



**CESAR ELIAS BOTELHO**

**ALTERNATIVAS PARA ATENUAR O EFEITO DA  
PERDA DE PLANTAS EM PARCELAS  
EXPERIMENTAIS DE CAFEEIROS ARÁBICA**

**LAVRAS - MG  
2020**

**CESAR ELIAS BOTELHO**

**ALTERNATIVAS PARA ATENUAR O EFEITO DA PERDA DE PLANTAS EM  
PARCELAS EXPERIMENTAIS DE CAFEIROS ARÁBICA**

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

Prof<sup>a</sup>. Flávia Maria Avelar Gonçalves  
Orientadora

Dr. Vinícius Teixeira Andrade  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2020**

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

Botelho, Cesar Elias.

Alternativas para atenuar o efeito da perda de plantas em  
parcelas experimentais de cafeeiros arábica / Cesar Elias Botelho. -  
2020.

48 p. : il.

Orientador(a): Flávia Maria Avelar Gomes.

Coorientador(a): Vinícius Teixeira Andrade.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de  
Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. *Coffea arabica*. 2. Correção de estande. 3. Efeito  
compensatório. I. Gomes, Flávia Maria Avelar. II. Andrade,  
Vinícius Teixeira. III. Título.

**CESAR ELIAS BOTELHO**

**ALTERNATIVAS PARA ATENUAR O EFEITO DA PERDA DE PLANTAS EM  
PARCELAS EXPERIMENTAIS DE CAFEIROS ARÁBICA**

**ALTERNATIVES TO MISS THE EFFECT OF PLANT LOSS IN EXPERIMENTAL  
PLOTS OF ARABIC COFFEE MAKERS**

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

APROVADO em 06 de novembro de 2020.

Dr. José Airton Nunes

UFLA

Dr. Antônio Carlos Baião de Oliveira

EMBRAPA

Prof<sup>a</sup> Flávia Maria Avelar Gonçalves  
Orientadora

Dr. Vinícius Teixeira Andrade  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2020**

*A Deus, pela vida e por me dar condições para mais esta conquista.*

*Agradeço*

*À minha esposa Deila e aos meus filhos, Plínio, Áurea e Arthur, pela compreensão e amor.*

*Aos meus pais, Francisco e Tereza, pelo esforço, educação e carinho.*

*A todos os familiares e amigos, pelo companheirismo,*

*Ao Dr. Antônio Alves Pereira (Tônico), pela dedicação a pesquisa.*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Genética e Melhoramento de plantas, por possibilitarem a realização do Mestrado Profissional.

À Empresa de Pesquisas Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela concessão dos experimentos que foram avaliados neste trabalho.

À Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig), pelo apoio ao Mestrado Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Café (INCTCafé), CNPq e FAPEMIG, pelo financiamento dos projetos de pesquisa conduzidos na Epamig.

À professora Flávia Maria Avelar Gonçalves (orientadora), pela orientação e amizade.

Ao Dr. Vinícius Teixeira Andrade (coorientador), pelas contribuições e amizade.

Aos alunos de Iniciação Científica, Mestrado, Doutorado e Pós-doutorado e demais bolsistas do Programa de Melhoramento do Cafeeiro – Epamig Sul, pelo convívio, contribuições e amizade.

Muito obrigado!

## RESUMO

Muitos são os questionamentos acerca da metodologia empregada na avaliação de progênies de café (*Coffea arabica*), e, um deles, é como a ocorrência de perda de plantas nas parcelas experimentais afeta a seleção e como proceder diante de tal situação. O efeito compensatório da cultura é outra questão a ser considerada, pois em caso de falhas na parcela, na planta adjacente, a falha geralmente apresenta maior produção devido a menor competição. Desta forma, os objetivos do presente trabalho foram determinar a magnitude do efeito compensatório na cultura do café; verificar a necessidade de correção para número de falhas em experimentos de cafeeiro e; determinar a melhor forma de realizar essa correção. Para análises foram utilizados dados de produção de seis colheitas (2001 a 2006) de 11 experimentos de cafeeiro conduzidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). Nesses experimentos foram avaliadas progênies em gerações segregantes e linhagens dos grupos Mundo Novo, Catuaí e Icatu. Os experimentos foram implantados em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, e as parcelas experimentais constituídas por seis plantas, na ausência de falhas. Os métodos de ajuste de estande avaliados foram: Sem Correção, Regra de Três, Zuber (1942), Vencovsky e Cruz (1991), Covariância pelo estande ideal ou médio e a metodologia proposta por Cruz (1971). As estimativas da média, desvio padrão da média, p valor, critério de informação bayesiano, acurácia, correlação genética e índice de coincidência foram utilizadas para verificar a magnitude da influência de cada método, em relação aos dados sem correção. Existe efeito compensatório na cultura do cafeeiro e que apresenta variação entre grupos de genótipos, locais e anos. A correção de estande é vantajosa em experimentos de competição de genótipos na cultura do café, sendo que as metodologias de covariância, utilizando-se estande médio ou ideal, apresentaram os melhores resultados, seguidos da metodologia proposta por Cruz (1971). Os métodos de Regra de Três e Zuber (1942) não tiveram resultados satisfatórios, não sendo recomendados para correção de estande em experimentos de competição de genótipos na cultura do cafeeiro.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Correção de estande. Efeito compensatório.

## ABSTRACT

There are many questions about the methodology used in the evaluation of coffee (*Coffea arabica*) progenies, and one of them is how the occurrence of plant loss on experimental plots affects selection. The compensatory effect of crop cultivation is another issue that needs to be considered, because in the event of plant failure in the plot, the plant adjacent the failure usually shows a higher production yield, owing to less competition. Thus, this study aimed to determine the magnitude of compensatory effect on coffee crop, verify the need for correction for the number of failures in coffee tree experiments, and determine the best to perform the correction. Production data from 6 crops (2001–2006) from 11 coffee experiments conducted by the Agricultural Research Company of Minas Gerais (EPAMIG), Brazil, were used for analysis. In these experiments, progeny in segregated generations and of the ‘Mundo Novo,’ ‘Catuaí,’ and ‘Icatu’ groups were evaluated. The experiments were implemented in a randomized block design with four replicates, and the experimental plots consisted of 6 plants with no failures. The methods for evaluating stand adjustment were as follows: no correction, rule of three, Zuber (1942), Vencovsky and Cruz (1991), covariance by the ideal or medium stand methods, and the methodology proposed by Cruz (1971). The estimates of the mean, standard deviation of the mean, p value, Bayesian information criterion, accuracy, genetic correlation, and index of coincidence were used to verify the magnitude of the effect of each method in relation to the data without correction. There is a compensatory effect on the cultivation of coffee tree and it varies between genotype groups, sites, and years. Stand correction is advantageous in experiments of genotype competition in coffee cultivation, and in this study, covariance methodologies using a medium or ideal stand showed the best results, followed by the methodology proposed by Cruz (1971). The rule of three and Zuber (1942) methods did not provide satisfactory results and thus are not recommended for stand correction in experiments of genotype competition in coffee cultivation.

Keywords: *Coffea arabica*. Stand correction. Compensatory effect.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Relação dos experimentos, locais e número de genótipos (NG).....	18
Tabela 2 -	Relação dos experimentos, locais, porcentagem de falhas (%) e significância (p valor) para o número de falhas nas parcelas.....	22
Tabela 3 -	Relação dos experimentos, locais, média geral ( $\bar{Y}_{...}$ ) e coeficiente de regressão linear (b). .....	23
Tabela 4 -	Relação dos experimentos, locais e fatores de compensação (a) para experimento e ano de colheita.....	24
Tabela 5 -	Média geral dos experimentos em função da metodologia de ajuste e incremento em relação à média esperada (% incremento).....	27
Tabela 6 -	Estimativas critério de escolha bayesiano (BIC), p valor, acurácia ( $r_{gg}$ ), correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos progênes de café Icatu x Catimor F4 ajustados por diferentes métodos de correção no município de Campos Altos. ....	29
Tabela 7-	Estimativas da acurácia ( $r_{gg}$ ), (BIC), p valor, correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos progênes de café Mundo Novo x Catuaí F4 ajustados por diferentes métodos de correção nos municípios de Campos Altos, Capelinha e Três Pontas.....	31
Tabela 8 -	Estimativas da acurácia ( $r_{gg}$ ), (BIC), p valor, correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos genótipos de café Icatu ajustados por diferentes métodos de correção nos municípios de Campos Altos e Capelinha. ....	34
Tabela 9 -	Estimativas da acurácia ( $r_{gg}$ ), (BIC), p valor, correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos genótipos de café Mundo Novo ajustados por diferentes métodos de correção nos municípios de Campos Altos e Capelinha. ....	36

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Experimentação na agricultura.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Metodologias de correção de estande em experimentação agrícola.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b>Efeito compensatório .....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Materiais e local de avaliação .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Análises dos dados .....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Efeitos das falhas nos experimentos .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2</b>	<b>Impactos do número de falhas na seleção de progênies .....</b>	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o café desponta-se como uma das mais importantes *commodities* brasileiras. Ao longo de toda a sua cadeia produtiva, o café é responsável por gerar renda e emprego. Além da importância interna da atividade, no contexto do comércio internacional o Brasil é o maior exportador mundial do produto, sendo uma importante geradora de divisas para o país. O sucesso da cafeicultura brasileira é vinculado aos ganhos obtidos pelos programas de melhoramento da cultura, principalmente em relação a produtividade.

