



**MARCO TÚLIO SEVERINO PACHECO DE PAULA**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL PRODUTIVO DE HÍBRIDOS TRIPLOS DE  
MILHO**

**LAVRAS – MG**

**2019**

**MARCO TÚLIO SEVERINO PACHECO DE PAULA**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL PRODUTIVO DE HÍBRIDOS TRIPLOS DE  
MILHO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. João Cândido de Souza  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2019**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, por acreditarem em mim, sempre me apoiando para que eu alcançasse mais esta conquista.

Agradeço a minha mãe Neidimar Maria Pacheco, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

À minha família, em especial minha irmã Naiara, por todas as conversas e incentivo

A Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de fazer o curso.

Ao meu orientador João Candido de Souza, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho

A república Mula Manca, por todos os ensinamentos e irmandade.

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades

## RESUMO

A cultura do milho (*Zea mays L.*) apresenta grande importância econômica e social no Brasil. O país é o terceiro maior produtor de milho e segundo maior exportador no mundo, ficando atrás apenas de Estados Unidos nas exportações. Nacionalmente, a maior produção ocorre no Mato Grosso, com 58 milhões de toneladas. As altas produtividades é consequência do processo de hibridização no milho, utilizando a influência direta da heterose para obtenção de híbridos triplos mais produtivos. Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de híbridos triplos resultantes do cruzamentos entre linhagens de milho do Programa de Melhoramento Genético da Universidade Federal de Lavras com híbridos comerciais. Na safra 2017/2018 foi obtida as sementes a partir do cruzamento de 21 linhagens oriundas do programa de Melhoramento de Milho do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras que foram cruzadas com 2 testadores o 30F53R da Pioneer e o 2B810 PW. No ano seguinte 2018/2019 foi implantado o experimento na fazenda experimental da Universidade Federal de Lavras “vitorinha” com 42 tratamentos mais 4 testemunhas sendo dois híbridos simples e dois híbridos triplos. Foram avaliados os caracteres peso de espigas despalhadas (PED), comprimento de espiga (CE), peso de 100 grãos (P100), diâmetro de espiga (DS), número de fileiras (NF), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro de sabugo (DS) e peso de sabugo (PS). Foi realizada a análise de variância dos dados com o auxílio do software R. Para diferenças significativas entre as fontes de variação, foram avaliados seus respectivos efeitos. As médias dos tratamento foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade. Procedeu-se também a análise de Pearson, com a finalidade de estabelecer a correlação entre as variáveis analisadas. Os resultados demonstraram diferença significativa entre as produtividades. Os híbridos triplos criados a partir dos cruzamentos foram superiores a dois testadores, isso indica que as linhagens possuem alelos favoráveis para produtividade, principalmente, por ter sido melhor que um testador híbrido simples. Esse resultado certamente está associado as progênies que foram melhoradas no programa de melhoramento da UFLA (Universidade Federal de Lavras) e que com a boa combinação com os híbridos simples apresentaram além de uma alta produtividade uma boa correlação nos parâmetros produtividade e número de espiga por planta.

**Palavras-chave:** *Zea mays L.* progênies, cruzamentos, alelos

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Identificação das linhagens doadoras de pólen(macho).....	15
<b>Tabela 2</b> - Resumo da análise de variância para os caracteres: peso de espiga despalhada (PED), produtividade (PROD), número de espigas (NE), peso de sabugo (PS) e peso de 100 grãos (P100).....	18
<b>Tabela 3</b> - Resumo da análise de variância para os caracteres: número de grãos por fileira (NGF), número de fileiras (NF), diâmetro de sabugo (DS), diâmetro de espiga (DE) e comprimento de espiga (CE).....	18
<b>Tabela 4</b> -Médias de produtividade atribuídas para cada tratamento com suas respectivas médias. .....	19
<b>Tabela 5</b> -Coeficientes de correlação de Pearson para os caracteres avaliados. .....	21

## **LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1** - Comportamento médio da chuva e da temperatura ao longo do ano em Lavras/MG ..16

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REFERENCIALTEÓRICO.....	10
2.1 Produção e utilização de milho.....	10
2.2 Milho híbrido.....	11
2.3 Híbridos sintetizados.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.2. Obtenção do material experimental.....	14
3.3. Delineamento experimental e tratamentos.....	15
3.4. Manejo da cultura.....	16
3.5. Características avaliadas.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
5. CONCLUSÕES.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L. spp *mays*) pertence à família das gramíneas (poaceae), subfamília Panicoideae, tribo Maydeae, gênero *Zea* e espécie *mays*. É uma planta monóica, isto é, apresenta os órgãos masculinos e femininos separados, porém, na mesma planta. A taxa de autofecundação é, normalmente, inferior a 5%, caracterizando-se, assim, em uma espécie alógama, sendo a sua polinização predominantemente realizada pelo vento (Marcos Filho,2005).

Está entre os cereais mais produzidos e consumido no mundo com produção de 1.036,7 bilhão de toneladas na safra 2017/2018 e previsão de 1.056,1 bilhão de toneladas para a safra 2018/2019 (USDA, 2018). O Brasil é o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador mundial de milho com produção de 88.006,7 milhões de toneladas plantados em 16.425,6 milhões de hectares na safra 2017/2018 (CONAB, 2018). Os principais estados produtores são Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo e Santa Catarina, os quais juntos respondem por 90% da produção nacional (CONAB, 2018).

