



**EWERTON LÉLYS RESENDE**

**COMPONENTES DE MÉDIA PARA ESCOLHA DE  
POPULAÇÕES DE MILHO PARA EXTRAÇÃO DE  
LINHAGENS**

**LAVRAS - MG**

**2019**

**EWERTON LÉLYS RESENDE**

**COMPONENTES DE MÉDIA PARA ESCOLHA DE POPULAÇÕES DE MILHO  
PARA EXTRAÇÃO DE LINHAGENS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador:

Dr. Renzo Garcia Von Pinho

**LAVRAS - MG  
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Resende, Ewerton Lelys.

Componentes de média para escolha de populações de milho  
para extração de linhagens / Ewerton Lelys Resende. - 2019.

46 p.

Orientador(a): Renzo Garcia Von Pinho.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Zea mays L. 2. Heterose. 3. Depressão por endogamia. I.  
Von Pinho, Renzo Garcia. II. Título.

**EWERTON LÉLYS RESENDE**

**COMPONENTES DE MÉDIA PARA ESCOLHA DE POPULAÇÕES DE MILHO  
PARA EXTRAÇÃO DE LINHAGENS**

**COMPONENTS OF MEAN FOR CHOOSING MAIZE POPULATIONS FOR  
LINE EXTRACTION**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 20 de agosto de 2019.

Prof. Dr. João Candido de Souza

UFLA

Dr. Vander Fillipe de Souza

UFLA

Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2019**

*À minha família, à minha Mãe Nalzira e ao meu Pai Ezio Nivaldo.*

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e a Nossa Senhora pelo dom da vida e por sempre abençoar meus caminhos.

De forma especial, a minha mãe Nalzira Ribeiro e ao meu pai Ezio Nivaldo (em memória), pelo amor incondicional, apoio, conselhos, orações... Também ao meu irmão Felipe que mesmo distante sempre me ajudou, ao meu padrasto Ismail, em fim a toda minha família, avós, tios e primos, por não terem medido esforços em me ajudar.

A minha namorada Vanessa, pelo carinho, amor, apoio, paciência e por sempre estar ao meu lado.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas pela oportunidade de realização do Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq) pela concessão da Bolsa. Também à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da Universidade Federal de Lavras pelos ensinamentos transmitidos, em especial ao meu orientador, prof. Renzo, pela oportunidade, orientação e paciência.

As secretárias do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas e do Departamento de Biologia, Lilian, Rafa e Zélia, por toda ajuda, apoio e amizade nesse período de mestrado.

Aos meus amigos do Grupo do Milho pela ajuda incondicional nos experimentos e nas análises dos dados, aos funcionários do setor de grandes culturas, pela ajuda na condução dos experimentos, também os amigos do GEN por todo apoio nos trabalhos do mestrado.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e conclusão do mestrado. O MEU MUITO OBRIGADO!

## RESUMO

Para o desenvolvimento de bons híbridos de milho há grande investimentos em recursos e tempo, dessa maneira, a escolha do germoplasma é uma das fases mais importantes num programa de melhoramento genético de milho. Dentre as várias estratégias de seleção do germoplasma, as estimativas de  $m+a$  (contribuição dos locos em homozigose) e  $d$  (contribuição dos locos em heterozigose), auxiliam na escolha das populações mais promissoras para extração de linhagens, uma vez que, para a maioria dos híbridos faltam informações destas estimativas. Em vista disso, o objetivo deste estudo foi obter as estimativas de  $m+a$  e  $d$ , e a depressão por endogamia para as características produtividade de grãos e altura de plantas, avaliadas em dois locais e dois anos de semeadura, e assim predizer o potencial dos híbridos de milho para extração de linhagens. Para isso, foram testadas as gerações F1 e F2 de 12 híbridos de milho, nos locais (UFLA e Muquém) durante dois anos agrícolas (2017/18 e 2018/19), contabilizando desta maneira quatro ambientes. As duas gerações, F1 e F2, foram avaliadas em experimentos contíguos no delineamento de blocos casualizados, com três e duas repetições durante os anos 2017/18 e 2018/19, respectivamente. Foram coletados dados de altura de plantas e produtividade de grãos por parcela das duas gerações, e a partir destes dados, foram estimados  $m+a$  e  $d$  para as duas características, a nível de parcela. Constatou-se que para produtividade de grãos, os efeitos de dominância apresentaram maior importância, assim considerando apenas  $m+a$  os híbridos AG1051, AG8025, BG7046, DKB455 e OMEGA foram os mais promissores para extração de linhagens para a característica em questão, pois estes apresentaram maiores estimativa de  $m+a$ . Destacando-se os híbridos AG8025 e BG7046 os quais mostraram altos valores de  $m+a$ , além de médias de produtividade elevadas. No caso de altura de plantas, houve maior contribuição dos efeitos aditivos. Portanto, observou-se maior depressão por endogamia para produtividade de grãos quando comparado com altura de plantas.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, L.. Heterose. Depressão por endogamia.

## ABSTRACT

The development of good agronomic performance maize hybrids requires large resources and time investments; therefore, the choice of germplasm is crucial for the success of a maize breeding program. Within several strategies of germplasm selection, the contribution of homozygous ( $m+a$ ) and heterozygous ( $d$ ) loci may provide good information about parental choices, since most of maize hybrids lack this information. Therefore, the objectives of this study were to obtain  $m+a$  and  $d$  estimates, the inbreeding depression for grain yield and plant height traits as well as to predict the potential of line extraction of maize hybrids. For this purpose, F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generation of 12 maize hybrids were evaluated in two locations (UFLA and Muquém) during two crop years (2017/18 and 2018/19), counting four different environments. Both generations, F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub>, were evaluated in contiguous experiments under a randomized complete block design with three and two replications during 2017/18 and 2018/19 crop years, respectively. Plant height and grain yield data by plot were collected from these two generations, then  $m+a$  and  $d$  estimates, at plot level, were obtained for both traits. The dominance effects were more significant for grain yield, however considering only  $m+a$ , the hybrids AG1051, AG8025, BG7046, DKB455 and OMEGA were the most promising hybrids for line extraction since their estimates were higher than other evaluated hybrids. In this scenario, hybrids AG8025 and BG7046 must be highlighted since they associate high  $m+a$  estimates and high grain yield means. On the other hand, plant height trait had more influence of additive effects. Therefore, the observed inbreeding depression was higher in grain yield than plant height trait.

**Keywords:** *Zea mays*, L.. Heterosis. Inbreeding depression.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>Cultura do milho no Brasil</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>Melhoramento genético do milho</b> .....	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Escolha de populações para extração de linhagens</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Análises dos dados</b> .....	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>33</b>
	<b>APÊNDICE</b> .....	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O milho é dos cereais mais cultivado no mundo, sendo considerado uma cultura estratégica do ponto de vista de segurança alimentar e desenvolvimento econômico. No caso do Brasil especificamente, a produção apresentou incrementos significativos, graças principalmente ao aumento em produtividade. Segundo dados da Conab (2019) a produtividade nacional da cultura aumentou, 348 % nos últimos 41 anos. Estima-se que 50% desse aumento se deve ao melhoramento genético (FAO, 2008).

Além dos ganhos do passado, enormes esforços vêm sendo realizados pelos melhoristas, buscando melhorar geneticamente diversas culturas. Na cultura do milho, o objetivo final é a produção de híbridos devido a heterose ou vigor híbrido. Primeiro são obtidas as linhagens, as quais devem conter características superiores para a produção de sementes, e posteriormente os híbridos comerciais, os quais possuem as combinações das características das linhagens que lhes deram origem (GLENN et al., 2017). Esses processos de obtenção das linhagens e dos híbridos são onerosos e se gasta muito tempo. Assim para se ter sucesso nessa fase, inicialmente deve-se atentar à escolha da população base, sendo essa o alicerce dos programas de melhoramento genético.

Entre os procedimentos que auxiliam os melhoristas nessa escolha, destaca-se a estimativa de  $m+a$  e  $d$ , proposto por Vencovsky (1987). Esse método, permite avaliar o potencial das populações em gerações precoces de forma mais simples, facilitando a escolha das populações a serem utilizadas e assim reduzindo os custos e tempo de obtenção dos híbridos. Sendo que,  $m+a$  corresponde à média de todas as linhagens na geração F infinito e  $d$  representa a variabilidade das linhagens. Portanto, para se obter linhagens com bom desempenho, são necessárias populações com maiores valores de  $m+a$  e maiores valores de  $d$ .

Essa metodologia vem sendo utilizada por vários autores, visando obter melhores populações para extração de linhagens e conseqüentemente redução dos custos de autofecundação e avaliação. (TERASAWA JUNIOR, 1993; LIMA, 1999; SOUZA SOBRINHO et al., 2000; BISON et al., 2003; ARNHOLD et al., 2010; FERREIRA et al., 2010; KUKI et al., 2017;

TEIXEIRA, 2017). No entanto, devido a dinâmica dos lançamentos de híbridos no mercado e estes não possuírem informações sobre os componentes de médias, faz jus a obtenção das estimativas de  $m+a$  e  $d$  para os híbridos comerciais, visando a escolha de novas populações promissoras. Além do mais, poucos trabalhos avaliaram os híbridos em diferentes ambientes.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi estimar a contribuição dos locos em heterozigose ( $d$ ) e dos locos em homozigose ( $m+a$ ) e também a depressão por endogamia para a produtividade de grãos e a altura de plantas, avaliados em dois locais e dois anos de semeadura, e assim predizer o potencial dos híbridos comerciais de milho para extração de linhagens.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cultura do milho no Brasil

O milho (*Zea mays*, L.), destaca-se no cenário mundial, como sendo o cereal de maior produção, no qual, Estados Unidos, China e Brasil são os maiores produtores do grão, respectivamente. Estes três países juntos produzem mais de 65 % da produção no mundo (USDA, 2019). Especificamente no Brasil, na safra 2018/19, foram produzidos 98,5 milhões de toneladas de milho numa área de 17,3 milhões de hectares com produtividade média de 5709 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2019). Sendo que, na safra de 1977/78, a produtividade média brasileira era de apenas 1275 kg.ha<sup>-1</sup>, comparada com a safra atual, o que representa um aumento na produtividade de 8,48 % ao ano.

O aumento na produtividade e o melhor aproveitamento do solo são fundamentais para a sustentabilidade da agricultura. Dessa maneira, visando o uso do solo de forma mais eficiente, o cultivo do milho no Brasil está dividido em primeira safra e segunda safra. A primeira safra ou somente safra, é semeada a partir do final de agosto até os meses de outubro/novembro na região Sul e Sudeste. A segunda safra, também denominada de "safrinha" é semeada de janeiro a março, quase sempre em sucessão à soja precoce, com o cultivo predominante na região Centro-Oeste e no estado do Paraná. Atualmente, 72,5 % da produção total se deve a segunda safra, sendo o estado do Mato Grosso o maior produtor (CONAB, 2019). No entanto, a produção de milho primeira safra, é eminente na região Sul e Sudeste, sendo os estados Rio Grande do Sul e Minas Gerais os maiores produtores, respectivamente.