Nos programas de melhoramento, a etapa de avaliação de progênes é a mais onerosa e demorada. Os experimentos devem ser conduzidos com o maior rigor e precisão possível para que tenham menor erro e, no caso de experimentos de competição de genótipos, as diferenças fenotípicas representem as genotípicas. A magnitude do erro experimental está diretamente relacionada com o sucesso na experimentação agrícola e no melhoramento de plantas. Vários fatores afetam a precisão em experimentos, como a heterogeneidade do solo, ataque de pragas e doenças, tamanho da parcela, delineamento utilizado, número de repetições e o número de plantas na parcela (RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2005).

Muitos são os questionamentos acerca da metodologia empregada na avaliação de progênes de café e alguns deles não tiveram atenção por parte dos pesquisadores, como por exemplo, a ocorrência de perda de plantas nas parcelas experimentais, e o quanto essa perda afeta a seleção. Essas perdas ocorrem por diversos fatores tais como problemas na formação das mudas, estiagem logo após o plantio, incidência de pragas e doenças, excesso de plantas daninhas e danos mecânicos nas operações de manejo do experimento. As perdas de plantas resultam em falhas que são, possivelmente, um dos fatores responsáveis pela redução da precisão experimental. Desta forma, é necessário mensurar o efeito de falhas em parcelas experimentais e o emprego de metodologias que possam atenuar seu efeito para a melhoria da acurácia das estimativas dos parâmetros genéticos (CRUZ; CARNEIRO, 2000).

Na literatura, vários procedimentos de correção de estande são citados. Um método bastante simples é o da regra de três, na qual supõe-se existir proporcionalidade entre o rendimento e o número de plantas na parcela experimental. No entanto, esta proporcionalidade nem sempre ocorre, acarretando, em geral, em superestimativa da produtividade dos genótipos sob avaliação (VENCOVSKY; CRUZ, 1991). Um segundo método foi proposto por Zuber (1942) com o objetivo de corrigir o erro da Regra de Três, contudo, apresenta limitações, uma vez que não leva em consideração, no ajuste, a disposição de falhas no campo, e o coeficiente de compensação pela falta de competição é padronizado em 0,3. Outros métodos utilizados e,

em muitos casos, com eficiência, são os que utilizam a análise de covariância, em que se assume como covariável, o estande final da parcela. As metodologias propostas Cruz (1971); Vencovsky e Cruz (1991), também têm sido utilizadas com eficiência.

O efeito compensatório da cultura é outra questão a ser considerada, pois em caso de falhas na parcela, sabe-se que existe o efeito de compensação, ou seja, a planta adjacente à falha, geralmente apresenta maior produção devido a menor competição por água, nutrientes e luz. O efeito compensatório é bastante comum e os resultados variam entre as culturas (VENCOVSKY; CRUZ, 1991; VERONESI *et al.*, 1995). Na cultura do cafeeiro provavelmente existe o efeito compensatório, no entanto, não há relatos na literatura de como este efeito afeta a precisão experimental.

Portanto, este trabalho teve como objetivos, determinar a magnitude do efeito compensatório na cultura do café; verificar a necessidade de correção para número de falhas em experimentos de cafeeiro e; determinar qual a melhor forma de realizar essa correção.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Experimentação na agricultura

Para culturas perenes como o cafeeiro, o melhorista deve atentar para o uso de técnicas experimentais adequadas que possibilitem minimizar o erro experimental. Prejuízos ocasionados pela inadequação de qualquer uma das técnicas só serão verificados após vários anos e podem resultar em perda de eficiência no processo de seleção, resultando em atraso da obtenção de progênies e/ou novas cultivares. Os experimentos de campo, visam avaliar de forma comparativa os materiais genéticos, podendo estes serem oriundos de estágios iniciais de melhoramento ou de genótipos em fase de liberação para plantio comercial.

Para melhor acurácia na seleção de famílias e/ou clones superiores é necessário obter uma boa precisão experimental na condução de experimentos e, para isso, devem ser empregados todos os princípios básicos da experimentação agrícola que foram propostos por Fisher, no início do século XX, ou seja: casualização, repetição e controle local (BERTOLUCCI; RAMALHO; DUARTE, 1991; RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2005). Desta forma, o conhecimento das principais fontes que possam causar erro experimental é fundamental para que elas sejam evitadas. Dentre essas fontes pode-se citar a heterogeneidade do material experimental, heterogeneidade do solo, tamanho e forma da parcela, delineamento adotado, número de repetições e desuniformidade do estande, além das possíveis interações entre os genótipos e os ambientes aos quais eles estão submetidos. Depreende-se que, todos os fatores, controláveis ou não, que afetam o erro, devem ser observados pelos melhoristas, visando ampliar a eficiência do processo seletivo. Algumas publicações relatam com detalhes alguns destes fatores (FEHR, 1987; PETERSEN, 1994; KEMPTON, 1997; STEEL; TORRIE; DICKEY, 1997; RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2005).

Outro fator que pode comprometer a precisão experimental é a perda de plantas na parcela, fato que resulta na desuniformidade do estande, sendo um dos problemas na análise dos dados e interpretação dos resultados experimentais. A perda de plantas tem maiores consequências em culturas perenes, visto que os erros podem ser cumulativos e perpetuarem durante toda a condução do ensaio (ANDRADE *et al.*, 2006).

## 2.2 Metodologias de correção de estande em experimentação agrícola

Uma alternativa para atenuar os efeitos da perda de plantas na parcela é a utilização de metodologia de correção de estande. Há na literatura, vários procedimentos eficientes de correção de estande. Uma metodologia bastante simples é a regra de três, na qual supõe-se existir proporcionalidade entre o rendimento e o número de plantas na parcela experimental. Contudo, a proporcionalidade nem sempre ocorre, acarretando então, superestimativa da produtividade de grãos dos genótipos sob avaliação (VENCOVSKY; CRUZ 1991). Uma das primeiras metodologias propostas, com o intuito de corrigir esse erro foi a descrita por Zuber (1942). Na expressão, o autor acrescenta 70% do rendimento médio por planta, para cada falha, e considera que 30% são recuperadas pelas plantas remanescentes. Embora utilizada com frequência pelos melhoristas, a metodologia de Zuber (1942) apresenta limitações, pois não leva em consideração, no ajuste, a disposição de falhas no campo e o coeficiente de compensação pela falta de competição, que é padronizado em 0,3. Esse coeficiente frequentemente pode ser alterado como, por exemplo, na avaliação de tratamentos genéticos, com diferentes estruturas genótípicas, ou na condução de ensaios em diferentes ambientes (VENCOVSKY; CRUZ 1991; VERONESI *et al.*, 1995). Com o objetivo de corrigir esse erro, Vencovsky e Cruz (1991) propuseram uma modificação na expressão de Zuber (1942): a substituição do fator 0,3 por um coeficiente de compensação médio estimado a partir dos dados experimentais.

As metodologias que empregam a covariação têm sido frequentemente utilizadas. Neste caso, o ajuste de estande é realizado por um modelo linear, que pressupõe que a variação de rendimento de todos os tratamentos possa ser quantificada por um mesmo coeficiente de regressão ( $b$ ). No caso da covariância pode ser utilizado o estande ideal, ou estande médio do experimento. No entanto, tem-se realizado a correção, utilizando-se a covariância para estande ideal, por permitir a estabilização dos valores ajustados ao redor do estande ideal, que deve ser comum a todos os ensaios (VENCOVSKY; CRUZ, 1991; VERONESI *et al.*, 1995).

Segundo Steel, Torrie e Dickey (1997), a correção não deve ser empregada quando as diferenças entre tratamentos para o estande final por parcela, forem significativas. No entanto, Schmildt *et al.* (2001) consideram inapropriado e pouco preciso não realizar a correção do rendimento nos casos de constatação de diferença estatística pelo teste F, para as médias dos genótipos com relação ao estande final por parcela. Porém, os autores ressaltam que não é adequado realizar a correção do rendimento das parcelas por um valor fixo do coeficiente de regressão residual. Dessa maneira, propuseram uma metodologia denominada correção

estratificada (CE), a qual é baseada na correção pela análise de covariância para estande ideal, utilizando coeficiente de regressão linear (b) para cada grupo de genótipos. Os autores sugerem que os grupos podem ser estabelecidos arbitrariamente por algum critério de otimização e, no trabalho, estabeleceram os grupos utilizando o método de agrupamento de Scott e Knott (1974).

Com o objetivo de avaliar a influência da perda de plantas na quantificação da produtividade, bem como a comparação de métodos de correção de estande para a cultura do feijoeiro, foram conduzidos dois ensaios com simulação de diferentes proporções de falhas na parcela experimental. Foram avaliados o número de vagens por planta, produção de grãos por planta e produtividade. Verificou-se que a correção de estande pela expressão que utiliza o coeficiente linear é eficiente para corrigir dados da produção de grãos e seus componentes. A expressão proposta por Zuber (1942) também foi eficiente para produção de grãos desde que se utilize um fator de correção apropriado (FERNANDES; RAMALHO; LIMA, 1989).