Os fatores que contribuíram para esse cultivo do milho foi a utilização de sementes melhoradas, com recomendações e uso de sementes adaptadas a cada condição edafoclimáticas da região (Hanashiro et al. 2013). Transformando a interação genótipo x ambiente uma expressiva fonte de variação principalmente no momento de escolha da cultivar a ser plantada em regiões específicas (Lozada & Angelocci, 1999)

A produção de milho no Brasil teve uma redução na área plantada da primeira safra de 2,3% em relação à safra passada, totalizando 4.966,7 mil hectares. A área plantada da segunda safra, entretanto, apresentou forte incremento de 6,4%, totalizando 12.275,7 mil hectares. O somatório das produções, relacionado à primeira e segunda safras, atingiu nesse levantamento, 95,2 milhões de toneladas, representando acréscimo de 18% em relação à safra passada, tornando-se a segunda maior safra produzida no país (CONAB,2019).

A demanda de uma maior produção de milho incentivou a tecnologia a se desenvolver alcançando grandes rendimentos em pouco tempo. Os estudos com melhoramento genético e a sua interação com o ambiente, e a variação de fatores de produtividade foram analisados incansavelmente até chegar ao nível tecnológico atual. A cultura do milho foi se adaptando melhor com o aparecimento das linhagens puras graças as pesquisas e focando para cada característica

específica nas cultivares. Especialmente para os híbridos simples, duplos e triplos alavancando assim as produtividades e mudando de patamar a produção de milho (Busanello,2012).

A forma de uso deste cereal varia entre os países, em função da renda populacional, de aspectos culturais e das possibilidades de sua produção agrícola. Pode ser utilizado desde alimentação humana e animal a diversas finalidades industriais. Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias do Milho os principais segmentos de utilização desse cereal são: avicultura (43,8%), suinocultura (25,1%), exportação (13%), indústria (9,2%), pecuária (4,6%), outros animais (2,1%) e consumo humano (1,4%). Ainda que o percentual determinado a alimentação humana não seja tão grande em relação à sua produção, é um cereal de grande importância social, pois grande parte dos produtores brasileiros não são altamente tecnificados, não detêm grandes extensões de terras e dependem da produção para sobreviver (CRUZ et al.,2011).

As cultivares de milho geralmente são divididas em dois grandes grupos – os híbridos e as variedades. A inconformidade básica entre os dois, em frente as características genéticas de cada uma, está na forma de obtenção de sementes. Os híbridos são cultivares decorrente do acasalamento ou cruzamento entre dois ou mais genitores geneticamente diferentes. Nos híbridos é necessário o controle da polinização, em que fileiras de plantas fêmeas (receptoras de pólen) são intercaladas por fileira de plantas macho (doadoras de pólen). Já as variedades são cultivares de polinização livre, isto é, as sementes para o próximo plantio/safra são obtidas sem a necessidade de polinização controlada ou dirigida. (RIBEIRO et al., 2002)

Geneticamente o potencial produtivo dos híbridos é maior que o das variedades e entre os híbridos de linhagem, teoricamente, os híbridos simples são os mais produtivos e uniformes, os híbridos triplos apresenta uniformidade e estabilidade intermediárias e os híbridos duplos os menos produtivos e menos uniformes (Paterniani, 2001; Miranda Filho 2001).

## **2. REFERENCIALTEÓRICO**

### **2.1 Produção e utilização de milho**

O milho é a cultura que pode ser cultivada em todos os continentes, exceto na Antártica. Os Estados Unidos está no topo da lista de maior produção de milho no mundo, seguido da China, Brasil, Europa e Argentina. (USDA 2019).

O milho pode ser utilizado para a alimentação de aves e suínos, produção de etanol e óleo vegetal (ABUDABOS et al., 2017). Mas também é intensamente utilizado para o consumo direto na forma de milho verde, farelos, fubá, farinhas, doces e também na indústria química, farmacêutica e de bebidas (ARCE; SPOTO; CASTELLUCCI, 2015).

Com condições edafoclimáticas favoráveis o Brasil é o único país no mundo que é possível o cultivo do milho em duas épocas do ano. Na Região Centro-Sul a primeira safra é a mais cultivada, seguida da segunda safra que é plantada em sucessão a soja e que possui uma safra maior que a primeira (IMEA, 2015). Na safra 2017/2018, a produção total das culturas de grãos no país foi estimada em 229,5 milhões de toneladas, sendo a segunda maior da história do país. O milho é a segunda cultura com maior representatividade dentro da agricultura brasileira, teve uma produção estimada em 92,3 milhões de toneladas distribuídas entre a primeira e a segunda safra (CONAB,2017).

Na safra de 2016/2017, o milho de primeira safra foi cultivado em 25 estados brasileiros e no Distrito Federal, apresentando uma área plantada de 5.649,3 milhões de hectares com produtividade média de 5.268 kg ha<sup>-1</sup>. Já o milho de segunda safra foi cultivado em 21 estados e no Distrito Federal, com uma área plantada de 10.999,4 milhões de hectares e produtividade média de 5.305 kg ha<sup>-1</sup>. A área plantada com o milho de segunda safra vem aumentando a cada ano, juntamente com a produtividade média do período (IBGE, 2017), devido à introdução de novas tecnologias e cultivares (MANGILI; ELY, 2016). Dentre estas novas tecnologias podem ser citadas a colheita antecipada da soja no verão e também o uso de genótipos do tipo indeterminado.

A região Centro-Oeste é a maior produtora com 41 milhões de toneladas de grãos. O Mato Grosso é o maior estado produtor, seguido do Paraná, Goiás e do Mato Grosso do Sul (IBGE, 2017). Desde a safra de 2015/2016, teve um aumento da produção em quase todas as regiões do país, em virtude da melhoria das condições climáticas no Brasil (CONAB, 2017).