Todo esse volume de produção de milho é caracterizado pelas diversas formas de utilização. De acordo com Strazzi (2013) os derivados de milho são utilizados em mais de 150 produtos de diferentes setores. O principal destino da produção destes grãos é a alimentação animal, o que representa um consumo de 51,3 % da demanda total nacional, seguido das exportações com 31%, indústria 9%, consumo humano 2% e outros 6,7% (ABIMILHO, 2019).

## 2.2 Melhoramento genético do milho

O melhoramento genético é definido como ciência, arte e gerenciamento com o objetivo de melhorar as plantas em benefício da humanidade (BERNARDO, 2010). O melhoramento como arte foi realizado nos primórdios do desenvolvimento da agricultura, quando os agricultores selecionavam as melhores plantas e posteriormente as plantavam. Com o aumento populacional e maior demanda por alimento, fibra e energia houve necessidade de se realizar o melhoramento como ciência, o qual, várias áreas que estão relacionadas, dentre estas a genética, estatística, agronomia, biologia molecular, citogenética e genômica. Por fim, mas não menos importante, o gerenciamento de pessoas e recursos, tornou-se fundamental para harmonização da equipe de trabalho e tomadas de decisões. No entanto, cada cultura tem suas peculiaridades de melhoramento em função principalmente do sistema reprodutivo, os quais são autogamia, alogamia e misto.

As plantas autógamas são aquelas cuja frequência de polinização cruzada é inferior a 5%, como exemplo se tem o feijão, soja, trigo e outras. Já as plantas alógamas são aquelas cuja a frequência de polinização cruzada é superior a 95%, se enquadram nesse grupo culturas como cenoura, milho entre outras. O terceiro grupo são as plantas mistas, as quais a porcentagem de polinização cruzada está entre 5% e 95% (RAMALHO et al., 2012). Esses diferentes sistemas reprodutivos têm efeito nas propriedades genéticas das populações e definição dos procedimentos utilizados pelos melhoristas.

O milho, por exemplo, devido à alogamia, possui grande quantidade de alelos deletérios nas populações, encobertos nos locos heterozigotos. Ao contrário, em plantas autógamas parte desses alelos já foram eliminados (FALCONER; MACKAY, 1996). Dessa maneira no caso do milho busca-se produzir híbridos. Visto que, estes mostram-se de fácil obtenção e muito superiores as linhagens devido a heterose ou vigor híbrido (GLENN et al., 2017).

A heterose consiste na superioridade dos híbridos, em relação à média dos pais (BERNARDO, 2010). Essa, por sua vez se manifesta no aumento da altura da planta, taxa de crescimento, tamanho da espiga, resistência a doenças, produtividade entre outros parâmetros do

híbrido. O termo heterose foi proposto por George Harrison Shull, em 1914. No entanto, mesmo já se conhecendo nesta época suas vantagens, ainda se cultivava apenas milho proveniente de populações de polinização aberta, as quais apresentam baixa produtividade em comparação com os híbridos.

Para contornar estas baixas produtividades o pesquisador G.H. Shull, propôs a utilização de híbrido simples de milho, com o trabalho de endogamia-hibridação. Porém as linhagens eram pouco produtivas inviabilizando financeiramente a comercialização das sementes. Então em 1918, Jones e Mangelsdorf propuseram a utilização do híbrido duplo, proveniente do cruzamento entre dois híbridos simples, os quais produzem mais sementes que as linhagens. Assim tornou se economicamente viável a produção comercial de sementes híbridas (DARRAH et al., 2003).

Posteriormente com o melhoramento das linhagens foram possíveis a produção e a comercialização dos híbridos simples. O que levou a significativos aumentos na produtividade, principalmente a partir de 1960, quando os híbridos simples começaram a substituir os híbridos duplos (HALLAUER, 2010). Nos Estados Unidos, com a adoção dos híbridos a produtividade passou de 2.010 kg.ha<sup>-1</sup> em 1930, para mais de 11.073 kg.ha<sup>-1</sup> em 2018 (USDA, 2019). Esse aumento também ocorreu no Brasil, sendo que em 1977 a produtividade era de apenas 1.275 kg.ha<sup>-1</sup> e na safra 2018/19 a média foi de 5.709 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2019).

Além do aumento em produtividade, o plantio de híbridos tem vantagens em relação as cultivares de polinização aberta, uma vez que os híbridos apresentam maior uniformidade, associam fenótipos de interesse que se encontram separados nos genitores, pode-se conseguir menor interação com o ambiente, ou seja, maior homeostase, maior resistência à seca e produzir sementes de milho híbrido comercialmente (PATERNIANI, 1978). Contudo para se ter ainda mais ganhos com os híbridos deve-se realizar o melhoramento genético.

Segundo Hallauer et al. (2010), o programa de melhoramento de milho inclui três fases com importâncias iguais para o sucesso a curto, médio e longo prazo. Primeiramente a escolha da população base ou germoplasma. Posteriormente, o melhoramento cíclico do germoplasma, através da seleção recorrente. E por fim, o desenvolvimento de linhagens para a produção de híbridos.

As linhagens podem ser obtidas de forma convencional, através do processo de autofecundação ou pelo uso da técnica de duplo haploide (DH). A forma convencional consiste em autofecundar as plantas de milho de forma manual, até atingir o máximo de homozigose possível, entre seis a oito ciclos. Já o DH consiste na produção de indivíduos haploides e posterior duplicação, gerando linhagens homozigóticas e homogêneas rapidamente, reduzindo-se os custos e a mão de obra (ANDORF et al., 2019). Dessa maneira, a utilização do DH em programas comerciais de melhoramento de milho está se tornando rotina.

### **2.3 Escolha de populações para extração de linhagens**

A escolha da população base é uma das fases mais importantes num programa de melhoramento genético. Já que, essa determinará o aumento máximo potencial obtido através do melhoramento (HALLAUER et al., 2010). Assim para se fazer esta escolha os objetivos devem ser bem claros e focado em poucos caracteres. A partir da definição dos objetivos busca-se obter populações segregantes que apresentem médias altas e também variabilidade para o caráter sob seleção. Desta maneira, para o caráter produtividade, o qual é controlado por vários genes e possui grande influência do ambiente, tem-se maior dificuldade na escolha correta dos genitores. (RAMALHO et al., 2012)

Assim sendo, há várias opções para escolha da população base de melhoramento. Baenziger e Perterson (1991) classificaram essas opções em duas categorias: a primeira envolve os procedimentos que utilizam apenas informações dos prováveis genitores, como a média, o coeficiente de parentesco, a origem e a divergência genética. Já na segunda, são utilizadas as informações das progênies, a partir do cruzamento dos genitores a serem escolhidos. Dentre esses estão o cruzamento dialélico, estimativa da probabilidade de uma testemunha na F infinito proposto por Jinck's e Pooni (1976) e também a estimativa de  $m+a$  e  $d$ .

Segundo Ramalho et al. (2012), a primeira categoria vem sendo mais utilizada para plantas autógamas e para características de efeitos aditivos. No entanto, para características com efeitos de

dominância e no caso de plantas alógamas, onde geralmente busca-se obter híbridos e explorar a heterose, a segunda categoria vem sendo mais utilizada.

Entre os procedimentos que auxiliam os melhoristas nessa escolha, destaca-se a estimativa de  $m+a$  e  $d$ , proposto por Vencovsky (1987). Em que  $m+a$  é a contribuição dos locos com alelos favoráveis em homozigose, ou seja, locos já fixados e  $d$  é a contribuição dos locos em heterozigose. Assim,  $m+a$  irá fornecer a média das linhagens e  $d$  está associado à variância genética na geração F infinito. Portanto, para se obter linhagens com bom desempenho, são necessárias populações com maiores valores de  $m+a$  e de  $d$ .

Dessa maneira para estimar os parâmetros  $m+a$  e  $d$ , as gerações F1 e F2 de cada híbrido são avaliadas em experimentos com repetições. Uma vez que, o desempenho da geração F1 do híbrido é dado pela função,  $F1=(m+a)+d$  e a geração F2 é dada por  $F2=(m+a)+(1/2)d$ . Ao se realizar os contrastes  $2F2-F1$  e  $2(F1-F2)$ , obtém-se  $m+a$  e  $d$ , respectivamente. Esses parâmetros possibilitam a tomada de decisão mais assertiva. Pois os germoplasmata que possuem uma baixa frequência de alelos favoráveis para a característica desejada, requerem vários ciclos adicionais de melhoramento ou grande número de amostras para o desenvolvimento de bons genótipos (HALLAUER et al., 2010). Assim, a identificação de populações promissoras, derivadas de híbridos superiores, é uma estratégia interessante para aumentar a eficiência dos programas de melhoramento (BISON et al., 2003).

O uso das estimativas de  $m+a$  e  $d$  em milho vem sendo utilizada para diferentes características. Lima (2000) procurou associar a estimativa de  $m+a$  e  $d$  de populações de milho para produtividade de espigas despalhadas, e assim avaliar simultaneamente a média das linhagens e a variabilidade entre elas. Kuki et al. (2017) objetivaram avaliar a depressão por endogamia e os componentes genéticos de médias para características inerentes a milho verde, mostrando que certas populações foram melhores para a extração de linhagens. De acordo com Viana et al. (2009) os híbridos A2555 e AG7000, apresentaram maiores estimativas de  $m+a$ , evidenciando potencial para a extração de linhagens com maior produtividade de grãos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em dois locais, no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da UFLA (CDCT) – Fazenda Muquém, situado a 5 km de Lavras, a 918 metros de altitude, 21°20' de latitude Sul e 44°98' de longitude Oeste, e na área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (DAG/UFLA), localizada em Lavras, a 919 metros de altitude, 21°13' de latitude Sul e 44°58' de longitude Oeste. Ambos locais estão localizados na região sul do estado de Minas Gerais.

Foram utilizados 12 híbridos comerciais correspondentes à geração F1 (TABELA 1). Para a produção da geração F2 foi feita a autofecundação de plantas da geração F1 de cada híbrido, na safra 2016/17.

Tabela 1 - Identificação e principais características dos híbridos comerciais utilizados na produção da geração F2 e nas estimativas dos componentes genéticos de média.