Visando avaliar o ajuste do rendimento pela variação do estande em experimentos de feijão e propor procedimento para ajustamento por análise de covariação Pianna, Silva e Antunes (2007) analisaram dados de experimentos de 33 ambientes do Ensaio Estadual de Feijão do Rio Grande do Sul. Foram realizadas análises de variação e de covariação de rendimento e de estande em cada ambiente. A partir dos dados originais foram aplicados quatro modelos de ajuste de dados: sem ajuste para a variação do estande; com ajuste para o estande médio geral; com ajuste para os estandes médios dos genótipos e; com ajuste para os estandes médios dos grupos de genótipos. Os autores observaram que em 70% dos ambientes ocorreu efeito linear ou quadrático significativo de estande sobre rendimento e, em 85%, efeito significativo de genótipo sobre estande. Também constataram que o efeito compensatório ocorreu com diferentes intensidades nos ambientes estudados. Além disto, o ajuste do rendimento para a variação do estande, considerando o efeito de genótipos sobre o estande, é importante em ensaios de melhoramento do feijão.

Vencovsky e Cruz (1991) compararam sete alternativas de correção da produção na cultura do milho (sem ajuste; regra de três; fórmula de Zuber (1942); análise de covariância pelo estande médio; análise de covariância pelo estande ideal; análise de covariância segundo modelo proposto por Cruz (1971), e um método proposto pelos autores, que utiliza o efeito compensatório médio do ensaio). Os dados foram obtidos por simulação e tomando por base as estimativas médias dos parâmetros comumente encontrados em ensaios da cultura. Foram geradas reduções de 18%, 26% e 34% no estande ideal que era de 25 plantas por parcela. O modelo proposto por Cruz (1971) foi considerado o mais eficiente, pois obteve a menor soma

de quadrados dos desvios entre as médias dos tratamentos, parâmetro utilizado pelos autores para comparação dos métodos.

Também na cultura do milho, Veronesi *et al.* (1995) compararam cinco métodos de ajuste do rendimento de parcelas com estandes variados em 19 experimentos. Os autores verificaram que os métodos da covariância pelo estande ideal e o método proposto por Vencovsky e Cruz (1991) proporcionaram os melhores resultados de adequação de ajuste.

Storck *et al.* (2000), utilizaram dados de 313 ensaios de competição de cultivares de milho, no estado do Rio Grande do Sul, nos anos de 1993 a 1996, para avaliar a viabilidade da utilização da análise de covariância como forma de reduzir o erro experimental. Os autores compararam a eficiência da análise, com e sem covariância, por meio de uma estatística denominada HD, que é igual a amplitude entre as médias estimadas das cultivares, dividida pelo valor da diferença mínima significativa (DMS) obtida pelo teste de Tukey. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que a análise de covariância elevou a estimativa da estatística HD de 4,7 para 19,5 melhorando significativamente a qualidade dos ensaios, pois, segundo os autores, quanto maior o valor da estimativa da DH, melhor a qualidade do ensaio.

Schildt *et al.* (2001), em estudo de determinação de método de correção de estande mais adequado para dados de produtividade na cultura do milho, utilizaram dados de 33 cultivares, em oito ambientes. Os métodos avaliados foram: sem correção, regra de três, método proposto por Zuber (1942), covariância de estande médio, covariância de estande ideal, o método proposto por Cruz (1971), o método proposto por Vencovsky e Cruz (1991), e o proposto pelos autores, que consiste na correção estratificada com base no agrupamento de cultivares, para a característica estande, pelo teste de Scott e Knott. De acordo com os resultados, os métodos correção estratificada, e o de Vencovsky e Cruz (1991) foram mais adequados para essa correção, pois apresentaram baixos valores de coeficiente de variação e altos valores de F. Adicionalmente, verificaram que os métodos de regra de três e o proposto por Cruz (1971) apresentaram as maiores médias de produção, fato que resulta na superestimativa do valor real da produção média.

Em estudo com a cultura do eucalipto visando determinar a capacidade das plantas adjacentes às falhas em compensar, em parte ou totalmente, as ausentes, e se essa compensação varia com o clone utilizado e as condições edafoclimáticas. Andrade *et al.* (2006) conduziram um experimento, em dois municípios da região noroeste do estado de Minas Gerais. Nesse estudo, as parcelas foram constituídas por sete diferentes clones e a subparcela, pelo número variável de plantas no estande, em função do porcentual de falha. Os autores concluíram que o



uso da regressão é uma alternativa eficiente para correção de estande e para melhorar a precisão na escolha de genótipos de eucalipto, independente do clone e do local.

Silva *et al.* (2014) compararam oito métodos de análises de correção na cultura do sorgo granífero. Os experimentos eram constituídos de 25 híbridos e avaliados em sete ambientes e tinham estandes variáveis entre os locais. Os métodos testados foram: Sem correção; Correção com regra de três; Correção pela fórmula proposta por Zuber (1942); Correção pela covariância com o estande médio; Correção pela covariância com a população ideal; correção utilizando-se a análise de covariância estimada segundo modelo proposto por Cruz (1971); Correção por um fator de compensação estimado a partir dos dados experimentais, segundo o modelo proposto por Vencovsky e Cruz (1991); e Correção estratificada, proposta por Schmildt *et al.* (2001). Os autores concluíram que a correção pela covariância com estande médio e com estande ideal, e o método proposto por Vencovsky e Cruz (1991) foram mais eficientes com relação à redução do coeficiente de variação, porém, essas diferenças não foram expressivas, e que os métodos de correção regra de três, Zuber (1942) e Cruz (1971) aumentaram os coeficientes de variação e a interação híbridos x locais.

### **2.3 Efeito compensatório**

O objetivo de identificar o melhor procedimento de ajuste de estande nas diversas situações experimentais, apresenta dificuldades em face do desconhecimento da capacidade compensatória média real dos genótipos avaliados (VENCOVSKY; CRUZ, 1991). O efeito compensatório de uma espécie pode ser explicado quando a menor quantidade de indivíduos por área é compensada pela maior produção por planta, obtendo ao final, o mesmo resultado em termos de produção por área ou unidade experimental.

O efeito compensatório tem sido estudado, sendo que ele ocorre para muitas espécies, mas depende de local e do grupo de genótipos estudados. Para Veronesi *et al.* (1995), a compensação de produção das plantas para uma mesma cultura varia de experimento para experimento, mas é importante ser mensurada, pois auxilia no ajuste do estande, bem como para conhecimento dessa característica genética. Os autores avaliaram métodos de correção de estande em experimentos com 49 cultivares de milho em 19 ambientes, e quantificaram coeficientes de compensação variando entre 0,256 a 1,097, demonstrando a influência do ambiente na resposta das cultivares. Morais, Oliveira e Cruz (1986) trabalhando com duas cultivares de milho, verificaram acréscimos médios de 28,5% na produção das plantas vizinhas às falhas devido, provavelmente, à ausência de competição entre plantas, evidenciando a

capacidade compensatória da produção dos genótipos de milho em estudo na presença de falhas na parcela experimental.

Em trabalho com eucalipto visando determinar se as plantas adjacentes às falhas são capazes de compensar em parte ou totalmente as ausentes, e se essa compensação varia com o clone e as condições edafoclimáticas, Andrade *et al.* (2006) conduziram experimentos nos Municípios de Paraopeba e Bocaiúva, no estado de Minas Gerais. Foram adotados cinco diferentes níveis de falha (10, 20, 30, 40 e 50%). Para a simulação das falhas, foi realizado um sorteio prévio das plantas a serem eliminadas em cada situação. Os autores verificaram que há efeito compensatório para o volume de madeira, mas, que este efeito depende dos genótipos e das condições edafoclimáticas. Também verificaram que independentemente do clone e do local, a correção do estande por regressão foi eficiente para efetuar a seleção dos clones, sendo superior com os dados de total de parcela

Diversos trabalhos relatam a capacidade de compensação de plantas de feijoeiro para a produção (ADAMS *et al.*, 1967; FERNANDES *et al.*, 1989; RIBEIRO *et al.*, 2004a). Fernandes, Ramalho e Lima (1989) verificaram efeito compensatório com até 50% de perda de plantas nas parcelas experimentais. Já Ribeiro *et al.* (2004a) encontraram compensação no rendimento de grãos de cultivares de feijão de diferentes hábitos de crescimento mesmo que haja redução a níveis extremos (60%) de plantas na parcela. De acordo com os autores, essa compensação ocorre devido ao maior número de vagens e de grãos por planta. Isso é possível, pois maior número de ramificações nas plantas pode ser verificado e o diâmetro do colmo, normalmente torna-se mais espesso, suportando então, a maior produção de grãos por planta individual.