A produção de milho no Brasil na safra 2018/2019 teve uma diminuição na área plantada da primeira safra de 2,3% em relação à safra passada, totalizando 4.966,7 mil hectares. A área plantada da segunda safra, entretanto, apresentou forte incremento de 6,4%, totalizando 12.275,7 mil hectares. O somatório das produções, relacionado à primeira e segunda safra, atingiu nesse levantamento, 95,2 milhões de toneladas, representando acréscimo de 18% em relação à safra passada, tornando-se a segunda maior safra produzida no país (CONAB, 2019).

Esse aumento da produtividade é reflexo da melhora do ambiente de produção, ou seja, pelo bom preparo do solo, adubação equilibrada, controle integrado de pragas e doenças, ou pela irrigação no área. Porém, essa melhora do ambiente pode acarretar em maiores custos de produção e, em alguns casos, em poluição ambiental. Assim, a maneira mais sustentável e eficiente de elevar a produtividade é por meio da obtenção de cultivares com maior potencial produtivo aliado ao ambiente adequado (CARGNIN,2007).

## **2.2 Milho híbrido**

No século XIX, os agricultores usavam as cultivares de polinização livre, alcançando produtividades relativamente baixas. Com o passar do tempo, houve a necessidade de se elevarem as produtividades, pelo fato do aumento da população global. A partir deste período novas técnicas, como a hibridação, começaram a ser praticadas com maior frequência. A utilização de melhoramento de milho, ou seja, obtenção de híbridos por endogamia e cruzamentos, foi relatada no início do século XX. SHULL (1909) e EAST (1909).

O termo híbrido pode ser definido como geração F1 proveniente do cruzamento entre variedades de polinização aberta, linhagens endogâmicas ou outras populações geneticamente divergentes (ALLARD, 1971). A obtenção do milho híbrido foi uma das principais contribuições da ciência para a sociedade, proporcionando expressivos aumentos no potencial produtivo, possibilitando que o fenômeno da heterose fosse extensivamente utilizado e, de forma indireta, contribuindo para a preservação dos recursos ambientais. Quase a totalidade da área mundial plantada com essa gramínea é ocupada por cultivares híbridas. Isso resulta em um acréscimo de milhões de toneladas de grãos quando comparado à semeadura de variedades.

SHULL (1909), estudou a variabilidade existente em uma população de milho e determinou que vários genótipos são encontrados dentro de uma população de polinização livre, gerando pelo processo de endogamia uma série de linhagens puras. Intercruzando as linhagens puras, percebeu

ao realizar os cruzamentos que o vigor era restaurado (híbrido simples). Em 1909, SHULL, baseado em seus estudos sugeriu o determinado procedimento: autofecundar dentro de uma população heterozigótica para obter as linhagens puras, posteriormente realizar os cruzamentos entre as linhagens e avaliar os híbridos para determinar os mais produtivos.

A exploração da heterose nos programas de melhoramento de milho teve grande importância pelo fato de identificar populações geneticamente divergentes como base para o desenvolvimento de linhagens a serem utilizadas em cruzamentos híbridos, com o objetivo de capturar o efeito gênico não aditivo que causa dominância (Hallauer, 1990). A heterose é como o contrário da depressão endogâmica. No processo de endogamia, deve-se partir de populações geneticamente adequadas, o que significa que elas devem ter alta frequência de alelos favoráveis para os diversos caracteres de interesse e pequena carga genética, isto é, baixa frequência de alelos deletérios. (FALCONER E MACKAY,1996)

A técnica de hibridação não era frequentemente aceita, pelo fato do questionamento se a semente híbrida poderia ser produzida a um custo adequado para os agricultores, tendo em vista a baixa produtividade das linhagens puras. As desvantagens da produção de sementes de híbridos simples foi superada pelo híbrido duplo que foi a primeira semente de híbrido comercial vendida, ou seja, comercializada. JONES (1918).

O desenvolvimento das sementes híbridas trouxe uma série de vantagens. Entre elas, a possibilidade de associar características de diferentes genitores em uma única planta, obter genótipos superiores em um curto espaço de tempo, explorar as interações gênicas, produzir genótipos uniformes e com menor interação ambiental na geração F1 e, principalmente, possibilitar a produção de sementes de milho híbrido em escala comercial e com aspectos favoráveis sobre o ponto de vista econômico (PATERNIANI, 1974).

### **2.3 Híbridos sintetizados**

Existem vários tipos de híbridos que podem ser sintetizados (MIRANDA FILHO E VIEGAS, 1987). Dentre eles estão:

- Híbrido Simples: proveniente do cruzamento entre duas linhagens. As plantas apresentam-se com boa uniformidade e mais produtivas, porém o custo de produção é elevado devido a baixa

produtividade geralmente apresentada pela linhagem fêmea. No Brasil, este tipo de híbrido tem destaque em área plantada e sua utilização aumenta a cada ano.

- Híbrido simples modificado – utiliza como genitor feminino o híbrido formado pelo cruzamento de duas linhagens aparentadas ( $A \times A'$ ) e como genitor masculino uma linhagem B, dando origem ao híbrido simples modificado  $[(A \times A') \times B]$ . O custo de produção de sementes deste híbrido é menor se comparado ao do híbrido simples, em função do maior vigor gerado no genitor feminino.