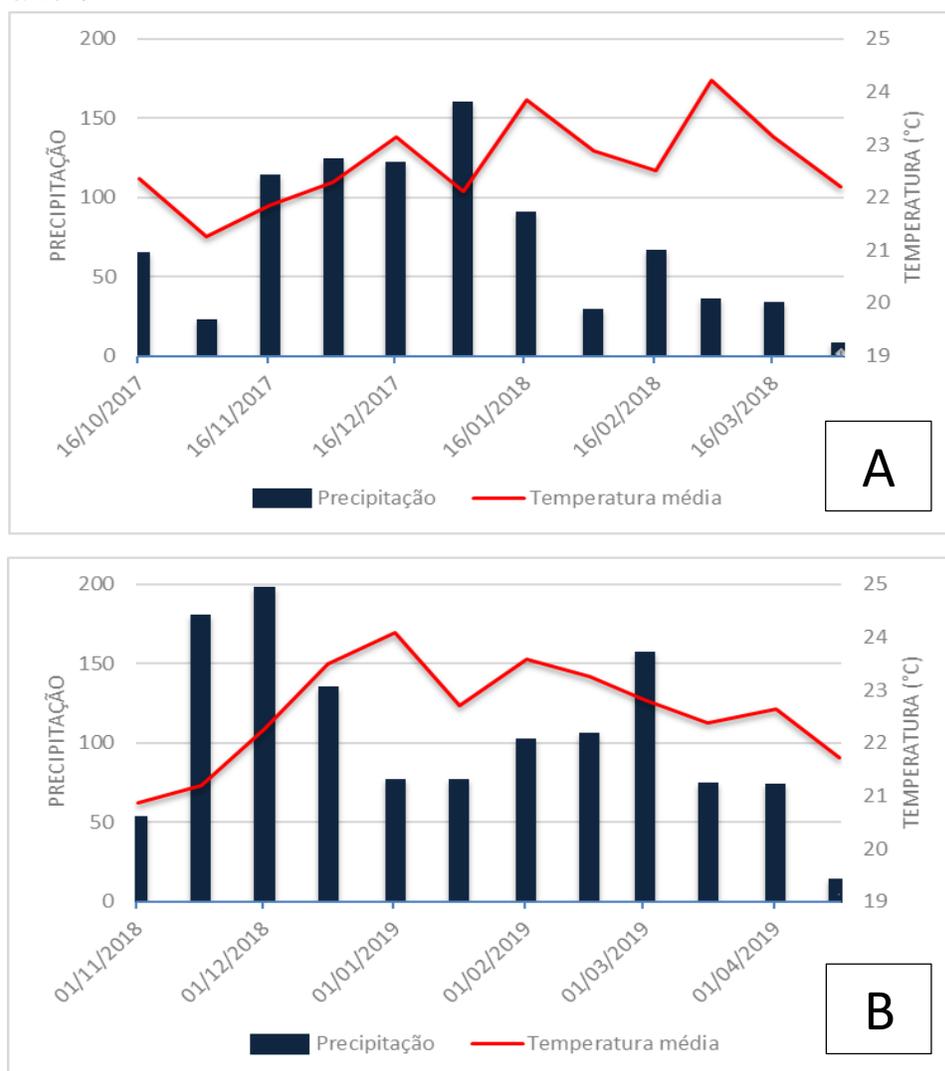
<b>Número</b>	<b>Híbrido</b>	<b>Empresa</b>	<b>Ciclo<sup>1</sup></b>	<b>Textura de grão</b>	<b>Tipo de híbrido</b>
1	AG1051	Agroceres	Semi-precoce	Dentado	Duplo
2	AG5055	Agroceres	Precoce	Dentado	Triplo
3	AG8025	Agroceres	Precoce	Dentado	Simples
4	ALFA_9020C	Alfa Pesquisa e Sementes	Precoce	Semi-duro	Simples
5	BG7046	Biogene	Super precoce	Semi-duro	Simples
6	BM810	Biomatrix	Precoce	Semi-duro	Simples
7	2B587	Dow AgroSciences	Precoce	Semi-dentado	Simples
8	DKB455	Dekalb	Precoce	Semi-duro	Triplo
9	IMPACTO	Syngenta	Precoce	Duro	Simples
10	OMEGA	Syngenta	Precoce	Duro	S. Modificado
11	PRE_32D10	Prezzotto	Precoce	Semi-duro	Duplo
12	RK3014	Riber-KWS	Precoce	Duro	Triplo

Fonte: Do Autor (2019). <sup>1</sup> Dados fornecidos pela empresa.

As avaliações das gerações F1 e F2, foram conduzidas em dois anos 2017/18 e 2018/19, sendo semeadura realizada no dia 24 de novembro de 2017 e no dia 26 de novembro de 2018. Os

dois locais e os dois anos contabilizaram quatro ambientes, sendo estes: 1 – Muquém (2017/18); 2 – UFLA (2017/18); 3 – Muquém (2018/19) e 4 – UFLA (2018/19). Foram obtidas informações sobre temperatura média e precipitação durante o período das safras na Estação Climatológica de Lavras (FIGURA 1).

Figura 1 – Precipitação e temperatura média obtida durante a realização dos experimentos, em Lavras, MG. A – Experimentos realizados em 2017/2018. B – Experimentos realizados 2018/2019



Fonte: Do autor, adaptado de Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2019).

Os experimentos das gerações F1 e F2 foram contíguos, conduzidos em delineamento de blocos casualizados. Sendo que, no ano 2017/18 foram três repetições e no ano 2018/19 duas repetições. As parcelas foram constituídas de duas linhas de quatro metros espaçadas em 60 cm e foi realizado desbaste para se obter a população de 60000 plantas por hectare para todas as parcelas. Foi utilizado no plantio, 400 kg.ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 08-28-16 + Micro total (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) e 300 kg/ha em cobertura do adubo 20-00-20 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O). Os demais tratos culturais foram realizados de acordo com as necessidades da cultura, área e clima.

As características avaliadas foram:

- Altura de plantas: obtida em metros (m) do nível do solo até a inserção da folha bandeira; sendo os dados tomados de 5 plantas aleatórias de cada parcela.
- Produtividade de grãos: obtido em kg por parcela (4,8m<sup>2</sup>). Posteriormente realizou-se as correções de estande pelo método Vencovsky e Cruz (1991) e correção da umidade para 13%. Foi feito também, a transformação do valor obtido para um hectare (kg.ha<sup>-1</sup>), utilizando-se as seguintes expressões:

$$Pc_{13\%} = P \times U\% \div U_p\%$$

em que:

$Pc_{13\%}$  = Peso da parcela corrigido para 13% de umidade;

$P$  = Peso da parcela;

$U\%$  = Umidade padrão para armazenamento (13%);

$U_p\%$  = Umidade aferida na parcela;

$$Prod (kg. ha^{-1}) = Pc_{13\%} \times ha \div AP$$

em que:

$Prod (kg. ha^{-1})$  = Produtividade de grãos da parcela em quilogramas por hectare (kg.ha<sup>-1</sup>);

$Pc_{13\%}$  = Peso da parcela corrigido para 13% de umidade;

$ha$  = Área correspondente a um hectare (10.000 m<sup>2</sup>);

$AP$  = Área da parcela experimental (4,8 m<sup>2</sup>).

- Estimativas de  $m+a$  e  $d$ , por parcela, para os caracteres produtividade de grãos e altura de plantas, pelos estimadores:

$$m + a = (2 \times F_2) - F_1$$

$$d = 2 (F_1 - F_2)$$

em que:

$m + a$  = Contribuição dos locos em homozigose para os caracteres produtividade de grãos ou altura de plantas;

$d$  = Contribuição dos locos em heterozigose para os caracteres produtividade de grãos ou altura de plantas;

$F_2$  = Produtividade de grãos ou altura de plantas da parcela na geração  $F_2$ ;

$F_1$  = Produtividade de grãos ou altura de plantas da parcela na geração  $F_1$

- Estimou-se também a depressão por endogamia média, em porcentagem, pelo estimador:

$$[(\bar{F}_1 - \bar{F}_2) \div \bar{F}_1] \times 100$$

### 3.1 Análises dos dados

Inicialmente verificou-se os pressupostos da análise de variância pelo método de Hartley, e posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância. As análises estatísticas foram realizadas no software R (2016), e as médias comparadas pelo teste de SCOTT; KNOTT (1974) a 5% de probabilidade.

#### Modelo estatístico da análise individual

$$Y_{ij} = \mu + b_j + h_i + e_{(ij)}$$

em que:

$Y_{ij}$  : observação da parcela que recebeu o híbrido  $i$  no bloco  $j$ ;

$\mu$  : constante associada a todas as observações;

$b_j$  : efeito do bloco  $j$ ;

$h_i$  : efeito fixo do híbrido  $i$ ,  $i=1,2,3,\dots,12$ ;

$e_{(ij)}$  : erro experimental aleatório associado à observação  $y_{ij}$   $e_{(ij)} \cap N(0, \sigma^2)$ .

### **Modelo estatístico da análise de variância conjunta para produtividade de grãos e altura de plantas**

$$Y_{ijlm} = \mu + b_{j(lm)} + h_i + a_l + g_m + ha_{il} + hg_{im} + ag_{lm} + hag_{ilm} + e_{(ijklm)}$$

em que:

$Y_{ijlm}$  : observação da parcela no bloco  $j$  dentro de ambiente  $l$  e geração  $m$  que recebeu o genótipo  $i$ ;

$\mu$ : constante associada a todas as observações;

$b_{j(lm)}$  : efeito do bloco  $j$  dentro do ambiente  $l$  e dentro da geração  $m$ ;

$h_i$  : efeito fixo do híbrido  $i$ ,  $i=1,2,3,\dots,12$ ;

$a_l$  : efeito fixo do ambiente  $l$ ;

$g_m$  : efeito fixo de geração  $m$ ;

$ha_{il}$  : efeito fixo da interação híbrido  $i$  com o ambiente  $l$ ;

$hg_{im}$  : efeito fixo da interação híbrido  $i$  com a geração  $m$ ;

$ag_{lm}$  : efeito fixo da interação geração  $m$  com o ambiente  $l$ ;

$hag_{ilm}$  : efeito fixo da interação híbrido  $i$  com o ambiente  $l$  e com a geração  $m$ ;

$e_{(ijklm)}$  : erro experimental aleatório associado à observação  $y_{ijlm}$   $e_{(ijklm)} \cap N(0, \sigma^2)$ .

### **Modelo estatístico da análise de variância conjunta para $m+a$ e $d$ de produtividade de grãos e altura de plantas**

$$Y_{ijl} = \mu + b_{j(l)} + h_i + a_l + ha_{il} + e_{(ijkl)}$$

em que:

$Y_{ijl}$ : observação da parcela no bloco  $j$  dentro de ambiente  $l$  que recebeu o genótipo  $i$ ;

$\mu$ : constante associada a todas as observações;

$b_{j(l)}$  : efeito do bloco  $j$  dentro do ambiente  $l$ ;

$h_i$  : efeito fixo do híbrido  $i$ ,  $i=1,2,3,\dots,12$ ;

$a_l$  : efeito fixo do ambiente  $l$ ;

$ha_{il}$  : efeito fixo da interação híbrido  $i$  com o ambiente  $l$ ;

$e_{(ijkl)}$  : erro experimental aleatório associado à observação  $y_{ijl}$   $e_{(ijkl)} \cap N(0, \sigma^2)$ .