Com o objetivo de identificar a percentagem máxima possível de redução na densidade de plantas recomendada, em três cultivares de feijão de diferentes hábitos de crescimento, sem que haja diminuição da precisão experimental, Ribeiro *et al.* (2004 b) realizaram experimentos durante os anos agrícolas de 2001/02 e de 2002/03. Foram simuladas cinco situações (0%, 20%, 40%, 60% e 80% de redução). Os resultados obtidos evidenciaram que as pressuposições da análise de variância (independência, homogeneidade de variâncias, aditividade e normalidade) foram atendidas nas cinco simulações de redução de densidade de plantas. A precisão experimental foi alterada com as mudanças dos níveis de redução da densidade de plantas dentro, e entre anos agrícolas, evidenciando maior precisão experimental para ensaios sem redução na densidade de plantas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Materiais e local de avaliação

Para análises foram utilizados dados de produção de seis colheitas (2001 a 2006) em quilograma ou litros por parcela de experimentos de cafeeiro (*Coffea arabica*) conduzidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). Os 11 experimentos utilizados foram instalados nos municípios de Três Pontas-MG, Campos Altos-MG, São Sebastião do Paraíso-MG e Capelinha-MG. Nesses experimentos foram avaliadas progêneses F<sub>4</sub> do cruzamento de ‘Icatu’ x ‘Catimor’ e de Mundo Novo x Catuaí, e experimentos de linhagens do grupo Mundo Novo, do Catuaí e do Icatu (TABELA 1). Todos os experimentos foram implantados em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições sendo a parcela experimental constituída por seis plantas, na ausência de falhas.

Tabela 1 - Relação dos experimentos, locais e número de genótipos (NG).

Identificação	Progêneses/Linhagens	Local	NG
IxC-CA	Icatu x Catimor	Campos Altos	30
IxC-S	Icatu x Catimor	São Sebastião do Paraíso	30
MxC-TP	MundoNovo x Catuaí	Três Pontas	42
MxC-CA	Mundo. Novo x Catuaí	Campos Altos	25
MxC-CP	Mundo. Novo x Catuaí	Capelinha	25
ICT-CA	Icatu	Campos Altos	15
ICT-CP	Icatu	Capelinha	15
MN-TP	Mundo. Novo	Três Pontas	35
MN-CA	Mundo. Novo	Campos Altos	35
MN-CP	Mundo. Novo	Capelinha	35
CAT-CP	Catuaí	Capelinha	20

Fonte: Do autor (2020).

#### 3.2 Análises dos dados

Quando foram detectadas diferenças significativas pelo teste de F entre tratamentos para o estado final por parcela, a correção não foi empregada, seguindo a recomendação de Steel e Torrie (1980).

Foram realizadas as análises considerando a média das seis colheitas, e no esquema subdividida no tempo, considerando colheitas individualizadas e o agrupamento por biênios. A análise considerando a média foi realizada por meio do procedimento PROC MIXED do programa SAS ® (LITTELL, 2006). O modelo estatístico utilizado foi o modelo a seguir (EQUAÇÃO 1).

$$y_{ij} = m + b_j + p_i + e_{ij} \quad (1)$$

em que:

$y_{ij}$ : observação da ij-ésima parcela no bloco j que recebeu a progênie i;

$m$ : constante associada a todas as observações;

$b_j$ : efeito fixo do o j-ésimo bloco;

$p_i$ : efeito aleatório da i-ésima progênie, sendo  $p_i \sim \text{NMV}(0, \sigma_p^2)$ ;

$e_{ij}$ : efeito aleatório do erro experimental associado à observação da ij-ésima parcela, sendo  $e_{ij} \sim \text{NMV}(0, \sigma_e^2)$ .

Para a análise no esquema de parcelas subdivididas no tempo (STEEL; TORRIE; DICKEY, 1997), os agrupamentos dos dados foram as seis colheitas individuais, e em biênios, e para essa análise utilizou-se o seguinte modelo estatístico (EQUAÇÃO 2).

$$y_{ijq} = m + b_j + p_i + c_q + pb_{ij} + bc_{jq} + pc_{iq} + e_{ijq} \quad (2)$$

$y_{ijq}$ : observação da ijq-ésima parcela no bloco j na colheita q que recebeu a progênie i;

$m$ : constante associada a todas as observações;

$b_j$ : efeito fixo do o j-ésimo bloco;

$p_i$ : efeito aleatório da i-ésima progênie, sendo  $p_i \sim \text{NMV}(0, \sigma_p^2)$ ;

$c_q$ : efeito fixo da q-ésima colheita;

$pb_{ij}$ : efeito aleatório da ij-ésima interação progênie com bloco, sendo  $pb_{ij} \sim \text{NMV}(0, \sigma_{pb}^2)$ ;

$bc_{jq}$ : efeito fixo da jq-ésima interação bloco com colheita;

$pc_{iq}$ : efeito aleatório da iq-ésima interação progênie com colheita, sendo  $pc_{iq} \sim \text{NMV}(0, \sigma_{pc}^2)$ ;

$e_{ijq}$ : efeito aleatório do erro experimental associado à observação da ijq-ésima parcela, sendo  $e_{ijq} \sim \text{NMV}(0, \sigma_e^2)$ .

A partir das análises foram obtidas as estimativas da acurácia de acordo com Ramalho *et al.* (2012). Além disso, foram computadas as previsões E-BLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) dos valores genotípicos das progênies (LITTELL *et al.*, 2006).

Essas análises foram realizadas com os dados, passando ou não por ajuste do rendimento na produção em função da variável estande. Sete procedimentos de ajuste foram analisados,

sendo que nas expressões de ajuste  $Z_{ij}$ , representa o rendimento corrigido e  $Y_{ij}$ , representa a produção observado nas parcelas com estande real ( $X_{ij}$ ).

- i) Ausência de ajustes (SA): os dados de produção de grãos são submetidos a análise desconsiderando a perda de plantas na parcela. Neste caso  $Z_{ij} = Y_{ij}$ ;
- ii) Ajuste por regra de três (Reg3): os dados de produção de grãos são corrigidos pela expressão  $Z_{ij} = Y_{ij} \left( \frac{H}{X_{ij}} \right)$ , em que: H é o estande ideal, no caso seis plantas;
- iii) Ajuste pela metodologia de Zuber (1942) (Z42): os dados de produção de grãos são corrigidos pela expressão  $Z_{ij} = Y_{ij} \frac{[(H-a)(H-X_{ij})]}{X_{ij}}$ , em que: a é o coeficiente de compensação por ausência de competição, no caso  $a = 0,3$ ;
- iv) Ajuste pela metodologia de Vencovsky e Cruz (1991) (V&C91): os dados de produção de grãos são corrigidos pela expressão  $Z_{ij} = Y_{ij} \frac{[(H-a)(H-X_{ij})]}{X_j}$ , em que: a neste caso é o coeficiente de compensação que é estimado a partir dos dados do experimento;
- v) Ajuste pelo método de covariância, com correção para o estande ideal (CEI):  $Z_{ij} = Y_{ij} - b(X_{ij} - H)$ , em que: b é o coeficiente de regressão linear em função de  $Y_{ij}$ , estimado por procedimento descrito por Steel, Torrie e Dickey (1997);
- vi) Ajuste pelo método de covariância, com correção para o estande médio (CEM):  $Z_{ij} = Y_{ij} - b(X_{ij} - A)$ , em que: b é o coeficiente de regressão residual de  $Y_{ij}$ , estimado conforme procedimento descrito por Steel, Torrie e Dickey (1997) e A é o estande médio do experimento;
- vii) Ajuste pela metodologia de Cruz (1971) (C71): os dados de produção de grãos são corrigidos pela expressão  $Z_{ij} = Y_{ij} \left( \frac{H}{X_{ij}} \right) - c(H - X_{ij})$ , em que: c é o coeficiente de regressão residual da variável  $Y_{ij}$  corrigida pela regra de três, em função do número de falhas na parcela.

Para verificar qual metodologia seria a mais eficiente utilizou-se as magnitudes das estimativas dos parâmetros: média ( $\bar{Y}_{...}$ ), desvio padrão da média (s), critério de escolha bayesiano (BIC), p valor, acurácia seletiva ( $r_{gg}$ ). Os métodos mais indicados para a correção de estandes são aqueles que conferem menor interferência na média, menor s, menor estimativas do BIC, menores valores do p valor e maior estimativa da  $r_{gg}$ .

Com as estimativas dos E-BLUP obtidas em cada método de correção foi estimado o índice de coincidência (IC) para intensidade de seleção (IS) de 20%, ou seja, a proporção de progênies e/ou linhagens superiores com o mesmo comportamento para cada metodologia comparada com os dados sem ajuste. Para a estimativa do IC foi utilizada a metodologia proposta por Hamblin e Zimmermann (1986), na qual se considera o efeito do acaso,  $IC = \frac{A-C}{M-C} \times 100$ , em que  $C$  é número de progênies e/ou linhagens superiores selecionadas, devido ao acaso. Assume-se que o número de progênies e/ou linhagens superiores selecionado, tem uma proporção igual à intensidade de seleção coincida por acaso;  $A$  é número de progênies superiores selecionadas, comum aos diferentes métodos;  $M$  é número de progênies e/ou linhagens superiores selecionadas pelo método sem ajuste.

Por meio do proc CORR foram estimadas as correlações genéticas dos E-BLUP considerando cada método de ajuste e os dados sem correção.

O efeito compensatório foi obtido pela estimativa do coeficiente de compensação ( $a$ ), utilizando o estimador  $a = \frac{c}{\bar{y}}$ , em que  $c$  é o coeficiente de regressão linear obtido conforme proposto por Cruz (1971);  $\bar{y}$  é a produção média por planta obtida no experimento. Coeficiente de compensação igual a 1 ou superior é indicativo de efeito compensatório positivo na cultura

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Efeitos das falhas nos experimentos

Visando a obtenção de respostas do impacto do número de falhas nos testes de progênes de cafeeiro, foram utilizados dados do programa de melhoramento da EPAMIG, provenientes de 11 experimentos. Primeiramente, foi verificado se a fonte de variação falhas foi significativa, pois, não sendo, é indicativo que falhas ocorreram ao acaso e não devido aos genótipos. As porcentagens de falhas e a significância (p valor) são apresentados para cada um dos 11 experimentos (TABELA 2). As porcentagens de falhas por experimento variaram de 4,33 a 46,25%, sendo que a maior perda foi observada no ensaio de linhagens do grupo Catuaí.