- Híbrido duplo – é resultante do cruzamento de dois híbridos simples  $[(A \times B) \times (C \times D)]$ , ou seja, proveniente do cruzamento entre quatro linhagens. Apesar deste híbrido ter tornado economicamente viável a produção comercial de sementes híbridas no início do século passado, apresenta muito trabalho e elevado custo para manutenção das quatro linhagens e cruzamento entre elas, para a obtenção dos híbridos simples que posteriormente serão novamente cruzados para a obtenção do híbrido duplo.

- Híbrido intervarietal – obtido a partir do cruzamento de variedades, estes híbridos apresentam a vantagem de fácil obtenção, além de exibirem uma maior capacidade de adaptação, devido à maior variabilidade genética em relação aos híbridos de linhagens. Apresentam grande desuniformidade quanto aos caracteres agrônômicos sendo, por isso, pouco utilizados. Por permitirem o aproveitamento da heterose, sem a necessidade de obtenção de linhagens, suas gerações avançadas podem ser utilizadas como populações base para o melhoramento interpopulacional. A partir destas populações podem ser extraídas linhagens superiores que darão origem a novos híbridos.

- Híbrido Tríplo: obtido do cruzamento entre um híbrido simples ( $A \times B$ ) e uma terceira linhagem (C). Esta deve ser suficientemente vigorosa para produzir quantidade de pólen suficiente para garantir a boa produção de grãos do híbrido simples.

- Top-cross: é o resultado do cruzamento de um testador com um conjunto de progênies parcialmente endogâmicas. O testador pode ser um híbrido simples, uma linhagem elite ou mesmo uma variedade de base genética 15 ampla. Ele não possui valor comercial porém é fundamental em programas de melhoramento, sendo utilizado principalmente para a avaliação da capacidade combinatória das progênies.

A maioria das empresas produzem apenas híbridos, sendo que algumas produzem apenas híbridos triplos e simples. As variedades são produzidas principalmente por empresas públicas e

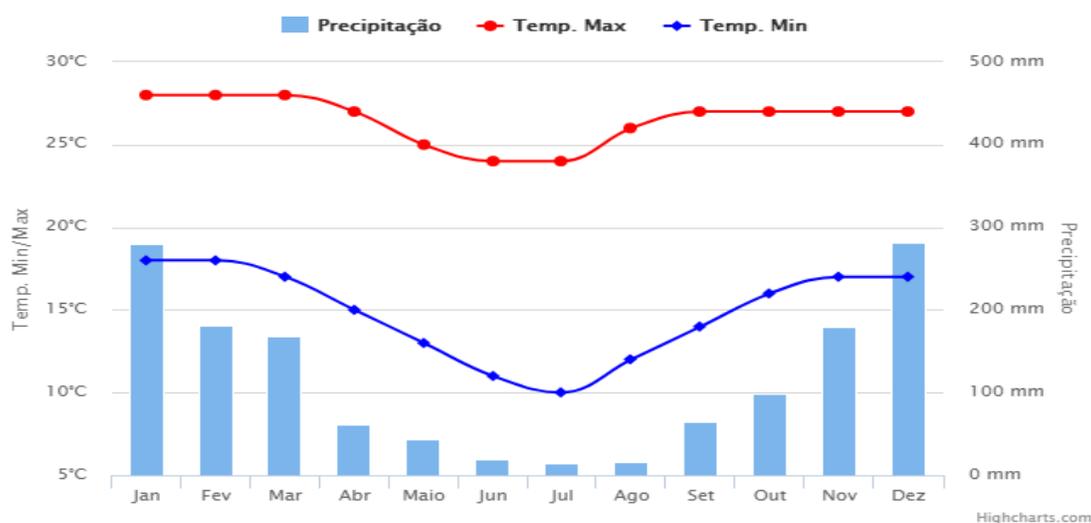
por empresas licenciadas a partir de cultivares obtidas por programas públicos de pesquisa. Nos últimos anos, tem-se verificado um crescente aumento da disponibilidade de híbridos simples no mercado, sendo que até a safra 2016/17 esse tipo de cultivar já representa mais de 60% das sementes disponíveis. Os híbridos triplos e simples somados representam 84,98% do mercado. (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2016).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da área

O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizado no município de Lavras-MG na região sul do estado de Minas Gerais, a 918 m de altitude, 21°58' de latitude Sul e 42°22' de longitude Oeste. O clima regional é classificado como Cwa, segundo a classificação de Köppen, com duas estações distintas: seca no período de Abril a Setembro e chuvosa, no período de Outubro a Março.

**FIGURA 1-** Comportamento médio da chuva e da temperatura ao longo do ano de 2018 em Lavras/MG.



#### 3.2. Obtenção do material experimental

No ano agrícola 2017, foram plantados dois híbridos simples (HS) comerciais convencionais e 21 linhagens. O 30F53R da Pioneer e o 2B810 PW da Dow foram os híbridos plantados como testadores e usados como receptoras (fêmeas), e as linhagens como doadoras de pólen (machos). Os genitores masculinos (linhagens) foram cedidas pelo programa de Melhoramento de Milho do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (tabela 1). O cruzamento entre os híbridos simples (HS) e as linhagens foi manual com estigma protegido pronto para receber o pólen não contaminado com outro material genético a não ser o desejado gerando 42 híbridos triplos (HT).

