.683-686, 1995.

SHIOGA, P. S. et al. **Avaliação estadual de cultivares de milho segunda safra 2015**. 86. ed. Londrina - Pr: Iapar, 2015.

SHULL, G.H. The composition of a field of maize. **American Breeders Association**, v. 4, p. 296-301, 1908.

SYNGENTA. **Defender Viptera**. 2019. Disponível em: <<https://www.portalsyngenta.com.br/sementes-milho-defender-viptera>>. Acesso em: 30 maio 2019.

SIQUEIRA, B.C. et al. **Ação dos fertilizantes Bacsol e Orgasol na altura de inserção da espiga e coloração dos grãos na cultura do milho orgânico**. In: Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG. 2., Jornada Científica. 2., 19 a 23 de outubro de 2009.

SILVA, Amilton Ferreira da et al. Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional. **Revista brasileira de milho e sorgo**, Viçosa - Mg, v. 12, n. 2, p.162-173, jan. 2014. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/1163-rbms/v13n02/11990-produtividade-de-hibridos-de-milho-em-funcao-do-espacamento-e-da-populacao-de-plantas-em-sistema-de-plantio-convencional.html>>. Acesso em: 10 maio 2019

SOUZA, T. V; RIBEIRO, C. M; SCALON, J. D; GUEDES, F. L. Relações entre componentes de rendimento e características morfológicas de milho. **Magistra**, Cruz das Almas – Ba, v. 26, n. 4, p.495-506, dez. 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118831/1/cnpc-2014-Relacoes.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

SOUZA SOBRINHO, F.; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA J.C. Alternatives for obtaining double cross maize hybrids. **Revista brasileira de milho e sorgo**, Sete Lagoas, v.1, n.1, p. 70-76, jan/abr. 2002.

VENEGAS, F.; GASPARELLO, A. V.; ALMEIDA, M. P., Ensaio e ciência: c. biológicas, agrárias e da saúde: determinação de perdas na colheita mecanizada do milho (*Zea mays l.*) utilizando diferentes regulagens de rotação do cilindro trilhador da colheitadeira. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, São Paulo: Anhanguera Educacional Ltda., v. 16, n. 5, 2012. Disponível em: <<http://revista.pgsskroton.com.br/index.php/ensaioeciencia/article/view/2759>>. Acesso em: 20 mar. 2019