Em duas situações, progênes Icatu x Catimor no Município São Sebastião do Paraíso e linhagens de Catuaí no município de Capelinha foram detectadas diferenças significativas entre os genótipos para o estande nas parcelas (TABELA 2), indicando que genótipos interferiram na perda de plantas, ou seja, não foi ao acaso. Nesse caso, a perda de plantas na parcela, possivelmente é devido a características genéticas como baixo vigor dos genótipos nas condições do estudo. Para essas situações não foram aplicadas metodologias de correção de estande como preconizado por Steel, Torrie e Dickey (1997).

Tabela 2 - Relação dos experimentos, locais, porcentagem de falhas (%) e significância (p valor) para o número de falhas nas parcelas.

Experimentos	Falhas (%)	p valor
IxC-CA	6,80	0,1573
IxC-S	14,72	0,0066
MxC-TP	22,88	0,2755
MxC-CA	4,33	0,3123
MxC-CP	12,83	0,8893
ICT-CA	13,61	0,6935
ICT-CP	26,67	0,1283
MN-TP	10,33	0,3961
MN-CA	18,22	0,6720
MN-CP	29,78	0,0802
CAT-CP	46,25	0,0105

Fonte: Do autor (2020).

O maior problema das falhas nos testes de progênes está relacionado à redução da produção pela planta ausente e a resposta das plantas adjacentes, que compensam em aumento de produção. Esse balanço entre a perda de produção, e a compensação, são determinados geneticamente e são dependentes do espaçamento de plantio e da disposição das falhas na

parcela. Para verificar estes efeitos foram estimados o coeficiente de regressão residual linear da produtividade com o número de plantas na parcela e o efeito compensatório pela perda das plantas.

Os coeficientes de regressão linear (b) médio para as seis colheitas, que nesse caso, medem a resposta na produção de café na parcela em função da alteração no número de plantas por parcela encontram-se na Tabela 3. As estimativas de b, de modo geral, foram expressivas. O experimento de progênes de Mundo Novo x Catuaí de Campos Altos apresentou estimativa de b negativa. Nesse caso, a cada falha resulta na diminuição de 1,066 quilos na parcela. Nos demais casos, valores das estimativas de b quantificados variaram entre 0,8782 a 1,9924, indicando, incremento de 3,64% a 14,08%, em relação à média de produção na parcela.

Tabela 3 - Relação dos experimentos, locais, média geral ( $\bar{Y}_{...}$ ) e coeficiente de regressão linear (b).

Experimentos	$\bar{Y}_{...}$	b
IxC-CA	19,2961	1,1065
MxC-TP	12,0297	1,6214
MxC-CA	25,6657	-1,066
MxC-CP	11,1157	0,8782
ICT-CA	25,9561	0,9451
ICT-CP	15,9113	1,6771
MN-TP	22,2174	1,9924
MN-CA	23,0306	1,7222
MN-CP	13,8533	1,9507
Média	19,1500	1,2031

Fonte: Do autor (2020).

Após a estimativa do coeficiente residual linear b, que indicou o efeito da alteração do número de plantas na parcela na produção, os cálculos do coeficiente de compensação, por ausência de competição (a) para cada experimento e ano de colheita foram realizados (TABELA 4). Os valores variam de -0,5259 a 6,6032, o que indica uma grande variação entre grupo de genótipos, locais, e, principalmente, entre anos, a exemplo do experimento linhagens de Mundo Novo em Três Pontas, em que as estimativas variaram de -0,0013 a 6,6032. Dentro de um mesmo experimento, nas diferentes colheitas, verificou-se que na média, a compensação aumenta com o decorrer do tempo até atingir um patamar de equilíbrio. A observação desses resultados parece ter sentido biológico, uma vez que a compensação acompanha o aumento produtivo natural dos cafeeiros que alcançam um ápice entre a sexta e oitava colheita, estabilizando sua produção bienal até o envelhecimento das plantas.



Tabela 4 - Relação dos experimentos, locais e fatores de compensação (a) para experimento e ano de colheita.

Experimentos	CL01	CL02	CL03	CL04	CL05	CL06	Média
IxC-CA	0,8918	1,3806	1,6157	1,2113	-0,0859	1,7236	1,1229
MxC-TP	2,7699	1,7743	2,8656	0,5595	1,7244	0,0731	1,6278
MxC-CA	0,9430	1,0168	2,7276	2,1378	0,7978	0,7419	1,3941
MxC-CP	-0,2401	1,1744	-0,1630	2,6638	0,9966	0,9943	0,9982
ICT-CA	0,3926	1,1143	0,4163	1,1631	0,1402	1,7548	0,8302
ICT-CP	0,4331	1,4770	0,5400	2,3966	1,2454	2,0351	1,3550
MN-TP	-0,5259	-0,0013	1,7810	0,400	6,6032	0,5259	1,2885
MN-CA	0,1970	0,8826	1,0987	1,0737	1,1037	0,0019	0,7263
MN-CP	-0,0544	1,0398	-0,0861	0,9423	1,7496	0,6704	0,7103
Média geral	0,5341	1,0953	1,3698	1,3942	1,5861	0,9467	1,1503

CL01: colheita 2001, CL02: colheita 2002, CL03: colheita 2003, CL04: colheita 2004, CL05: colheita 2005 e CL06: 2006

Fonte: Do autor (2020).

O fator de compensação (a) expressa a capacidade média de compensação da produção em função de cada falha presente na parcela. Estimativas iguais a unidade, ou superior, são indicativos de efeito compensatório positivo, uma vez que a correção na parcela é dada por 1-a (VENCOVSKY; CRUZ, 1991). Das 54 colheitas estudadas nesse trabalho, em 32 o coeficiente de compensação foi superior a um, sendo a média de 1,1503. Considerando esse conjunto de dados ser bastante representativo, possivelmente o cafeeiro tem capacidade significativa de compensação para ausência de plantas na parcela ou diminuição de estande.

O conhecimento do fator de compensação é de grande utilidade na experimentação, pois além de informar a necessidade do acréscimo no rendimento médio da parcela para cada planta perdida, ele indica o grau de recuperação do rendimento de uma lavoura quando há diminuição do estande inicial (VENCOVSKY; CRUZ, 1991). No caso de experimentos de competição no melhoramento genético, o fator de compensação fornece uma medida da recuperação do rendimento dos genótipos, sendo uma característica que deve ser observada pelo melhorista (VERONESI *et al.*, 1995). A variação observada era esperada, pois, além da variação entre os grupos de genótipos existem as diferenças nas respostas frente às mudanças no ambiente. Veronesi *et al.* (1995) observaram que a compensação de produção das plantas para uma mesma cultura varia entre os experimentos. Esses autores avaliaram métodos de correção de estande em experimentos com 49 cultivares de milho em 19 ambientes, e encontraram coeficientes de compensação variando entre 0,256 a 1,097, demonstrando a influência do ambiente na resposta das cultivares. Alguns autores encontraram a capacidade de compensação do feijoeiro para a produção (ADAMS, 1967; FERNANDES; RAMALHO; LIMA, 1989; RIBEIRO *et al.*, 2004a). Fernandes, Ramalho e Lima (1989) constataram efeito compensatório com até 50% de perda

de plantas nas parcelas experimentais. Já Ribeiro *et al.* (2004a) encontraram compensação, mesmo que haja redução a níveis extremos (60%) de plantas na parcela. De acordo com os autores, essa compensação ocorre devido ao maior número de vagens e de grãos por planta. Isso é perfeitamente possível, pois maior número de ramificações nas plantas pode ser observado e o diâmetro do colmo, normalmente, torna-se mais espesso, suportando maior produção de grãos por planta. Na cultura do eucalipto Andrade *et al.* (2006) verificaram que há efeito compensatório para o volume de madeira, que depende dos genótipos e das condições edafoclimáticas.

De maneira geral, os métodos de correção utilizados nesse estudo superestimaram as médias. A metodologia regra de três foi a que proporcionou a pior estimativa, em média superestimou esse parâmetro em 20,88% em relação aos dados originais, chegando a 34,05% no experimento de progênies de Mundo Novo x Catuaí em Três Pontas (TABELA 5). Esse procedimento é relatado por outros autores como inadequado, pois, pode superestimar o rendimento de diferentes tratamentos (ÁVILA; SÁNCHEZ, 1978; VENCOVSKY; CRUZ, 1991; VERONESI *et al.*, 1995). O método Zuber (1942) também não foi eficaz, pois superestimou as médias em 13,47%, considerando todos os ensaios. Por outro lado, as melhores estimativas da média foram obtidas com a correção realizada pela metodologia proposta por Vencovsky e Cruz (1991) com apenas 4,16% de acréscimos na média original, seguido da covariância pelo estande médio, com incremento em relação à média sem ajuste 4,51%. Trabalhando com a cultura do milho, Veronesi *et al.* (1995) compararam cinco métodos de ajuste da produtividade de parcelas com estandes variados. Os autores encontraram que o método da covariância pelo estande ideal proporcionou a melhor estimativa da média com variação de -2,2 a 2,2% do valor sem ajuste.