Para aferir a precisão experimental foi calculado o coeficiente de variação (GARCIA, 1989; PIMENTEL-GOMES, 1991) e a acurácia (RESENDE; DUARTE, 2007) pelas expressões a seguir:

$$CV\% = \sqrt{\frac{QM_{erro}}{\mu}} \times 100$$

em que:

$CV\%$  = Coeficiente de variação (%);

$QM_{erro}$  = Quadrado médio do resíduo;

$\mu$  = Média geral.

$$r_{\hat{g}g}^2(\%) = \sqrt{1 - \frac{1}{Fc}} \times 100$$

em que:

$r_{\hat{g}g}^2(\%)$  = Acurácia (%)

$Fc$  = Valor de  $F$  calculado dos híbridos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância individual para os caracteres produtividade de grãos e altura de plantas encontram-se no Apêndice (TABELA 1A a 4A, APÊNDICE). Todas as fontes de variação foram significativas ( $p \leq 0,05$ ), exceto para a produtividade de grão da geração F1 no local Muquém no ano 2017/18 e altura de planta da geração F1 no local Muquém no ano 2018/19.

A precisão experimental foi avaliada por meio do coeficiente de variação (CV) e da acurácia ( $r_{\hat{g}g}^2$ ). Todos os CVs apresentaram magnitude entre baixa e média, variando para produtividade de grãos (5,50% a 19,61%) e para altura de plantas (3,56% a 7,53%), indicando uma alta precisão experimental. No caso da acurácia, houve alta precisão para maioria dos experimentos, esta variou para a produtividade de grãos de 38,33% a 95,49% e para a altura de plantas de 75,76% a 94,86%.

Para as estimativas de  $m+a$  e  $d$  as análises de variância individuais estão apresentadas no Apêndice (TABELA 5A a 8A, APÊNDICE). Todas as fontes de variação foram significativas ( $p \leq 0,05$ ), exceto para as estimativas de  $d$ , nos locais Muquém e UFLA e de  $m+a$  no local UFLA no ano 2018/19. Foram calculados os valores da acurácia para as estimativas, mostrando alta precisão experimental, visto que o menor valor foi de 70,93 para a estimativa de  $d$  no ano 2018/19 no local UFLA.

A precisão experimental é de suma importância para ensaios de pesquisa. Sendo que, experimentos precisos geram estimativas mais confiáveis e conseqüentemente as recomendações são mais seguras. Segundo Chaves (1985) a precisão de um experimento está relacionada com a capacidade que este tem de permitir a reprodutibilidade dos resultados obtidos. No caso deste trabalho foi utilizado o CV, o qual depende da variação residual como proporção da média do experimento, já a acurácia, depende da magnitude da variação residual e do número de repetições, mas também da proporção entre as variações de natureza genética e residual associadas ao caráter sob avaliação (RESENDE; DUARTE, 2007).

Dessa maneira, o valor do coeficiente de variação é considerado baixo, quando inferior a 10%; médios quando de 10 a 20%; altos, quando de 20 a 30%; e muito altos quando superiores que 30%, assim quanto menor o valor de CV maior a precisão (PIMENTEL GOMES, 2009); e a acurácia, é considerada de alta precisão quando acima de 70%, média entre 30% e 70% e baixa precisão quando inferior a 30% (RESENDE; DUARTE, 2007).

Os resultados da análise de variância conjunta para os caracteres produtividade de grãos e altura de plantas estão apresentados na Tabela 2. Todas as fontes de variação foram significativas ( $p \leq 0,05$ ). Apesar de não ocorrer coincidência dos híbridos com as gerações e com os ambientes, será dado destaque ao que se obteve na média geral. Visto que, a escolha das populações para extração de linhagens, neste trabalho, será feita com base nos valores médios dos ambientes.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância conjunta para a produtividade de grãos (PG) e altura de plantas (AP) envolvendo os 12 híbridos de milho nas duas gerações, F1 e F2, nos quatro ambientes.

FV	GL	QM	
		PG	AP
<b>AMBIENTES (A)</b>	3	32782598**	1,33**
<b>BLOCOS/A/G</b>	12	1251535	0,02
<b>GERAÇÕES (G)</b>	1	380299021**	2,86**
<b>A*G</b>	3	2646166*	0,18**
<b>HÍBRIDOS (H)</b>	11	7950937**	0,21**
<b>H*A</b>	33	2773591**	0,03*
<b>H*G</b>	11	4439145**	0,12**
<b>H*G*A</b>	33	2122355**	0,04**
<b>RESÍDUO</b>	132	948295	0,02
<b>MÉDIA GERAL</b>		6813,088	2,039242

\*\* , significativo pelo teste F ao nível de 1%; \* , significativo pelo teste F ao nível de 5%.

Para a produtividade de grãos as médias variaram de 5623 (kg.ha<sup>-1</sup>) a 7836 (kg.ha<sup>-1</sup>), sendo agrupadas em três grupos a partir do teste de Scott-Knott (1974) (TABELA 3). Sendo que, os híbridos AG1051, AG5055, AG8025, ALFA\_9020C, BG7046 e DKB455 apresentaram maiores médias e o híbrido 2B587 a menor. Essa variação mostra que há diferença de produtividade entre os híbridos, evidenciando o potencial para seleção entre eles. Para altura de plantas as médias

variaram de 1,82 a 2,19 m sendo agrupadas em quatro grupos a partir do teste de Scott-Knott (1974).

Tabela 3 - Médias conjuntas para os caracteres produtividade de grãos (PG) e altura de plantas (AP), para os 12 híbridos de milho, nos quatro ambientes e nas duas gerações.

Híbridos	PG	AP
<b>AG1051</b>	7183 a	2,11 a
<b>AG5055</b>	7382 a	2,07 b
<b>AG8025</b>	7836 a	2,05 b
<b>ALFA_9020C</b>	7265 a	2,14 a
<b>BG7046</b>	7321 a	2,14 a
<b>BM810</b>	6394 b	1,95 c
<b>2B587</b>	5623 c	1,82 d
<b>DKB455</b>	6970 a	1,98 c
<b>IMPACTO</b>	6254 b	2,01 c
<b>OMEGA</b>	6605 b	1,97 c
<b>PRE_32D10</b>	6158 b	2,04 b
<b>RK3014</b>	6767 b	2,19 a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

As médias conjuntas para a produtividade de grãos, na geração F1, em cada ambiente variaram de 7287 kg.ha<sup>-1</sup> a 8878 kg.ha<sup>-1</sup> para os ambientes Muquém (2017/18) e UFLA (2017/18), respectivamente (TABELA 4). Quanto a geração F2, houve redução em relação a geração F1, sendo que as maiores médias foram observadas no local UFLA nos dois anos de plantio. Este fato pode ser explicado por este local ser cultivado a mais tempo que no local Muquém, apresentando assim maior fertilidade. Em contrapartida na Muquém ainda está sendo corrigido o solo com a aplicação de calcário.

Outro fator foi a maior incidência de pragas no local Muquém, principalmente percevejo barriga verde (*Dichelops furcatus*), larva-alfinete (*Diabrotica speciosa*) e lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Apesar de se fazer o controle químico, este local apresenta várias culturas o ano todo, ocorrendo a chamada ponte verde, a qual facilita a sobrevivência destes insetos praga. De acordo com Borém et al. (2017) essas pragas causam danos a cultura do milho em todo o país,

destacando-se a *Spodoptera frugiperda*, que pode reduzir a produtividade em até 52%, dependendo do estágio da planta, nível de infestação e do ambiente.

Tabela 4 - Médias conjuntas para as características produtividade de grãos (PG) e altura de plantas (AP), das gerações F1 e F2, *d* produtividade de grãos (*d* PG), *d* altura de plantas (*d* AP), *m+a* produtividade de grãos (*m+a* PG) e *m+a* altura de plantas (*m+a* AP), para os quatro ambientes

Ambientes	PG		AP		<i>d</i> PG	<i>d</i> AP	<i>m+a</i> PG	<i>m+a</i> AP
	F1	F2	F1	F2				
<b>Muquém (2017/18)</b>	7287 b	5264 c	1,95 d	1,75 d	4047 b	0,39 b	3241 a	1,55 c
<b>UFLA (2017/18)</b>	8878 a	6371 a	2,18 c	2,08 a	5014 a	0,20 c	3864 a	1,98 a
<b>Muquém (2018/19)</b>	7503 b	4669 d	2,24 b	1,89 c	5670 a	0,69 a	1834 c	1,54 c
<b>UFLA (2018/19)</b>	8609 a	5651 b	2,32 a	2,02 b	5917 a	0,60 a	2692 b	1,72 b

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra numa mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando as médias conjuntas para altura de plantas em cada ambiente, estas foram agrupadas em quatro grupos pelo teste de Scott-Knott (1974), sendo que a maior média foi o ambiente UFLA (2018/19) consecutivamente o ambiente UFLA (2017/18) (TABELA 4).

As médias conjuntas para a produtividade de grãos e a altura de plantas das gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> estão apresentadas na Tabela 5. Houve diferença para as duas características avaliadas, observando-se redução de 2518 kg.ha<sup>-1</sup> da geração F<sub>1</sub> em relação a F<sub>2</sub> para a produtividade de grãos. No caso da altura de plantas a redução foi de 22 cm. Essa redução nas características se deve ao fenômeno da depressão por endogamia, visto que este provoca o aumento dos locos em homozigose em 50% em média a cada autofecundação (HALLAUER et al., 2010).

Tabela 5 - Médias conjuntas para as características produtividade de grãos (PG) e altura de plantas (AP), das gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>, nos quatro ambientes.

Gerações	PG	AP
<b>F1</b>	8072 a	2,15 a
<b>F2</b>	5554 b	1,93 b

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste F.  
Fonte: Do Autor (2019).

A depressão por endogamia provoca redução do valor adaptativo ou média de um genótipo derivado do cruzamento de indivíduos relacionados, e é dependente da frequência de alelos recessivos deletérios ou letais envolvidos no controle das características (FREITAS et al., 2016).

Todas as interações para as características produtividade de grãos e altura de plantas foram significativas a 0,05 de significância. As tabelas de desdobramento das interações para estes caracteres encontram-se no Apêndice, TABELAS (5A a 16A). Como o foco principal do trabalho não é analisar o desempenho dos híbridos e das gerações em cada ambiente, a ênfase foi dada no âmbito da média geral. No entanto, é oportuno mencionar que essas interações refletiram um comportamento não coincidente quando se analisa cada ambiente separadamente.

Os resultados das análises de variância conjunta das estimativas de  $m+a$  e  $d$  encontra-se na Tabela 6. Ressalta-se que os pressupostos para realização da análise de variância foram testados e assim certificou-se haver homogeneidade das variâncias dos erros. Houve diferença significativa a 0,05 de significância para as estimativas considerando todos os caracteres avaliados. Contudo, é importante ressaltar ainda que as interações mostraram se significativas, o destaque foi direcionado ao que se obteve na média geral. Uma vez que, os locais são próximos, apenas cinco quilômetros de distância, e as condições de cultivo nunca se repetem.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância conjunta para as estimativas de  $m+a$  produtividade de grãos ( $m+a$  PG),  $d$  produtividade de grãos ( $d$  PG),  $m+a$  altura de plantas ( $m+a$  AP) e  $d$  altura de plantas ( $d$  AP) envolvendo os doze híbridos comerciais de milho, nos quatro ambientes.