**Tabela 1** – Identificação das linhagens doadoras de pólen (macho).

<b>Linha gem</b>	<b>Tratam ento</b>	<b>Geraç ão</b>	<b>Populaç ão</b>
1	25/1	S2	E
2	49/1	S2	B
3	82/2	S2	A
4	90/1	S3	P5
5	100/1	S3	P6
6	111/1	S2	A
7	130/1	S2	C
8	150	S2	C
9	177/1	S2	A
10	11	Ciclo 6	A
11	47	Ciclo 6	A
12	49	Ciclo 6	A
13	188	Ciclo 6	A
14	333	Ciclo 6	A
15	268	Ciclo 0	A
16	316/1	Ciclo 0	A
17	17	Ciclo 6	B
18	37	Ciclo 6	B
19	51	Ciclo 6	B
20	69	Ciclo 6	B
21	251	Ciclo 6	B

### **3.3. Delineamento experimental e tratamentos**

O experimento foi implantado no delineamento blocos casualizados (DBC), 46 tratamentos com três repetições (tabela 1). Dos 46 tratamentos 4 foram , sendo 2 híbridos triplos comerciais (HT) BM855PRO2 e BM820 e 2 híbridos simples comerciais (HS) 30F53R e 2B810. As parcelas constituem-se de duas fileira de 4 metros, espaçadas de 0.60 m entre linhas e 0.25 m entre plantas, somando um total de 32 plantas por parcela com estande de aproximadamente 66.666 plantas ha-1.

### **3.4. Manejo da cultura**

Para todos os tratamentos foi realizada adubação equivalente a 300 Kg/há de fertilizante da fórmula 8-28-16+Zn de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O na semeadura e, em cobertura, 100 kg/ha de uréia , 25 dias após a emergência. Os demais tratos culturais foram os normalmente recomendados para a cultura na região.

### **3.5. Características avaliadas**

Os caracteres avaliados foram: comprimento da espiga (CE): medida em cm, com régua, de quatro espigas escolhidas aleatoriamente por parcela; peso de espigas despalhadas (PED): peso em kg do total de espigas despalhadas por parcela e transformados em kg ha<sup>-1</sup> , tomado com auxílio de balança eletrônica; peso de 100 grãos (PG): foi determinada pela contagem manual, pesagem e correção da umidade para 13%; diâmetro da espiga (DE): medida em cm, com paquímetro, de quatro espigas escolhidas aleatoriamente por parcela, tomada na região central da espiga; diâmetro de sabugo (DS): medida em cm, com paquímetro, de quatro espigas escolhidas aleatoriamente por parcela, tomada na região central da espiga; número de fileiras(NF):contagem do número das fileiras de quatro espigas; número de grãos por fileira (NGF), peso do sabugo (PS), e produtividade (PROD).

### **3.6. Análises estatísticas dos dados**

Foi realizada a análise de variância dos dados com o auxílio do software R. Para diferenças significativas entre as fontes de variação, foram avaliados seus respectivos efeitos. As médias dos tratamento foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade. Procedeu-se também a análise de Pearson, com a finalidade de estabelecer a correlação entre as variáveis analisadas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de estimar a precisão experimental, foram obtidos os valores do coeficiente de variação (CV%) e da acurácia. Os CV% calculados encontraram-se entre 3,18 e 17,05%, o que, segundo Pimentel Gomes (1990), indica que o experimento obteve uma precisão experimental boa. Segundo Scapim et al. (1995), para a cultura do milho, as estimativas indicam uma precisão experimental média. Os valores aqui encontrados são semelhantes aos relatados na literatura para experimentos com a cultura do milho (SCAPIN et al., 1995; PALOMINO, 1998; 40 GONÇALVES et al., 1999; PINTO et al., 2000; SOUZA SOBRINHO et al., 2002; RAPOSO, 2002; REIS et al., 2009).

O coeficiente de variação é um parâmetro que sofre influência da média, uma vez que é a medida do erro experimental em relação à média. Logo, não é recomendado utilizar apenas as estimativas do CV(%) para fazer inferências sobre a precisão experimental. Assim, a acurácia (rgg) também foi calculada, visto que é a medida de precisão experimental mais recomendada quando se avaliam progênies e/ou cultivares (RESENDE, 2007). Os valores obtidos encontram-se, em sua maioria, acima de 80% (Tabelas 2 e 3), o que indica que, além da boa precisão experimental, há variação genética foi significativa, tendo em vista que este parâmetro avalia também a variação genética e ambiental simultaneamente. Para os caracteres número e comprimento de espiga, os valores de acurácia encontrados foram baixos, indicando que a precisão associada a esse parâmetro, para esses caracteres, foi baixa.

A precisão experimental obtida permitiu a detecção de diferenças significativas quanto aos caracteres avaliados. Isto, a princípio, evidencia ampla variação em populações derivadas de híbridos simples comerciais, confirmando o fato de estes materiais possuírem grande número de locos em heterozigose (RAPOSO,2002).

De acordo com o resultado da análise de variância (Tabela 2 e 3), foi observada diferença significativa ( $p < 0,01$ ) no desempenho médio dos tratamentos, na grande maioria dos casos. Isso aponta que os híbridos avaliados apresentaram comportamento estatisticamente diferente entre si quanto aos caracteres avaliados, evidenciando a variabilidade genética entre os genótipos. Este é um relato importante, pois é um indício da existência de genótipos com diferentes níveis de produtividade, fato que, a princípio, vislumbra sucesso com a seleção quando baseada nas características em questão (MORAIS JÚNIOR et al., 2017; CAVATTE et al., 2018). O mesmo não foi observado quando consideramos o caráter comprimento de espiga, cujo efeito

foi não significativo. Isto evidencia que os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si para esse caráter.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para os caracteres: peso de espiga despalhada (PED), produtividade (PROD), número de espigas (NE), peso de sabugo (PS) e peso de 100 grãos (P100).