#### **4.2 Impactos do número de falhas na seleção de progênies**

Após a identificação de que as falhas alteram o padrão de resposta produtiva das plantas é necessário utilizar métodos que permitam realizar uma correta seleção. Com esse objetivo, foram testados seis métodos encontrados na literatura para corrigir os dados de produção dos genótipos de cafeeiro. Essas correções são utilizadas há tempos em outras espécies de plantas e verificou-se que podem ser úteis na experimentação do melhoramento genético do café. Para decidir qual correção utilizar foram estimados alguns parâmetros genéticos que impactam diretamente na seleção.

Adicionalmente, como o cafeeiro é uma planta perene e são realizadas várias colheitas no decorrer do tempo, o modo de análise dos dados foi levado em consideração. Comumente, os dados produtivos de cada ambiente são considerados nas análises como média de todas as colheitas, agrupando-se as colheitas em biênios ou em parcelas subdivididas no tempo, considerando colheitas individuais. Já foi comprovado que em experimentos balanceados, a seleção realizada com a média ou em parcelas subdivididas, tempo com colheitas individuais se equivalem, alterando apenas a precisão dos valores genéticos das progênes (ANDRADE *et al.*, 2016). No presente trabalho analisou-se os dados utilizando-se médias, biênios e com todas as colheitas em parcelas subdivididas no tempo, para se verificar as consequências da correção de dados em cada um desses esquema de análise.

A análise no esquema subdividida no tempo é bastante usual para dados de produção no melhoramento do cafeeiro. Esse procedimento justifica-se devido ao estudo da interação progênes x colheitas e do comportamento das progênes ao longo das colheitas, com possibilidade de identificar progênes precoces em relação à produção. Além disso, com a análise no esquema de parcela subdividida, é possível estimar a variância genética, livre da variância da interação progênes x colheitas. Quando a análise é realizada com base na produção total média, a variância genética é inflacionada porque contém a soma das variâncias de progênes e da interação progênes por colheitas (ALLARD, 1971). Dessa forma, é interessante usar a análise considerando colheitas ou algum agrupamento para aumentar a precisão da estimativa da variância genética e, conseqüentemente, melhorar a precisão da herdabilidade. O agrupamento em biênios é relatado por alguns autores como uma forma de melhorar a precisão experimental quando comparado com colheitas individuais. A melhora na precisão é atribuída à redução dos efeitos da bienalidade da produção (BONOMO *et al.*, 2004; CARVALHO, 1989; MENDES, 1994; SERA, 1980).

De acordo com os resultados das estimativas dos parâmetros, em todos os métodos de correção e modos de agrupamento dos dados, 27 situações, constatou-se claramente que o modo mais correto de análise dos dados das progênes de cafeeiros estudadas é por meio da parcela subdividida no tempo, considerando-se as colheitas anuais. Verificou-se que tanto a média quanto o agrupamento dos dados em biênios, superestimaram os parâmetros, independente da correção dos dados para estande (TABELAS 7 a 9). Portanto, considerar a média de colheitas como se fosse apenas um dado na parcela ou em biênios não deve ser realizado visto que resultam dados superestimados por variações que não são úteis ao melhoramento, conforme mencionado anteriormente. Essa constatação já foi feita em trabalhos de Andrade *et al.* (2016) e Vieira Júnior (2019), os quais produziram conhecimento das melhores formas de analisar os

dados produtivos do cafeeiro arábica em testes de progênies ou em experimentos de competição de cultivares. Entretanto, foi válido testar, no presente estudo, essas opções de correção dos dados em relação à perda de plantas na parcela, pois, esse tipo de agrupamento poderia influenciar as respostas das correções. Em função dessa constatação, os resultados relacionados às correções de dados devido ao estande serão focados, principalmente nas análises subdivididas.

Os primeiros parâmetros utilizados para verificar a alteração dos dados das diferentes metodologias de ajuste foram o incremento em produtividade e o desvio padrão da média (TABELA 5). Com exceção dos métodos Reg3 e Z42, os demais métodos promoveram pouco incremento na produtividade, sendo constatado similaridade entre eles, principalmente entre VC91 e CEM. Para o desvio padrão, que indica o grau de dispersão dos dados em relação à média, destacaram-se os métodos da covariância, CEI e CEM, uma vez que valores de desvio padrão altos indicam maior dispersão dos dados. Pode ser observado que a regra de três conferiu maior estimativa desse parâmetro mostrando que essa metodologia aumenta a dispersão dos dados, confirmando ser inadequado a sua utilização, pois, além de superestimar os dados e não considerar a compensação, aumentou sua dispersão em torno da média. As metodologias Zuber (1942), Vencovsky e Cruz (1991) e Cruz (1971) resultaram em maior desvio padrão da média em relação aos dados originais.

Tabela 5 - Média geral dos experimentos em função da metodologia de ajuste e incremento em relação à média esperada (% incremento).

Experimentos	SA	Reg3	Z42	VC91	CEI	CEM	C71
IxC-CA	19,30	20,98	20,47	20,98	19,75	19,30	20,98
MxC-TP	12,30	18,65	18,38	17,81	18,18	17,75	17,98
MxC-CA	25,67	27,11	26,68	24,80	25,36	25,67	25,49
MxC-CP	11,12	13,07	12,48	11,03	11,79	11,12	11,57
ICT-CA	25,95	31,27	29,68	29,09	26,73	25,96	25,89
ICT-CP	15,91	23,99	21,57	10,20	18,59	18,59	15,91
MN-TP	22,22	23,35	23,01	22,53	22,69	22,22	22,87
MN-CA	26,03	30,63	29,25	28,06	27,31	26,03	26,47
MN-CP	13,85	19,29	17,66	15,34	16,75	13,85	16,15
Média	19,15	23,15	22,13	19,98	20,79	20,05	20,36
% Incremento	-	20,88	15,57	4,34	8,59	4,72	6,09
Desvio padrão da média	4,16	6,81	5,57	5,64	3,95	3,95	5,57

SA: sem ajuste, Reg 3: regra três, Z42: Zuber (1942), V&C91: Vencovsky e Cruz (1991), CEI: covariância pelo estande ideal, CEM: covariância pelo estande médio e C71: Cruz (1971)

Fonte: Do autor (2020).

Em estudo comparativo de nove métodos de correção de estande para dados de produtividade na cultura do milho, Schimdt *et al.* (2001) utilizaram dados de 33 cultivares, em oito ambientes. De acordo com os resultados, verificaram que os métodos de regra de três e o proposto por Cruz (1971) apresentaram as maiores médias de produção, fato que resulta na superestimativa do valor real da produção média. Por outro lado, os métodos correção estratificada, proposto pelos autores, e o de Vencovsky e Cruz (1991). foram mais adequados para essa correção, pois apresentaram baixos valores de coeficiente de variação e altos valores de F.

Para se comparar os métodos de correção de dados devido às falhas nos testes de progênies, utilizou-se alguns parâmetros com o intuito de verificar os efeitos na seleção e escolher os mais adequados para cada situação. Foram estimados, para cada correção de dados, o BIC do modelo, o p-valor, a acurácia, a correlação genética entre os ordenamentos das progênies e o índice de coincidência da seleção das cinco melhores. O BIC fornece informação a respeito do ajuste dos dados ao modelo utilizado. Quanto menor o valor, melhor o ajuste e, com isso, a capacidade preditiva do modelo. Já o p-valor informa sobre a existência de variação genética, e com isso, herdável para a produção de grãos. Sem variação genética não existe ganho com a seleção. A acurácia é uma correlação entre o valor fenotípico e o genotípico das progênies. Quanto maior seu valor, mais o fenótipo representa o genótipo, ou seja, a superioridade em produtividade é devido aos efeitos genéticos das progênies.

Dessa forma, após verificar o ajuste do modelo, analisar se a variação é herdável e se o fenótipo representa fidedignamente ao genótipo, o que precisa ser feito é observar os impactos que as transformações dos dados, devido à perda de plantas na parcela, causam na seleção das progênies. Para isso, a correlação genética e o índice de coincidência se complementam, pois a correlação indica qual a magnitude de alteração no ordenamento das progênies, e o índice de seleção qual a proporção de semelhança entre as seleções realizadas pelos diferentes métodos, associados a uma probabilidade escolhida pelo melhorista. Portanto, a escolha dos métodos mais adequados para a correção dos dados produtivos dos testes de progênies foi em função de primeiramente afetar o BIC, o p-valor e a acurácia.

Analisando a população de progênies F<sub>4</sub> geradas pelo cruzamento de Icatu x Catimor na análise em parcela subdividida, o menor BIC foi obtido pela CEI. Porém, seu p-valor foi de 14,41%, valor superior ao do SA (9,1%), diminuindo a probabilidade de diferenças em produtividade devido a efeitos genéticos. Entretanto, a melhor análise foi o C71, apesar do maior BIC. Essa correção dos dados promoveu a maior acurácia, correlação genética e índice de coincidência, iguais a SA e ainda teve uma probabilidade de diferenças devido ao genótipo

de 7,55% (TABELA 6). Vencovsky e Cruz (1991), em trabalho com dados obtidos por simulação e tomando por base as estimativas médias dos parâmetros comumente encontrados em ensaios da cultura do milho. Foram geradas reduções de 18%, 26% e 34% no estande ideal que era de 25 plantas por parcela. Os autores compararam sete alternativas de correção da produção na cultura e o método que utilizou a análise de covariância segundo modelo proposto por Cruz (1971) foi considerado o mais eficiente, pois obteve a menor soma de quadrados dos desvios entre as médias dos tratamentos, parâmetro utilizado pelos autores para comparação dos métodos.