FV	GL	QM			
		$d$ PG	$m+a$ PG	$d$ AP	$m+a$ AP
<b>AMBIENTES (A)</b>	3	21169346*	21238244**	1,46**	1,39**
<b>HÍBRIDOS (H)</b>	11	35513178**	24607179**	0,93**	0,36**
<b>BLOCOS/AMB</b>	6	15077398*	11397366**	0,29*	0,18*
<b>H*A</b>	33	16978837**	12717760**	0,30**	0,22**
<b>RESÍDUO</b>	66	6165516	2957705	0,11	0,07
<b>MÉDIA GERAL</b>		5035,2	3036,69	0,43617	1,71217

\*\* , significativo pelo teste F ao nível de 1%; \* , significativo pelo teste F ao nível de 5%.

Ao se considerar as estimativas de  $d$  para a produtividade de grãos e a altura de plantas pode se observar que os ambientes Muquém 2018/19 e UFLA 2018/19 apresentaram médias maiores

que os demais. Em contrapartida para  $m+a$  produtividade de grãos, as maiores médias foram para os ambientes UFLA 2017/18 e Muquém 2017/18. Contudo, para  $m+a$  altura de plantas, a maior média foi para o ambiente Muquém 2017/18 (TABELA 4). Essa falta de coincidência das estimativas com os ambientes se deve a presença da interação genótipos por ambientes.

As interações de híbridos com os ambientes para as estimativas de  $m+a$  e  $d$  para a produtividade de grãos e a altura de plantas foram significativa a 0,01 de significância. Os desdobramentos encontram-se no Apêndice, TABELAS (17A a 20A). Ressalta-se que as estimativas não foram coincidentes nos diferentes ambientes, no entanto, o foco do trabalho é a escolha dos híbridos de desempenho superior em relação à média dos ambientes. Deste modo, quando se avalia os genótipos em diferentes locais e anos possibilita a seleção da população base de forma mais assertiva.

As comparações entre estimativas de  $m+a$  de diferentes híbridos possibilitam classificar os mesmos com relação à frequência média dos alelos favoráveis que estão em homozigose. Quanto maior o valor de  $m+a$ , maior é a frequência desses alelos (RAMALHO et al., 2012). Por conseguinte, considerando a estimativa de  $m+a$  produtividade de grãos, os híbridos AG1051, AG8025, BG7046, DKB455 e OMEGA foram os mais promissores para extração de linhagens para a característica em questão. Sendo que estes híbridos apresentaram maiores valores médios de  $m+a$ . Destacando os híbridos AG8025 e BG7046 os quais apresentaram altos valores de  $m+a$  e médias de produtividade elevadas. (TABELA 7). Assim é importante ressaltar que para o caráter produtividade de grão essa estimativa irá fornecer informação a respeito da média na geração F infinito.

Em trabalho semelhante na cultura do feijoeiro, Abreu et al. (2002) compararam quatro populações segregantes, para produtividade de grãos, nas gerações  $F_1$  e  $F_2$  por meio das estimativas de  $m+a$ . Correlacionando essas estimativas com a média das progênies  $F_{5:7}$  das populações correspondentes, observou-se valor de  $r = 0,97$  evidenciando que a estimativa de  $m+a$  reflete a média das progênies na geração F infinito.

Já no caso da estimativa de  $d$  produtividade de grãos os maiores valores foram observado para os híbridos AG5055, ALFA\_9020C, IMPACTO e RK3014. Considerando que os locos têm a

mesma contribuição, o  $d$  fornecerá a estimativa da proporção do número de locos em heterozigose, ou seja, quanto maior o  $d$ , maior o número de locos em heterozigose e maior variação. Segundo Abreu et al., (2002), essa associação entre estimativa de  $d$  e heterose, foi positiva e alta ( $r = 0,95$ ), indicando associação da estimativa de  $d$  com variância genética.

Em trabalho realizado com dez híbridos simples de milho, Oliveira (2018) demonstrou que a utilização das estimativas de  $m+a$  e  $d$  foi eficiente para predição das médias das linhagens. Estas estimativas também se mostraram superiores em comparação com as estimativas de CEC e CGC. Indicando assim confiabilidade no uso das estimativas de  $m+a$  e  $d$  na predição de populações base para a extração de linhagens.

Tabela 7 - Média das gerações F1 e F2 e estimativas de  $m+a$ ,  $d$ , depressão por endogamia do caráter produtividade de grãos (PG). Dados médios dos quatro ambientes de avaliação dos doze híbridos.

Híbridos	PG F1	PG F2	D E (%)	(m+a)PG	% <sup>2</sup>	(d) PG	% <sup>2</sup>
AG1051	7868 b	6498 a	17,42	5126,89 a	65,16	2741,29 c	34,84
AG5055	9372 a	5392 c	42,47	1411,26 b	15,06	7960,51 a	84,94
AG8025	8589 a	7083 a	17,53	5578,11 a	64,95	3010,66 c	35,05
ALFA_9020C	8888 a	5641 b	36,53	2393,90 b	26,93	6494,55 a	73,07
BG7046	8601 a	6041 b	29,77	3480,27 a	40,46	5120,93 b	59,54
BM810	7686 b	5102 c	33,62	2517,54 b	32,75	5168,47 b	67,25
2B587	6766 b	4480 c	33,78	2194,54 b	32,44	4571,26 b	67,56
DKB455	7829 b	6112 b	21,94	4393,78 a	56,12	3435,48 c	43,88
IMPACTO	7836 b	4672 c	40,38	1507,47 b	19,24	6328,07 a	80,76
OMEGA	7305 b	5905 b	19,16	4505,70 a	61,68	2799,06 c	38,32
PRE_32D10	7330 b	4986 c	31,97	2642,72 b	36,05	4687,09 b	63,95
RK3014	8793 a	4741 c	46,09	688,07 b	7,83	8105,08 a	92,17
<b>Média Geral</b>	8072	5554	30,89	3036,69	38,22	5035,20	61,78

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra numa mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Contribuição percentual de  $m+a$  e  $d$  para a manifestação do caráter obtida pela expressão

$$[(m + a) \div \bar{F}_1] \times 100 \text{ ou } [(d) \div \bar{F}_1] \times 100$$

Fonte: Do Autor (2019).

Para produtividade de grãos houve maior contribuição, em média, da estimativa de  $d$ , sendo que esta contribuiu com 61,78% no desempenho dos híbridos e  $m+a$  contribuiu com 38,22%

(TABELA 7). Ramalho et al. (2012), apresentaram valores semelhantes, ao fazer compilação de trabalhos entre os anos de 1987 a 2001. Mostrando assim que  $m+a$  contribuiu com 30,3% e  $d$  com 69,7% na média dos híbridos. De acordo com Teixeira (2017), para a característica produtividade de grãos, a contribuição dos locos em homozigose, foi de 28,17% e os locos em heterozigose foi de 71,83%.

Como os valores de  $d$  estão associados à heterozigose, vale ressaltar que contribuição da heterose vem diminuindo ao longo dos anos, enquanto que a produtividade *per se* das linhagens vem aumentando (TROYER; WELLIN, 2009). Entre 1905 e 2005, a produtividade das linhagens cresceram de 1,9 a 3,5 vezes mais rápido que a contribuição da heterose. Desse modo, as contribuições das linhagens na produção dos híbridos comerciais aumentaram (RAMALHO et al., 2012). Apesar de a heterose possuir importância nas médias dos híbridos, os efeitos aditivos, ou seja, maiores valores das estimativas de  $m+a$ , devem ser considerados na escolha da população base de melhoramento.

Ao se considerar a contribuição das estimativas para a altura de plantas, observa-se em média, maior contribuição de  $m+a$  (80,43%) em relação a  $d$  (19,57%) (TABELA 8). Resultados semelhantes foram relatados por vários autores mostrando que essa característica tem maior influência de efeitos aditivos (SIMOM 2004; HALLAUER; MIRANDA FILHO, 1981).

Arnhold et al. (2010), relataram valores de  $m+a$  de 61,07 % e de  $d$  38,93 % em milho pipoca. De acordo com Viana et al. (2009) estimativas de  $m+a$  e  $d$  para altura de plantas de milho foram de 59,65% e 40,35%, respectivamente, mostrando também maior contribuição de locos já fixados.

Considerando a altura de plantas as interpretações devem ser ao contrário, aos relatados para a produtividade de grãos, ou seja, é desejado menores estimativas de  $m+a$ . Uma vez que, atualmente busca-se plantas mais baixas para que se possa aumentar a população de plantas por hectare, sem que haja problemas com tombamento e/ou acamamento, os quais dificultam a colheita mecanizada. Assim menores valores de  $m+a$  foram observados para os híbridos AG5055 e ALFA\_9020C, seguidos pelos híbridos AG1051, AG8025 e DKB455, os quais apresentaram também altos valores de  $m+a$  para produtividade de grãos (TABELA 8). No caso da estimativa de  $d$ , maiores valores foram observados para os híbridos AG5055 e ALFA\_9020C.

Quanto a depressão por endogamia (DE %), para a característica produtividade de grãos essa foi em média de 30,89%. Sendo que essa variou de 17,42 a 46,09% para os híbridos AG1051 e RK3014, respectivamente (TABELA 7). Valores semelhante foram obtidos por Teixeira (2017), em trabalho utilizando nove híbridos comerciais de milho, mostrando valor médio de depressão por endogamia para a produtividade de grãos de 36,05 %. Pacheco et al. (2002) obtiveram para a mesma característica, em variedades elite de milho, estimativas de depressão por endogamia que variaram de 34,6% a 59,2%, com média de 49,1%. Em um estudo com 32 populações brasileiras de milho, Lima et al. (1984) constataram estimativa da depressão por endogamia variando entre 27 a 58% para a produtividade de grãos.

Tabela 8 - Média das gerações F1 e F2 e estimativas de *m+a*, *d*, depressão por endogamia do caráter altura de plantas (AP). Dados médios dos quatro ambientes de avaliação dos doze híbridos.

Híbridos	AP F1	AP F2	DE(%)	( <i>m+a</i> ) AP	% <sup>2</sup>	<i>d</i> ) AP	% <sup>2</sup>
AG1051	2,27 a <sup>1</sup>	1,96 b	13,76	1,64 b	72,35	0,63 b	27,65
AG5055	2,31 a	1,82 c	21,27	1,33 c	57,46	0,98 a	42,54
AG8025	2,21 a	1,89 c	14,27	1,58 b	71,47	0,63 b	28,53
ALFA_9020C	2,36 a	1,91 c	19,05	1,46 c	61,94	0,90 a	38,06
BG7046	2,26 a	2,02 b	10,74	1,78 a	78,52	0,49 b	21,48
BM810	2,02 b	1,89 c	6,49	1,76 a	87,07	0,26 c	12,93
2B587	1,83 c	1,81 c	0,77	1,80 a	98,52	0,03 c	1,48
DKB455	2,10 b	1,86 c	11,57	1,61 b	76,82	0,49 b	23,18
IMPACTO	2,06 b	1,97 b	4,28	1,88 a	91,49	0,18 c	8,51
OMEGA	2,01 b	1,94 b	3,78	1,86 a	92,54	0,15 c	7,46
PRE_32D10	2,08 b	2,00 b	3,99	1,91 a	92,01	0,17 c	7,99
RK3014	2,27 a	2,10 a	7,52	1,93 a	84,96	0,34 c	15,04
<b>Média Geral</b>	2,15	1,93	9,79	1,71	80,43	0,44	19,57

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra numa mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Contribuição percentual de *m+a* e *d* para a manifestação do caráter obtida pela expressão

$$[(m + a) \div \overline{F_1}] \times 100 \text{ ou } [(d) \div \overline{F_1}] \times 100$$

Fonte: Do Autor (2019).