FV	G L	QM				
		PED	PROD	N E	PS	P100
Blocos	2	773.43 <sup>NS</sup>	1.38 <sup>NS</sup>	773.44 <sup>N</sup> <sub>S</sub>	42.55 <sup>NS</sup>	18.32 <sup>NS</sup>
Tratamentos	4	54717.03	352.03	54717.03	1598.87	1527.07
	5	**	**	**	**	**
Erro	8	37455.17	213.38	37455.1	1006.98	1147.25
	8			7		
CV(%)		9,01	15,62	17,05	11,17	10,01
rgg (%)		80,6	83,0	57,1	82,3	78,5

\*, \*\* teste de F significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para os caracteres: número de grãos por fileira (NGF), número de fileiras (NF), diâmetro de sabugo (DS), diâmetro de espiga (DE) e comprimento de espiga (CE).

FV	G L	Q M				
		NGF	NF	DS	DE	CE
Blocos	2	1.21 <sup>NS</sup>	62.13 <sup>N</sup> <sub>S</sub>	1.90 <sup>NS</sup>	6.03 <sup>NS</sup>	0.93 <sup>NS</sup>
Tratamento	45	206.00*	688.97*	285.94	433.61	83.69 <sup>N</sup> <sub>S</sub>
		*	*	**	**	
Erro	88	79.50	637.95	166.76	220.49	98.81
CV(%)		5.56	7,15	5,02	3,18	6.06
rgg (%)		89,5	72,5	84,0	86,0	63,0

\*, \*\* teste de F significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Pelo teste de Scott-Knott, para os caracteres avaliados, as médias foram agrupadas em diferentes grupos, a e b, e, portanto, diferiram entre si (Tabela 4). A separação em grupos evidencia a diferença do desempenho médio das plantas quanto aos caracteres avaliados. Assim, os tratamentos comportam-se de forma diferente estatisticamente, em média, quando considerado o caráter produtividade. Observando o resultado do teste para o caráter produtividade, podemos constatar que aqueles tratamentos que apresentaram valores acima de 10 t. ha<sup>-1</sup> foram agrupados

no grupo a. Isso mostra que esses tratamentos apresentaram melhor desempenho produtivo quando comparado com os demais. O mesmo foi observado por (Schmidt et al., 2001).

**Tabela 4.** Médias de produtividade atribuídas para cada tratamento com suas respectivas médias.

<u>Tratamentos</u>	<u>Média</u>	
2	13.03	<b>a</b>
7	3	
2	12.80	<b>a</b>
6	0	
4	12.40	<b>a</b>
4	0	
2	12.16	<b>a</b>
3	7	
3	12.13	<b>a</b>
2	3	
2	12.00	<b>a</b>
	0	
3	11.80	<b>a</b>
8	0	
2	11.50	<b>a</b>
5	0	
3	11.46	<b>a</b>
6	7	
2	11.16	<b>a</b>
2	7	
1	11.10	<b>a</b>
5	0	
1	11.03	<b>a</b>
9	3	
2	11.00	<b>a</b>
4	0	
3	11.00	<b>a</b>
9	0	
1	10.93	<b>a</b>
4	3	
4	10.76	<b>a</b>
5	7	
3	10.70	<b>a</b>
0	0	
2	10.53	<b>a</b>
1	3	
3	10.53	<b>a</b>
5	3	
8	10.33	<b>a</b>
	3	
3	10.30	<b>a</b>
7	0	
4	10.10	<b>a</b>
2	0	
3	10.03	<b>a</b>
4	3	
3	10.00	<b>a</b>
3	0	
6	9.833	<b>b</b>
1	9.733	<b>b</b>
2		
4	9.733	<b>b</b>
6		
9	9.633	<b>b</b>
1	9.500	<b>b</b>
0		
11	9.50	<b>b</b>
	0	
43	9.26	<b>b</b>
	7	
16	9.13	<b>b</b>
	3	

3	8.93	<b>b</b>
	3	
1	8.90	<b>b</b>
	0	
29	8.73	<b>b</b>
	3	
5	8.66	<b>b</b>
	7	
41	8.66	<b>b</b>
	7	
18	8.63	<b>b</b>
	3	
40	8.60	<b>b</b>
	0	
7	8.16	<b>b</b>
	7	
17	8.16	<b>b</b>
	7	
13	8.03	<b>b</b>
	3	
20	7.83	<b>b</b>
	3	
4	7.16	<b>b</b>
	7	
28	6.250	<b>b</b>

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0.05$ )

Observando ainda a tabela 4, evidenciamos que os genótipos que compõem o grupo a, provenientes do Programa de Genética e Melhoramento de Plantas, superaram as testemunhas 43 (híbrido 30F53) e 46 (híbrido BM 820). Isso evidencia que o programa possui híbridos com variabilidade para os caracteres ligados à produtividade, genótipos estes com potencial para o lançamento, visto que superaram as testemunhas. Destacam-se as linhagens 49/1, 333, 268 e 251 em cruzamentos com ambos os testadores, por obterem híbridos triplos com produtividades acima de 10 toneladas por hectare. Portanto, as linhagens do programa de melhoramento de milho da UFLA apresentam alto potencial de alelos favoráveis para a produção de híbridos triplos para a região.