Tabela 6 - Estimativas critério de escolha bayesiano (BIC), p valor, acurácia ( $r_{gg}$ ), correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos progênes de café Icatu x Catimor F4 ajustados por diferentes métodos de correção no município de Campos Altos.

<b>Média</b>							
Parâmetros	SA	Reg3	Z42	VC91	CEI	CEM	C71
BIC	562,00	647,20	603,70	647,20	551,80	551,80	600,80
p valor	0,0060	0,0589	0,0260	0,0589	0,0081	0,0081	0,0058
$r_{gg}$	0,8193	0,6575	0,7272	0,6575	0,8027	0,8027	0,8210
$r_G$	1,0000	0,6590	0,8058	0,6590	0,9771	0,9771	0,9848
IC	1,0000	0,1429	0,7143	0,1429	1,0000	1,0000	1,0000
<b>Biênios</b>							
BIC	2038,00	2162,10	2111,70	2073,00	2026,2	2026,20	2261,30
p valor	0,0534	0,1470	0,079	0,0949	0,0872	0,0872	0,0279
$r_{gg}$	0,6756	0,5515	0,7328	0,6037	0,6242	0,6243	0,7328
$r_G$	1,0000	0,6590	0,9848	0,4999	0,9771	0,9772	0,9848
IC	1,0000	0,1429	1,0000	0,7143	1,0000	1,0000	1,0000
<b>Subdividida</b>							
BIC	4547,10	4826,70	4702,60	4630,50	4526,9	4562,00	4713,30
p valor	0,0910	0,2258	0,1812	0,1369	0,1441	0,1249	0,0755
$r_{gg}$	0,6055	0,4636	0,5187	0,5521	0,5334	0,5593	0,6302
$r_G$	1,0000	0,6590	0,8058	0,9499	0,9771	0,9670	1,0000
IC	1,0000	0,1429	0,7143	0,7143	1,0000	1,0000	1,0000

Reg3: Regra três, Z42: Zuber, 1942, VC91: Vencovsky e Cruz, 1971, CEI: Covariância pelo estande ideal, CEM: Covariância pelo estande médio e C71: Cruz (1971).

Fonte: Do autor (2020).

Nas progênes da população de ‘Mundo Novo’ x ‘Catuaí’, em Campos Altos, os melhores ajustes dos dados foram obtidos pelas correções de covariância para estande ideal e médio, as quais promoveram a maior acurácia seletiva e ainda os menores p-valores. Quanto à correlação e a coincidência na seleção, essas duas correções proporcionaram o mesmo ordenamento e seleção que o SA (TABELA 7). Em Capelinha, a variância genética foi não significativa, manifestando a dificuldade de selecionar genótipos superiores com base nesse município. É importante mencionar que o método VC91 teve bom desempenho, visto que

promoveu a melhor discriminação genética das progênies, constatado pelo p-valor, porém, sem o melhor BIC. Dessa forma, a correlação e o IC foram iguais aos das correções com melhor ajuste, CEI e CEM, induzindo à conclusão de que esse método pode ser o melhor nessa situação. Da mesma forma, no local Três Pontas, a correção VC91 conseguiu maior poder de discriminação e selecionou as mesmas progênies que os métodos de melhor ajuste, CEI e CEM (TABELA 7), corroborando outros autores (VERONESI *et al.*, 1995, STORCK *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2014). Para Vencovsky e Cruz (1991) o método de covariância com extrapolação para o estande ideal é o mais eficiente, pois promove maior redução na variância residual e aumento na precisão experimental. Na cultura do milho, Veronesi *et al.* (1995) ao compararem cinco métodos de ajuste do rendimento de parcelas com estandes variados em 19 experimentos encontraram que os métodos da covariância pelo estande ideal proporcionaram os melhores resultados de adequação de ajuste. Storck *et al.* (2000), utilizando dados de 313 ensaios de competição de cultivares de milho e comparando a eficiência da análise com e sem covariância, por meio de uma estatística denominada DH, verificaram que a análise de covariância elevou a estimativa da estatística DH de 4,7 para 19,5 melhorando significativamente a qualidade dos ensaios. De acordo com os autores quanto ao valor da estimativa da DH, melhor a qualidade do experimento. A correção pela covariância com estande médio e com estande ideal e o método proposto por Vencovsky e Cruz (1991) foram os métodos mais eficientes com relação à redução do coeficiente de variação, entre oito métodos de correção de estande na cultura do sorgo granífero (SILVA *et al.*, 2014).

Tabela 7- Estimativas da acurácia ( $r_{gg}$ ), (BIC), p valor, correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos progênes de café Mundo Novo x Catuaí F4 ajustados por diferentes métodos de correção nos municípios de Campos Altos, Capelinha e Três Pontas. (continua)

<b>Média</b>							
<b>Campos Altos</b>							
Parâmetros	SA	Reg3	Z42	VC 91	CEI	CEM	C71
BIC	508,00	592,20	564,10	513,60	504,90	504,90	524,90
p valor	0,0237	0,1532	0,0939	0,0278	0,0193	0,0193	0,0234
$r_{gg}$	0,7671	0,5633	0,6342	0,7547	0,7823	0,7823	0,7681
$r_G$	1,0000	0,8559	0,9172	0,9198	0,9910	0,9910	0,9899
IC	1,0000	0,7333	0,7333	0,7333	1,0000	1,0000	0,2000
<b>Capelinha</b>							
BIC	535,4	575,20	554,50	546,10	531,30	531,30	560,10
p valor	0,1778	-	-	0,1274	0,3194	0,3194	0,4982
$r_{gg}$	0,5369	0,0000	0,0000	0,5925	0,3884	0,3884	0,0389
$r_G$	1,0000	0,0000	0,0000	0,9366	0,9089	0,9089	0,8806
IC	1,0000	0,0000	0,0000	0,7333	0,7333	0,7333	0,4667
<b>Três Pontas</b>							
BIC	649,90	662,40	647,60	657,10	636,7	637,7	651,50
p valor	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001
$r_{gg}$	0,8823	0,8956	0,9023	0,9054	0,8943	0,8943	0,9073
$r_G$	1,0000	0,9297	0,9318	0,9916	0,9794	0,9794	0,9926
IC	1,0000	0,0000	0,3103	0,6552	0,6552	0,6552	0,6552
<b>Biênios</b>							
<b>Campos Altos</b>							
BIC	1818,50	1982,30	1928,70	1818,00	1794,50	1794,50	2201,80
p valor	0,1049	0,2551	0,2013	0,0868	0,0700	0,0701	-
$r_{gg}$	0,6322	0,4669	0,5257	0,6616	0,6682	0,6851	0,000
$r_G$	1,0000	1,0000	0,9172	0,9197	0,9910	0,9910	0,0000
IC	1,0000	0,7333	0,7333	0,7333	1,0000	1,0000	0,0000



Tabela 8- Estimativas da acurácia ( $r_{gg}$ ), (BIC), p valor, correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos progênies de café Mundo Novo x Catuaí F4 ajustados por diferentes métodos de correção nos municípios de Campos Altos, Capelinha e Três Pontas. (continua)

<b>Biênio</b>							
BIC	1722,00	1879,15	1818,90	1738	1716,80	1716,80	1827,00
p valor	0,1778	-	-	0,1273	0,3192	0,3194	0,4983
$r_{gg}$	0,5369	0,0000	0,0000	0,5372	0,3886	0,38884	0,037
$r_G$	1,0000	0,0000	0,0000	0,9689	0,9770	0,9770	0,9683
IC	1,0000	0,0000	0,0000	0,7333	0,7333	0,7333	0,4667
<b>Três Pontas</b>							
BIC	2178,40	2201,20	2176,50	2176,90	2145,70	2145,70	2244,40
p valor	0,0062	0,0035	0,0034	0,0061	0,0039	0,0039	0,0062
$r_{gg}$	0,7587	0,7846	0,7865	0,7788	0,7802	0,7802	0,7994
$r_G$	1,0000	0,9328	0,9649	0,9930	0,9829	0,9829	0,8514
IC	1,0000	0,0000	0,3103	0,6552	0,6552	0,6552	0,000
<b>Subdividida</b>							
<b>Campos Altos</b>							
BIC	4011,00	4351,30	4238,50	4010,70	3964,80	3964,80	4066,5
p valor	0,1188	0,2550	0,2056	0,1040	0,0880	0,0880	0,0915
$r_{gg}$	0,6016	0,4597	0,5104	0,6235	0,6439	0,6439	0,6392
$r_G$	1,0000	0,8559	0,9172	0,9198	0,9910	0,9910	0,9899
IC	1,0000	0,7333	0,7333	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
<b>Capelinha</b>							
BIC	3989,40	4240,10	4151,20	3991,6	3973,30	3973,30	4151,1
p valor	0,2926	-	-	0,1970	0,4466	0,4467	0,4020
$r_{gg}$	0,4194	0,000	0,0000	0,5183	0,2118	0,2117	0,2846
$r_G$	1,0000	0,0000	0,0000	0,9689	0,9770	0,9770	0,8205
IC	1,0000	0,0000	0,0000	0,7333	0,7333	0,7333	0,4667