Os híbridos apresentaram menores porcentagem de depressão por endogamia para a característica altura de plantas, em média de 9,79 %, variando de 0,77 a 21,27% (TABELA 8). Bernini et al. (2013) observaram estimativas de depressão por endogamia variando de 4,7 a 13,0

%. Senhorinho et al. (2015) avaliaram a %DE para altura de plantas em 22 híbridos comerciais de milho, mostrando que esta variou de -6,27 a 16,27. Tolentino et al. (2017) apresentaram valores de 6,7 % de depressão por endogamia para altura de plantas.

A variação na depressão por endogamia está relacionada aos diferentes níveis de dominância, frequências alélicas, grau de parentesco entre os genótipos e a característica em estudo (HALLAUER et al., 2010). Como pode-se observar neste trabalho para a produtividade de grãos, que possui maior nível de dominância, apresentou maior depressão por endogamia.

Para a produtividade de grãos, os efeitos de dominância têm maior contribuição, assim a seleção pautada apenas na média geral dos híbridos não é um bom critério na escolha das populações para extração de linhagens. Dessa forma, deve-se considerar a estimativa de  $m+a$ , a qual irá fornecer informação a respeito da média na geração F infinito. Por outro lado, o  $d$  fornecerá o número de locos em heterozigose e a variação genética. Desse modo considerando apenas  $m+a$  os híbridos AG1051, AG8025, BG7046, DKB455 e OMEGA foram os mais promissores para extração de linhagens para a característica em questão, pois apresentaram maiores estimativas de  $m+a$ . Destacando-se os híbridos AG8025 e BG7046 os quais apresentaram altos valores de  $m+a$  e médias de produtividade elevadas, uma vez que, o ideal é associar altos valores das estimativas de  $m+a$  e altas médias de produtividade. No caso da altura de plantas, houve maior contribuição dos efeitos aditivos, sendo que a busca por linhagens que possam dar híbridos de menor alturas, no entanto produtivos. Nesse caso, reforça-se a superioridade do híbrido AG8025 como o mais promissor para a extração de linhagens, pois este apresentou altos valores das estimativas de  $m+a$  e alta produtividade de grãos, além de apresentar o terceiro menor valor de  $m+a$  para a altura de plantas.

## 5 CONCLUSÃO

Para a característica produtividade de grãos houve maior contribuição dos efeitos de dominância na média dos híbridos, já para altura de plantas observou-se maior contribuição de dos efeitos aditivos;

Foi constatado maior depressão por endogamia para produtividade de grãos quando comparado com altura de plantas;

Para a produtividade de grãos os híbridos AG1051, AG8025, BG7046, DKB455 e OMEGA mostraram-se como os mais promissores para extração de linhagens. Pois apresentaram maiores estimativas de  $m+a$ , destacando-se os híbridos AG8025 e BG7046 os quais apresentaram altos valores de  $m+a$ , além de médias de produtividade elevadas;

## REFERÊNCIAS

- ABREU, A. D. F. B.; RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. D. Prediction of seed-yield potential of common bean populations. **Genetics and Molecular Biology**, v. 25, n. 3, p. 323-327, 2002.
- AMORIM, E. P.; SOUZA, J. C. Híbridos de milho inter e intrapopulacionais obtidos a partir de populações S0 de híbridos simples comerciais. **Bragantia**. Campinas. v. 64. n. 3. p. 561-567, 2005
- ANDORF, C. et al, Technological advances in maize breeding : past , present and future. In Theoretical and Applied Genetics. **Springer**, Berlin Heidelberg (Vol. 132). p. 817-849, 2019
- ARNHOLD, E. et al. Inbreeding depression and genetic components for popping expansion and other traits in Brazilian populations of popcorn. **Ciencia e Investigacion Agraria**, v. 37, n. 3, p. 125-132, 2010.
- Associação Brasileira das Indústria de Milho ABIMILHO 2019 **Estatísticas - Oferta e demanda**. Disponível em: < <http://www.abimilho.com.br/estatisticas> >. Acesso em: 12 mai. 2019.
- BAENZIGER, P S.; PETERSON, C. J. **Genetic variation: its origin and use for breeding the self-pollinated species** 1990 Raleigh: North Carolina State University, p.69-100 488. 1991.
- BARNABÁS, B.; OBERT, B.; KOVÁCS, G.; Colchicine, an efficient genome-doubling agent for maize (*Zea mays* L.) microspores cultured in anthero. **Plant Cell Rep** p.858-862, 1999
- BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. 2 Ed. Woodbury: Stemma Press. p.400, 2010.
- BERNINI, C. S. et al. Depressão endogâmica e heterose de híbridos de populações F 2 de milho no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 3, p.217-223, 2013.
- BISON, O.; RAMALHO, M. A. P.; RAPOSO, F. V. Potencial de híbridos simples de milho para a extração de linhagens. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 348-355, 2003.
- BORÉM A.; GALVÃO J.C.C.; PIMENTEL. M. A. **Milho do plantio à Colheita**. 2.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2017.
- CHANG, M.T.; E.H. COE, Jr. Doubled haploids, Molecular genetic approaches to maize improvement. **Springer**, Berlin. p. 127-142, 2009
- CHAVES, L.J. **Tamanho da parcela para seleção de progênies de milho (Zea mays)**. 1985. 148p. Tese (Doutorado). ESALQ (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”). Piracicaba.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira Grãos: Safra 2018/19**. v. 6, Brasília, p. 8-105 2019 . Disponível em: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acesso em: 2 ago. 2019.

DARRAH, L.L.; MCMULLEN, M.D.; ZUBER, M.S. Breeding, genetics, and seed corn production. In: WHITE, P.J.; JOHNSON, L.A. (Ed.). *Corn: chemistry and technology*. 2ed. St. Paul: **American Association of Cereal Chemists**, p.35-51, 2003.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**, 4th edn. Prentice Hall, England, 1996

FERREIRA, E. A., PATERNIANI, M. E. A. G. Z., DA COSTA SANTOS, F. M. Potencial de híbridos comerciais de milho para obtenção de linhagens em programas de melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 40(3), p.304-311, 2010.

Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. Agriculture and Consumer Protection Department - Plant Production and Protection Division; **Plant Breeding Impacts and Current Challenges**. 2008 – Rome. Italy Disponível em: <<http://km.fao.org/gipb/>>. Acesso em: 16 mai. 2019.

FREITAS. J.P.X. et al. Inbreeding depression in cassava for productive traits. **Euphytica**. v.208. p.1-9. 2016 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10681-016-1649-7>>. Acesso em: 23. Mar. 2018.

GLENN, K. C. et al., Bringing New Plant Varieties to Market : Plant Breeding and Selection Practices Advance Beneficial Characteristics while Minimizing Unintended Changes. <<https://doi.org/10.2135/cropsci2017.03.0199>> **Crop Science**, vol. 57, november–december 2017.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, p.468, 1981.

HALLAUER. A.R. et al. **Quantitative genetics in maize breeding**. New York: Springer. 664 p. 2010.

HALLAUER. A.R.; CARENA. M.J.; MIRANDA FILHO. J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University. 2010.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. 2019. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> >. Acesso em: 16 jun. 2019.

JINKS, J. L.; POONI, H. S. Predicting the properties of recombinant inbred lines derived by single seed descent. **Heredity**, v. 36, p. 253-266, 1976.

KUKI, M. C. et al. Inbreeding depression and average genetic components in green corn genotypes. **Ciência Rural**, p. 47. 2017.

LIMA, M.; MIRANDA FILHO, J.B.; GALLO, P.B. Inbreeding depression in Brazilian populations of maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, Bergamo, v.29, p.203-215, 1984.

LIMA, M.W.P. **Alternativa de escolha de populações de milho para extração de linhagens**. 1999 49 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

LIMA, M.W.P.; SOUZA, E.A.; RAMALHO, M.A.P. Procedimentos para a escolha de populações de milho para extração de linhagens. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.2, p.153-158, 2000.

LIU, Z. et al., Doubled haploids: from obscure phenomenon to key technology of current maize breeding programs. **Plant Breed Rev** p.123-166, 2016

MIRANDA FILHO. J.B. Inbreeding Depression and Heterosis. In: COORS. J.G.; PANDEY. S. **Genetics and exploitation of heterosis in crops**; proceedings. Mexico. 1997. Madison: SSSA. ASA. CSSA. p.69-80 1999.

OLIVEIRA, N.N.S. de. **Métodos de escolha de populações para extração de linhagens de milho**. 2018. 54 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2018.

PACHECO, C.A.P. et al. Inbreeding depression of 28 maize elite open pollinated varieties. **Genetics and Molecular Biology**, v.25, p.441-448, 2002.

PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1978.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 Ed. Piracicaba. p. 451. 2009.

R Development Core Team. **A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2016. Disponível em: < <http://www.R-project.org/> >. Acesso em: 17 ago 2018.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. 1ª Edição – Lavras: Ed. UFLA, 2012.

RESENDE, M. D. V. D.; DUARTE, J. B. Precision and Quality Control in Variety Trials. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007. ISSN 1983-4063.

ROTARENCO, V.A. et al., New inducers of maternal haploids in maize. **Maize Genet Coop Newslett** 84:p.1-7, 2010

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, p. 507-512, 1974.

SENHORINHO, H.J.C. et al. Combining abilities and inbreeding depression in commercial maize hybrids Capacidades combinatórias e depressão por endogamia de híbridos comerciais de milho. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 6, suplemento 2, p. 4133-4150, 2015.

SIMON, G. A. et al. Depressão por endogamia em populações de milho-pipoca. **Bragantia** 63: p. 55-62. 2004.

SOUZA SOBRINHO, F. de; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA, J.C. de. Genetic vulnerability and potencial for inbred lines extraction for maize single cross hybrids. **Maydica**, Bergamo, 2000.

STRAZZI, S. (2013). **Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais.** 146-150. Disponível em: <[https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA\\_13\\_Industrializacao-artigo4.pdf](https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Industrializacao-artigo4.pdf)> Acesso em: 08 jun. 2019

TEIXEIRA, R. D. K. S. **Controle genético da taxa de acúmulo de matéria seca em grãos de milhos tropicais.** 2017. 103 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)– Universidade Federal de Lavras, Lavras, UFLA.

TERESAWA JUNIOR., F. **Seleção recorrente com endogamia em duas populações de milho: avaliação quantitativa e perspectiva para seleção de híbridos.** 1993. 169p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

TOLENTINO, V. H. D. et al. Original Paper Open Access Diallel analysis and inbreeding depression of commercial maize hybrids aiming the formation of base populations. **Maydica** 2017.