A correlação de Pearson foi realizada com a finalidade de estabelecer o nível de correlação entre os caracteres avaliados no experimento (Tabela 5). Ela foi obtida comparando-se os valores e as variações de produtividade com todos os caracteres peso de espiga despalhada (PED), produtividade (PROD), número de espigas (NE), peso de sabugo (PS) e peso de 100 grãos (P100), número de grãos por fileira (NGF), número de fileiras (NF), diâmetro de sabugo (DS), diâmetro de espiga (DE) e comprimento de espiga (CE). Podemos constatar que todas as variáveis apresentaram correlação positiva e significativa com os valores de produtividade. Isso indica que à medida que as estimativas de produtividade aumentam ou reduzem, os demais caracteres acompanham com respectivo aumento ou redução das suas magnitudes. Isso é muito

importante quando tratamos de programas de melhoramento, pois a prática torna-se facilitada pela possibilidade de realização de seleção indireta, ou seja, selecionar para um caráter com base em outro. Assim, um híbrido poderá ser mais produtivo se possuir estimativas mais elevadas para os caracteres em questão avaliados. O mais adequado para a seleção indireta para produtividade, entretanto, seria o caráter número de espigas, já que apresentaram a maior magnitude de correlação entre si, 76%. Assim, plantas com maior número de espigas tendem a apresentar maiores produtividades. (Kopper et al., 2017)

A correlação encontrada do PED com diâmetro de espiga corrobora com os resultados obtidos por Lopes *et al.*, 2008, a qual encontrou correlação de 0.70. Além disso, a correlação encontrada do PED com comprimento de espiga ressalta a relação de quanto maior a espiga maior será o peso da espiga despilhada (FANCELLI & DOURADONETO 1999). Dessa forma, uma planta mais vigorosa possivelmente proporciona melhores condições para o crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo, portanto, o PED correlacionado com essas variáveis (diâmetro de espiga e comprimento de espiga)

**Tabela 5.** Coeficientes de correlação de Pearson para os caracteres avaliados.

r	PE D	CE	D E	DS	NF	NG F	P10 0	P S	NE	PRO D
PED	1.0 0	0.6 2	0. 70	0.34	0.42	0.3 9	0.40	0. 77	0.19	<b>0.47</b>
CE	0.6 2	1.0 0	0. 17	0.24	0.49	0.0 8	0.27	0. 55	0.23	<b>0.32</b>
DE	0.7 0	0.1 7	1. 00	0.49	0.07	0.5 6	0.26	0. 47	0.16	<b>0.35</b>
DS	0.3 4	0.2 4	0. 49	1.00	0.05	0.4 8	0.08	0. 42	0.18	<b>0.22</b>
NF	0.4 2	0.4 9	0. 07	0.05	1.00	- 0.02	- 0.07	0. 48	0.13	<b>0.22</b>
NG F	0.3 9	0.0 8	0. 56	0.48	- 0.02	1.0 0	- 0.15	0. 27	0.20	<b>0.31</b>
P10 0	0.4 0	0.2 7	0. 26	0.08	- 0.07	- 0.15	1.00	0. 24	- 0.05	<b>0.15</b>
PS	0.7 7	0.5 5	0. 47	0.42	0.48	0.2 7	0.24	1. 00	0.15	<b>0.37</b>
NE	0.1 9	0.2 3	0. 16	0.18	0.13	0.2 0	- 0.05	0. 15	1.00	<b>0.76</b>
PRO D	0.4 7	0.3 2	0. 35	0.22	0.22	0.3 1	0.15	0. 37	0.76	1.00

\* Significativo a 5% de probabilidade

Na estimativa das correlações (Tabela 5), podemos observar ainda valores negativos entre os caracteres P100 e NGF, P100 e NF e NGF e NF. Este tipo de correlação é esperado já que, como descrito por Lopes et al. (2007), quando aumenta o número de grãos por fileira é reduzido o número de fileiras e quando tem-se um peso de 100 grãos maior, menor o número de fileiras e o número de grãos por fileira.

## 5. CONCLUSÕES

O Programa de Melhoramento em Genética e Melhoramento de Plantas da UFLA tem sido eficiente em selecionar híbridos triplos produtivos, superiores aqueles presentes no mercado, possuindo variabilidade genética para a seleção de materiais com potencial para lançamento.

É possível fazer seleção indireta para o caráter produtividade. Recomenda-se ainda, que dentre os caracteres avaliados, que seja usado o número de espigas, já que esses apresentaram o maior valor de correlação.

Em ambos os testadores as linhagens 2, 14, 15 e 21 apresentaram produtividades superiores a 10 toneladas por hectare.

O híbrido triplo 27 que é o cruzamento do 111/1 com o híbrido simples 2B810PW foi o com maior produtividade entre todos os tratamentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUDABOS, A. M.; AL-ATIYAT, R. M.; ALBATSHAN, H. A.; ALJASSIM, R.;

ALJUMAAH, M. R.; ALKHULAIFI, M. M.; STANLEY, D. M. Effects of concentration of corn distillers dried grains with solubles and enzyme supplementation on cecal microbiota and performance in broiler chickens. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 101, n. 18, p. 7017-7026, 2017

ARCE, M. A. B. R.; SPOTO, M. H. F.; CASTELLUCCI, A. C. L. Processamento e

BUSANELLO, Carlos. Estudo Da Adaptabilidade E Estabilidade Em Híbridos Simples E Triplos De Milho Na Região Sul Do Brasil. , 2012.

Caracterização dos sistemas de Produção de milho para altas produtividades. Circular Técnica 124, 2009. 15 p.

CARGNIN, A. Melhoramento de plantas: progresso genético e ambiental. Planaltina/DF: Embrapa Cerrados, 2007. 19 p

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Observatório agrícola - Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília, v. 5, safra 2017/18, p. 1-140, 2018.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Observatório agrícola - Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília, v. 6 - safra 2018/19- n. 8 - Oitavo levantamento | Maio 2019

CRUZ, J. C.; PINTO, L. B. B.; PEREIRA FILHO, I. A.; GARCIA, J. C. QUEIROZ, L. R.