TROYER, A.F.; WELLIN, E.J. Heterosis decreasing in hybrids: Yield test inbreds. **Crop Sci** p.1949-1969, 2009

TROYER. A.F. **Adaptedness and heterosis in corn and mule hybrids.** Crop Science. Madison. v.46. n.2. p.528-543. Mar./Apr. 2006.

United States Department Of Agriculture - USDA. **FAS Grain: World Markets and Trade.** 2019. Disponível em: < <http://www.worldofcorn.com/#world-corn-production>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. (Ed.). Melhoramento e produção do milho no Brasil. 2.ed. Campinas: **Fundação Cargill**, p.122-201, 1987.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, p. 486, 1992.

VENCOVSKY, R.; CRUZ, C. D. Comparação de métodos de correção de rendimento de parcelas experimentais com estandes variados: I. Dados simulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 647-657, maio 1991.

VIANA, L. F. et al., Predição de médias de linhagens obtidas de híbridos simples de milho (*Zea mays* L.). **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1999-2004, 2009.

VIANNA, R.T. et al., R. Inbreeding depression of several introduced populations of maize (*Zea mays* L.). **Maydica**. Bergamo. v.27. p.151-157. 1982.

## APÊNDICE

Tabela 1A - Resumo da análise de variância individual para altura de plantas (m) envolvendo 12 híbridos comerciais de milho nas gerações F1 e F2, na UFLA e Fazenda Muquém no ano 2017/18.

FV	GL	QM			
		Muquém F1	Muquém F2	UFLA F1	UFLA F2
<b>BLOCOS</b>	2	0,007	0,02	0,041	0,035
<b>HÍBRIDOS</b>	11	0,08**	0,05**	0,080**	0,072**
<b>RESÍDUO</b>	22	0,011	0,02	0,016	0,017
<b>MÉDIA</b>		1,947	1,75	2,177	2,078
<b>CV(%)</b>		5,317	7,16	5,820	6,279
<b><math>r_{gg}^2</math> (%)</b>		93	83	89,4	87,4

\*\* , significativo pelo teste F ao nível de 1%; \* , significativo pelo teste F ao nível de 5% .

Tabela 2A - Resumo da análise de variância individual para produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) envolvendo 12 híbridos comerciais de milho nas gerações F1 e F2, na UFLA e Fazenda Muquém no ano 2017/18.

FV	GL	QM			
		Muquém F1	Muquém F2	UFLA F1	UFLA F2
<b>BLOCOS</b>	2	557812	1507333*	342518	4165594*
<b>HÍBRIDOS</b>	11	2393444	2696944**	3557479*	8406283**
<b>RESÍDUO</b>	22	2041836	434591	1367375	1052315
<b>MÉDIA</b>		7287,375	5264,145	8877,521	6370,748
<b>CV(%)</b>		19,60823	12,52313	13,17198	16,10207
<b><math>r_{gg}^2</math> (%)</b>		38,33	91,59	78,46	93,53

\*\* , significativo pelo teste F ao nível de 1%; \* , significativo pelo teste F ao nível de 5% .

Tabela 3A - Resumo da análise de variância individual para altura de plantas (m) envolvendo 12 híbridos comerciais de milho nas gerações F1 e F2, na Ufla e Fazenda Muquém no ano 2018/19.

FV	GL	QM			
		Muquém F1	Muquém F2	UFLA F1	UFLA F2
<b>BLOCOS</b>	1	0,0067	0,0234	0,0150	0,0315
<b>HÍBRIDOS</b>	11	0,066	0,031**	0,079**	0,0515**
<b>RESÍDUO</b>	11	0,0284	0,0051	0,0122	0,0052
<b>MÉDIA</b>		2,2367	1,8896	2,3192	2,0188
<b>CV(%)</b>		7,5297	3,7726	4,7644	3,5596
<b><math>r_{gg}^2</math> (%)</b>		75,76	91,59	91,95	94,86

\*\* , significativo pelo teste F ao nível de 1%; \* , significativo pelo teste F ao nível de 5% .

Tabela 4A - Resumo da análise de variância individual para produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) envolvendo 12 híbridos comerciais de milho nas gerações F1 e F2, na Ufla e Fazenda Muquém no ano 2018/19.

FV	GL	QM			
		Muquém F1	Muquém F2	Ufla F1	Ufla F2
<b>BLOCOS</b>	1	154864	30870	339418	1346754
<b>HÍBRIDOS</b>	11	3462808*	2104378**	2126343**	2330241**
<b>RESÍDUO</b>	11	793747	185695	224297	383566
<b>MÉDIA</b>		7503,228	4668,494	8608,883	5650,613
<b>CV(%)</b>		11,8739	9,230514	5,501275	10,96034
<b><math>r^2_{\hat{g}g}</math> (%)</b>		87,79	95,49	94,58	91,4

\*\* , significativo pelo teste F ao nível de 1%; \* , significativo pelo teste F ao nível de 5%.

Tabela 5A - Resumo da análise de variância individual para estimativas de  $m+a$  e  $d$  produtividade de grãos, envolvendo 12 híbridos comerciais de milho, na UFLA e Fazenda Muquém no ano 2017/18.

FV	GL	QM			
		Muquém $m+a$	Muquém $d$	UFLA $m+a$	UFLA $d$
<b>BLOCOS</b>	2	8292088	11670470	21683702*	27390063
<b>HÍBRIDOS</b>	11	12553519**	19106153*	33137674**	39765173**
<b>RESÍDUO</b>	22	2883855	8113017	4772426	8070341
<b>MÉDIA</b>		3240,91	4046,46	3863,973	5013,546
<b><math>r^2_{\hat{g}g}</math> (%)</b>		87,76	75,85	92,52	89,28

\*\* , significativo pelo teste F ao nível de 1%; \* , significativo pelo teste F ao nível de 5%.

Tabela 6A - Resumo da análise de variância individual para estimativas de  $m+a$  e  $d$  altura de plantas, envolvendo 12 híbridos comerciais de milho, na UFLA e Fazenda Muquém no ano 2017/18.

FV	GL	QM			
		Muquém $m+a$	Muquém $d$	UFLA $m+a$	UFLA $d$
<b>BLOCOS</b>	2	0,04	0,03	0,30*	0,54*
<b>HÍBRIDOS</b>	11	0,41**	0,77**	0,34**	0,56**
<b>RESÍDUO</b>	22	0,07	0,10	0,08	0,13
<b>MÉDIA</b>		1,55	0,39	1,98	0,20
<b><math>r^2_{\hat{g}g}</math> (%)</b>		90,61	93,03	87,19	87,74

\*\* , significativo pelo teste F ao nível de 1%; \* , significativo pelo teste F ao nível de 5%.

Tabela 7A - Resumo da análise de variância individual para estimativas de  $m+a$  e  $d$  produtividade de grãos, envolvendo 12 híbridos comerciais de milho, na UFLA e Fazenda Muquém no ano 2018/19.

FV	GL	QM			
		Muquém $m+a$	Muquém $d$	UFLA $m+a$	UFLA $d$
<b>BLOCOS</b>	1	1776	189822*	8430839	12153499*
<b>HÍBRIDOS</b>	11	7245997**	13000105*	9823269**	14578259**
<b>RESÍDUO</b>	11	1063016	2970739	1370655	1655642
<b>MÉDIA</b>		1833,76	5669,47	2692,35	5916,54
$r^2_{gg}$ (%)		92,37	87,83	92,76	94,15

\*\* , significativo pelo teste F ao nível de 1%; \* , significativo pelo teste F ao nível de 5%.

Tabela 8A - Resumo da análise de variância individual para estimativas de  $m+a$  e  $d$  altura de plantas, envolvendo 12 híbridos comerciais de milho, na UFLA e Fazenda Muquém no ano 2018/19.

FV	GL	QM			
		Muquém $m+a$	Muquém $d$	UFLA $m+a$	UFLA $d$
<b>BLOCOS</b>	1	0,15	0,22	0,23	0,36
<b>HÍBRIDOS</b>	11	0,13*	0,28	0,14	0,22
<b>RESÍDUO</b>	11	0,03	0,10	0,05	0,11
<b>MÉDIA</b>		1,54	0,69	1,72	0,60
$r^2_{gg}$ (%)		86,52	78,92	77,76	70,93

\*\* , significativo pelo teste F ao nível de 1%; \* , significativo pelo teste F ao nível de 5%.

Tabela 9A - Desdobramento para altura de plantas (m) das interações híbridos dentro de cada ambiente, e de ambientes dentro de cada híbrido, nas duas gerações.

Híbridos	Muquém (2017/18)	UFLA(2017/18)	Muquém (2018/19)	UFLA(2017/19)
<b>1</b>	1,91 aC	2,16 bB	2,16 aB	2,30 aA
<b>2</b>	1,80 bC	2,07 cB	2,19 aB	2,34 aA
<b>3</b>	1,82 bB	2,15 bA	2,09 aA	2,21 aA
<b>4</b>	1,89 aC	2,21 bB	2,12 aB	2,42 aA
<b>5</b>	1,87 aB	2,29 aA	2,18 aA	2,28 aA
<b>6</b>	1,80 bB	2,03 cA	1,95 bA	2,07 bA
<b>7</b>	1,69 bB	1,94 cA	1,76 cB	1,90 bA
<b>8</b>	1,82 bB	2,03 cA	2,05 aA	2,07 bA
<b>9</b>	1,89 aB	2,18 bA	1,94 bB	2,03 bB
<b>10</b>	1,82 bB	2,00 cA	2,10 aA	2,04 bA
<b>11</b>	1,88 aB	2,15 bA	2,07 aA	2,08 bA
<b>12</b>	1,99 aC	2,33 aA	2,15 aB	2,32 aA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Tabela 10A - Desdobramento para altura de plantas (m) das interações híbridos dentro de cada geração, e de gerações dentro de cada híbrido, nos quatro ambientes.

Híbridos	F1	F2
1	2,27 aA	1,95 bB
2	2,31 aA	1,82 cB
3	2,21 aA	1,89 cB
4	2,36 aA	1,91 cB
5	2,26 aA	2,02 bB
6	2,02 bA	1,89 cB
7	1,83 cA	1,81 cA
8	2,10 bA	1,86 cB
9	2,06 bA	1,97 bA
10	2,01 bA	1,94 bA
11	2,08 bA	2,00 bA
12	2,27 aA	2,10 aB

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Tabela 11A - Desdobramento para altura de plantas (m) das interações gerações dentro de cada ambiente, e de ambientes dentro de cada geração.

Gerações	Muquém (2017/18)	UFLA(2017/18)	Muquém (2018/19)	UFLA(2017/19)
1	1,947222 aD	2,176667 aC	2,236667 aB	2,319167 aA
2	1,750389 bD	2,077889 bA	1,889583 bC	2,01875 bB

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Tabela 12A - Desdobramento para altura de plantas (m) das interações híbrido dentro de cada geração e ambiente, e de gerações dentro de cada híbrido e ambiente, compreendendo 12 híbridos de milho, nas gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> e ambientes, sendo, 1 – Muquém (2017/18); 2 – UFLA (2017/18); 3 – Muquém (2018/19) e 4 – UFLA (2018/19).