EAST, E.M. The distinction between development and heredity in inbreeding. *American Naturalist*, Chicago, v. 43, p. 173-181, 1909.

EMBRAPA MILHO E SORGO: Sistema de produção 1. Versão Eletrônica- 8ª edição Out./2016.

FALCONER, D.S.; MacKAY, T.F.C. *Introduction to quantitative genetics*. 4.ed. London: Longman, 1996. 464p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. *Tecnologia da produção de milho*. Piracicaba: FEALQ/ ESALQ/USP, 1999. 360p.

HALLAUER, A.R. Methods used in developing maize inbred lines. *Maydica*, Bergamo, v. 35, n.1, p.1-16, 1990.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento

IMEA - INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. Workshop industrialização do milho para alimentação humana. Visão agrícola. Piracicaba, n. 13, p. 138-140, 2015.

JONES, D.F. The effects of inbreeding and crossbreeding upon development. *Bulletin of the Connecticut Agricultural Experimental Station*, v. 207, p. 5-100, 1918.  
*Jornalismo Agropecuário*. 2015.

KOPPER, C. V. et al. Produtividade de milho segunda safra em função de diferentes velocidades de semeadura e densidade de plantas. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, v. 22, p. 1–6, 2017.

KOPPER, C. V. et al. Produtividade de milho segunda safra em função de diferentes velocidades de semeadura e densidade de plantas. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, v. 22, p. 1–6, 2017.

LOPES, S. J. et al. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. *Ciência Rural*, v. 37, n. 6, p. 1536–1542, 2008.

LOPES, S. J. et al. 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.

LOPES, S. J. et al. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. *Ciência Rural*, v. 37, n. 6, p. 1536–1542, 2008.

LOZADA, B. I.; ANGELOCCI, L. R. Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica do solo na duração de subperíodos e na produtividade de um híbrido de milho. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 37-43, 1999.

MANGILI, F. B.; ELY, D. F. Análise da relação da produção do milho segunda safra com o balanço hídrico sequencial em Londrina (PR). *Geografia*, v. 25. n. 1. p.65-85, 2016.

MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MIRANDA FILHO, J.B.; VIÉGAS, G.P. Milho híbrido. In: Paterniani, E.; Viégas, G.P. (Eds) *Melhoramento e produção do milho*. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p.277-326.

PALOMINO, E.C.; RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F. Tamanho da amostra para avaliar famílias de meios irmãos de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.7, p.1433-1439, 2000.

- PIMENTEL GOMES, FREDERICO. Curso de estatística experimental. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz - Piracicaba. 15<sup>o</sup> edição. vol. 15. 2000.
- RAPOSO, F. V. Seleção recorrente recíproca em populações derivadas de híbridos simples de milho. 2002. 106 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- RAPOSO, F. V.; RAMALHO, M. A. P. Componentes de variância genética de populações derivadas de híbridos simples de milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, p. 402-413, set./dez. 2004.
- RAPOSO, F. V.; RAMALHO, M. A. P. Componentes de variância genética de populações derivadas de híbridos simples de milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, p. 402-413, set./dez. 2004.
- RAPOSO, F. V.; RAMALHO, M. A. P.; RIBEIRO, P. H. E. Alterations in heterosis of maize populations derived from single-cross hybrids after a reciprocal recurrent selection. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Londrina, v. 4, n. 1, p. 74-80, jan./mar. 2004.
- RAPOSO, F. V.; RAMALHO, M. A. P.; RIBEIRO, P. H. E. Alterations in heterosis of maize populations derived from single-cross hybrids after a reciprocal recurrent selection. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Londrina, v. 4, n. 1, p. 74-80, jan./mar. 2004..
- RESENDE, G.S.P; SOUZA JÚNIOR, C.L. de. A Reciprocal recurrent selection procedure outlined to integrate hybrid breeding programs in maize. Journal of Genetics & Breeding. Roma, v.54, n.1, p.57-66, Jan. 2000. Journal of Genetics & Breeding. Roma, v.54, n.1, p.57-66, Jan. 2000.
- RESENDE, G.S.P; SOUZA JÚNIOR, C.L. de. A Reciprocal recurrent selection procedure outlined to integrate hybrid breeding programs in maize. Journal of Genetics & Breeding. Roma, v.54, n.1, p.57-66, Jan. 2000. Journal of Genetics & Breeding. Roma, v.54, n.1, p.57-66, Jan. 2007
- RUSSELL, W. A. Agronomic performance of maize cultivars representing different eras of breeding. Maydica, Bergamo, v. 29, n.4, p. 375-390, 1984.  
safra 2019/20 – Maio/19
- SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P.; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. Pesq. Agropec. Bras., v.30, p.683-686,1995.
- SCHMILDT, E. R. et al. Avaliação de métodos de correção do estande. Pesq. agropec. bras., v. 36, n. 8, p. 1011–1018, 2001.
- SCHMILDT, E. R. et al. Avaliação de métodos de correção do estande. Pesq. agropec. bras., v. 36, n. 8, p. 1011–1018, 2001.
- SHULL, G.H. A pure line method of corn breeding. Report “American Breeders Association”, Washington, v. 5, p. 51-59, 1909.  
sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro, v. 30, n.1, p. 1-81. 2017.
- SOUZA SOBRINHO, F. de; RAMALHO, M. A. P.; SOUZA, J. C. de. 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.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1º levantamento USDA da safra 2018/19. maio