Híbridos	F1				F2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	2,11 aB	2,28 aA	2,30 aA	2,47 aA	1,72 bC	2,03 bB	2,02 aB	2,13 aB
2	2,10 aB	2,38 aA	2,38 aA	2,47 aA	1,50 bD	1,75 cC	2,01 aB	2,22 aB
3	1,89 bC	2,12 bB	2,50 aA	2,53 aA	1,74 bD	2,19 aB	1,69 bD	1,90 bC
4	2,21 aB	2,36 aB	2,32 aB	2,63 aA	1,57 bD	2,05 bC	1,93 aC	2,20 aB
5	1,92 bB	2,34 aA	2,44 aA	2,49 aA	1,83 aB	2,24 aA	1,93 aB	2,07 aB
6	1,81 bB	2,09 bA	2,06 bA	2,19 bA	1,79 aB	1,97 bB	1,85 bB	1,95 bB
7	1,69 bB	1,89 bA	1,81 cA	1,96 bA	1,69 bB	1,99 bA	1,71 bB	1,84 bA
8	1,97 bB	2,07 bA	2,26 aA	2,20 bA	1,67 bC	2,00 bB	1,85 bB	1,94 bB
9	1,82 bB	2,11 bA	2,13 bA	2,27 bA	1,96 aB	2,25 aA	1,75 bB	1,78 bB
10	1,81 bB	2,00 bB	2,20 aA	2,14 bA	1,82 aB	2,00 bB	2,00 aB	1,95 bB
11	1,87 bB	2,12 bA	2,23 aA	2,17 bA	1,89 aB	2,17 aA	1,90 aB	1,98 bB
12	2,16 aA	2,37 aA	2,24 aA	2,34 aA	1,82 aC	2,29 aA	2,06 aB	2,29 aA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Tabela 13A - Desdobramento para produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) das interações híbridos dentro de cada ambiente, e de ambientes dentro de cada híbrido, nas 2 gerações.

Híbridos	Muquém (2017/18)	UFLA(2017/18)	Muquém (2018/19)	UFLA(2017/19)
1	5793 bB	8891 aA	5758 bB	8131 bA
2	6198 bB	7160 bB	8253 aA	8618 bA
3	6886 aB	9417 aA	7234 aB	7493 aB
4	7625 aA	7848 bA	5379 bB	7736 aA
5	6585 aB	8954 aA	6082 bB	7214 aB
6	5803 bB	7642 bA	5364 bB	6437 bB
7	4981 bB	5897 cA	5088 bB	6709 bA
8	6905 aA	7135 bA	6595 aA	7196 aA
9	5939 bA	6326 cA	5798 bA	7074 bA
10	6195 bA	6844 bA	7011 aA	6456 bA
11	6195 bB	7217 bA	5075 bB	5597 bB
12	6205 bC	8158 aA	5392 bC	6897 bB

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Tabela 14A - Desdobramento para produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) das interações híbridos dentro de cada geração, e de gerações dentro de cada híbridos, nos quatro ambientes.

Híbridos	F1		F2	
1	7868	bA	6498	aB
2	9372	aA	5392	cB
3	8589	aA	7083	aB
4	8888	aA	5641	bB
5	8601	aA	6041	bB
6	7686	bA	5102	cB
7	6766	bA	4480	cB
8	7829	bA	6112	bB
9	7836	bA	4672	cB
10	7305	bA	5905	bB
11	7330	bA	4986	cB
12	8793	aA	4741	cB

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Tabela 15A - Desdobramento para produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) das interações gerações dentro de cada ambiente, e de ambientes dentro de cada geração.

Gerações	Muquém (2017/18)	UFLA(2017/18)	Muquém (2018/19)	UFLA(2017/19)
1	7287 aB	8878 aA	7503 aB	8609 aA
2	5264 bC	6371 bA	4669 bD	5651 bB

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Tabela 16A - Desdobramento para produtividade de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>) das interações híbrido dentro de cada geração e ambiente, e de gerações dentro de cada híbrido e ambiente, compreendendo 12 híbridos de milho, nas gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> e ambientes, sendo 1 – Muquém (2017/18); 2 – UFLA (2017/18); 3 – Muquém (2018/19) e 4 – UFLA (2018/19).

Híbridos	F1				F2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	6371 bB	9150 aA	7025 bB	9034 aA	5214 aC	8632 aA	8632 bC	4490 aB
2	8474 aB	9654 aA	9834 aA	9831 aA	3921 bD	4666 cD	4666 aC	6671 aB
3	7167 bB	9421 aA	8823 aA	9237 aA	6604 aB	9412 aA	9412 aB	5643 aB
4	9018 aA	10130 aA	6544 bB	9174 aA	6231 aB	5565 bB	5565 bC	4213 aB
5	6770 bB	9641 aA	8929 aA	9459 aA	6399 aB	8266 aA	8266 bD	3235 bC
6	6621 bB	9374 aA	6920 bB	7516 bB	4985 bC	5910 bC	5910 bC	3807 bC
7	6315 bB	7755 bA	5534 bB	7187 bA	3647 bC	4038 cC	4038 bC	4642 aB
8	7948 aA	7856 bA	7442 bA	7995 bA	5861 aB	6413 bB	6413 aB	5748 aB
9	6524 bB	8041 bB	7761 bB	9567 aA	5352 aC	4609 cC	4609 bC	3833 bC
10	6726 bA	6773 bA	8469 aA	7804 bA	5662 aB	6914 bA	691, aB	5553 bB
11	7548 aA	8425 bA	5696 bB	6990 bA	4842 bB	6007 bB	6007 bB	4452 bB
12	7963 aB	10305 aA	7056 bB	9506 aA	4446 bD	6010 bC	6010 bD	3728 bD

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Tabela 17A - Desdobramento das estimativas de *m+a* produtividade de grãos das interações híbridos dentro de cada ambiente, e de ambientes dentro de cada híbrido.

Híbridos	Muquém (2017/18)	UFLA(2017/18)	Muquém (2018/19)	UFLA(2017/19)
1	4058,90 aB	8114,33 aA	1956,36 aB	5418,24 aA
2	-631,53 bB	-320,73 bB	3508,74 aA	4975,93 aA
3	6042,35 aB	9403,30 aA	2463,44 aC	2258,65 bC
4	3444,32 aA	1000,33 bA	1882,75 aA	3419,78 aA
5	6028,91 aA	6892,05 aA	-2459,20 cC	479,09 bB
6	3349,71 aA	2446,64 bA	695,46 bA	3197,71 aA
7	978,73 bB	322,06 bB	3750,11 aA	5271,38 aA
8	3773,94 aA	4970,50 aA	4055,28 aA	4796,93 aA
9	4181,15 aA	1178,25 bB	-94,33 bB	-407,41 bB
10	4598,56 aB	7056,16 aA	2636,50 aB	2409,92 bB
11	2136,03 bA	3589,48 bA	3208,05 aA	1417,27 bA
12	929,88 bA	1715,31 bA	401,92 bA	-929,37 bA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 18A - Desdobramento das estimativas de *d* produtividade de grãos das interações híbridos dentro de cada ambiente, e de ambientes dentro de cada híbrido.

Híbrido	Muquém (2017/18)	UFLA(2017/18)	Muquém (2018/19)	UFLA(2017/19)
1	2311,56 aA	1035,83 bA	5068,84 aA	3616,53 bA
2	9105,84 aA	9974,80 aA	6326,04 aB	4855,55 bB
3	1124,31 aB	18,09 bB	6360,42 aA	6979,31 aA
4	5574,35 aA	9129,81 aA	4661,59 aA	5754,90 bA
5	741,11 aB	2749,25 bB	11388,74 aA	8980,37 aA
6	3271,62 aA	6927,73 aA	6224,64 aA	4318,71 bA
7	5336,95 aA	7433,41 aA	1784,48 aB	1916,27 bB
8	4174,98 aA	2886,15 bA	3386,75 aA	3198,96 bA
9	2343,24 aB	6863,17 aA	7855,98 aA	9974,74 aA
10	2128,03 aB	-282,76 bB	5833,23 aA	5394,16 bA
11	5412,30 aA	4836,50 aA	2488,87 aA	5573,36 bA
12	7033,24 aA	8590,56 aA	6654,08 aA	10435,59 aA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Tabela 19A - Desdobramento das estimativas de *m+a* altura de plantas das interações híbridos dentro de cada ambiente, e de ambientes dentro de cada híbrido.

Híbridos	Muquém(2017/18)	UFLA(2017/18)	Muquém(2018/19)	UFLA(2017/19)
1	1,33 bB	1,79 bA	1,75 aA	1,79 aA
2	0,91 cB	1,12 cB	1,63 aA	1,98 aA
3	1,58 aB	2,25 aA	0,88 aC	1,27 aB
4	0,93 cB	1,74 bA	1,53 aA	1,77 aA
5	1,73 aB	2,15 aA	1,43 aB	1,64 aB
6	1,78 aA	1,84 bA	1,64 aA	1,72 aA
7	1,69 aA	2,09 aA	1,60 aA	1,73 aA
8	1,37 bB	1,93 bA	1,45 aB	1,67 aA
9	2,10 aA	2,40 aA	1,38 aB	1,29 aB
10	1,83 aA	2,01 bA	1,80 aA	1,76 aA
11	1,91 aB	2,22 aA	1,57 aB	1,79 aB
12	1,49 aB	2,21 aA	1,88 aB	2,24 aA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Tabela 20A - Desdobramento das estimativas de *d* altura de plantas das interações híbridos dentro de cada ambiente, e de ambientes dentro de cada híbrido.

Híbridos	Muquém (2017/18)	UFLA(2017/18)	Muquém (2018/19)	UFLA(2017/19)
<b>1</b>	0,78 bA	0,49 bA	0,55 bA	0,68 aA
<b>2</b>	1,19 aA	1,26 aA	0,75 bB	0,49 bB
<b>3</b>	0,31 cB	-0,13 cB	1,62 aA	1,26 aA
<b>4</b>	1,28 aA	0,62 bA	0,79 bA	0,86 aA
<b>5</b>	0,19 cB	0,19 cB	1,01 bA	0,85 aA
<b>6</b>	0,02 cA	0,25 cA	0,42 bA	0,47 bA
<b>7</b>	0,00 cA	-0,21 cA	0,21 bA	0,23 bA
<b>8</b>	0,60 bA	0,13 cA	0,81 bA	0,53 bA
<b>9</b>	-0,28 cB	-0,29 cB	0,75 bA	0,98 aA
<b>10</b>	-0,01 cA	-0,01 cA	0,40 bA	0,38 bA
<b>11</b>	-0,04 cB	-0,10 cB	0,66 bA	0,38 bA
<b>12</b>	0,67 bA	0,16 cA	0,36 bA	0,10 bA

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).