Tabela 9- Estimativas da acurácia ( $r_{gg}$ ), (BIC), p valor, correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos progênies de café Mundo Novo x Catuaí F4 ajustados por diferentes métodos de correção nos municípios de Campos Altos, Capelinha e Três Pontas. (conclusão)

	<b>Subdividida</b>						
	<b>Três Pontas</b>						
BIC	5277,00	5346,00	5307,60	5291,7	5237,40	5237,40	5334,20
p valor	0,0713	0,0626	0,0612	0,0362	0,0572	0,0572	0,0516
$r_{gg}$	0,5630	0,5765	0,5726	0,5631	0,5779	0,5779	0,5810
$r_G$	1,0000	0,9328	0,9649	0,9930	0,9828	0,9828	0,9923
IC	1,0000	0,0000	0,0000	0,6552	0,6552	0,6552	0,6552

Reg3:Regra três, Z42Zuber, 1942, VC91: Vencovsky e Cruz, 1991, CEI: Covariância pelo estande ideal, CEM: Covariância pelo estande médio e C71: Cruz (1971)

Fonte: Do autor (2020).

Na população de genótipos de Icatú, em parcelas subdivididas no tempo, tanto em Campos Altos como em Capelinha, as melhores estimativas de parâmetros foram obtidas nos métodos CEI, e CEM e SA. Em Campos Altos não houve variação genética. Já em Capelinha os efeitos genéticos foram altamente significativos e observou-se elevada acurácia para a seleção. A correlação genética dos métodos CEI e CEM com o SA foi alta, gerando um índice de coincidência de seleção realizada de 100% em Campos Altos e de 76,47% em Capelinha (TABELA 9).

Tabela 10 - Estimativas da acurácia ( $r_{gg}$ ), (BIC), p valor, correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos genótipos de café Icatu ajustados por diferentes métodos de correção nos municípios de Campos Altos e Capelinha. (continua)

<b>Média</b>							
<b>Campos Altos</b>							
Parâmetros	SA	Reg3	Z42	VC 91	CEI	CEM	C71
BIC	452,10	313,90	404,70	373,60	308,10	308,10	313,10
p valor	0,3452	0,1639	-	0,2677	0,1246	0,1246	0,1618
$r_{gg}$	0,4087	0,6260	0,0000	0,2677	0,6757	0,6757	0,6286
$r_G$	1,0000	0,6516	0,0000	0,1576	0,5780	0,5780	0,6517
IC	1,0000	1,0000	0,2941	0,5294	1,0000	1,0000	1,0000
<b>Capelinha</b>							
BIC	354,70	477,10	444,30	454,20	344,70	344,70	461,10
p valor	0,0133	0,1194	0,0749	0,1457	0,0131	0,0131	0,0675
$r_{gg}$	0,9176	0,6825	0,7494	0,6472	0,9188	0,9188	0,7623
$r_G$	1,0000	0,5877	0,7095	0,5941	0,9642	0,9642	0,8410
IC	1,0000	0,2941	0,5294	0,7647	0,7647	0,7647	0,7647
<b>Biênio</b>							
<b>Campos Altos</b>							
BIC	1076,80	1242,80	1187,60	1142,30	1069,00	1069,00	1153,00
p valor	0,3082	-	0,4337	-	0,3209	0,4700	0,4556
$r_{gg}$	0,4682	0,0000	0,2676	0,0000	0,4518	0,4518	0,2259
$r_G$	1,0000	0,0000	0,6546	0,0000	0,9827	0,9827	0,0000
IC	1,0000	0,0000	0,5294	0,0000	1,0000	1,0000	0,0000
<b>Capelinha</b>							
BIC	1176,10	1549,30	1457,10	1467,20	1163,20	1163,20	1516,30
p valor	0,1499	0,2415	0,2117	0,3679	0,1591	0,1591	0,1990
$r_{gg}$	0,6470	0,5430	0,5772	0,4110	0,6371	0,6371	0,5934
$r_G$	1,0000	0,5877	0,7095	0,5942	0,9642	0,9642	0,8310
IC	1,0000	0,5294	0,5294	0,5294	0,7647	0,7647	0,2941
<b>Subdividida</b>							
<b>Campos Altos</b>							
BIC	2355,70	2746,90	2611,40	2519,70	2342,00	2342,00	2509,90
p valor	0,3321	-	0,2677	-	0,3311	0,3311	0,4137
$r_{gg}$	0,4255	0,0000	0,2677	0,0000	0,4255	0,4255	0,3011
$r_G$	1,0000	0,0000	0,6546	0,0000	0,9827	0,9827	0,9004
IC	1,0000	0,0000	0,5294	0,0000	1,0000	1,0000	0,7647

Tabela 11 - Estimativas da acurácia ( $r_{gg}$ ), (BIC), p valor, correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos genótipos de café Icatu ajustados por diferentes métodos de correção nos municípios de Campos Altos e Capelinha. (conclusão)

	Subdividida						
	Capelinha						
BIC	2574,20	3202,50	3033,50	3109,60	2554,90	2554,90	3033,50
p valor	0,0390	0,1908	0,1391	0,2402	0,0398	0,0398	0,1391
$r_{gg}$	0,8215	0,5922	0,6545	0,5356	0,8201	0,8201	0,6545
$r_G$	1,0000	0,5877	0,7095	0,3773	0,9642	0,9642	0,7095
IC	1,0000	0,2941	0,2941	0,5294	0,7647	0,7647	0,5294

Reg3:Regra três, Z42: Zuber, 1942, VC 91: Vencovsky e Cruz, 1991, CEI: Covariância pelo estande ideal, CEM: Covariância pelo estande médio e C71: Cruz (1971).

Fonte: Do autor (2020).

Para os genótipos de ‘Mundo Novo’, nas três localidades de experimentação, os métodos de correção CEI e CEM se destacaram no ajuste dos dados ao modelo. Em Campos Altos, o SA superestimou o p valor e a acurácia. Padrão idêntico foi observado em Capelinha. Por outro lado, no experimento conduzido no município de Três Pontas, o SA não conseguiu identificar a diferença genética tão bem quanto CEI e CEM e selecionou apenas 70% de progênies coincidentes (TABELA 9).

Tabela 12 - Estimativas da acurácia ( $r_{gg}$ ), (BIC), p valor, correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos genótipos de café Mundo Novo ajustados por diferentes métodos de correção nos municípios de Campos Altos e Capelinha. (continua)

<b>Médias</b>							
<b>Campos altos</b>							
Parâmetros	SA	Reg3	Z42	VC 91	CEI	CEM	C71
BIC	783,20	924,30	851,70	807,20	756,60	756,60	822,6
p valor	0,0729	-	-	0,4166	0,1961	0,1961	0,0625
$r_{gg}$	0,6124	0,0000	0,0000	0,2409	0,4767	0,47646	0,6279
$r_G$	1,0000	0,0000	0,0000	0,8369	0,9564	0,9564	0,9374
IC	1,0000	0,0000	0,0000	0,0769	1,0000	1,0000	0,6923
<b>Capelinha</b>							
BIC	851,60	947,10	907,30	954,70	814,90	814,00	947,50
p valor	0,0134	0,0760	0,0376	0,0456	0,0479	0,0212	0,0829
$r_{gg}$	0,7446	0,6092	0,6733	0,6575	0,6490	0,7126	0,6150
$r_G$	1,0000	0,8426	0,9109	0,8295	0,8804	0,8703	0,8347
IC	1,0000	0,6923	0,6923	0,6923	0,6923	0,6923	0,6923
<b>Três Pontas</b>							
BIC	826,60	856,40	833,90	833,10	816,10	816,10	836,20
p valor	0,1675	0,1233	0,1153	0,2756	0,1188	0,1188	0,1240
$r_{gg}$	0,5045	0,5504	0,5593	0,4007	0,5554	0,5554	0,5802
$r_G$	1,0000	0,8118	0,8972	0,9476	0,9687	0,9687	0,9145
IC	1,0000	0,3846	0,6923	0,6923	0,6923	0,6923	0,6923
<b>Biênios</b>							
<b>Campos altos</b>							
BIC	2659,60	2951,60	2830,60	2908,2	2631,80	2631,80	2877,7
p valor	0,0729	-	-	0,4166	0,1961	0,1961	0,0625
$r_{gg}$	0,6124	0,0000	0,0000	0,1289	0,4766	0,4766	0,6278
$r_G$	1,0000	0,0000	0,0000	0,8369	0,9564	0,9564	0,9374
IC	1,0000	0,0000	0,0000	0,0769	1,0000	1,0000	0,6923

Tabela 13 - Estimativas da acurácia ( $r_{gg}$ ), (BIC), p valor, correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos genótipos de café Mundo Novo ajustados por diferentes métodos de correção nos municípios de Campos Altos e Capelinha. (continua)

<b>Biênios</b>							
BIC	2828,40	3207,30	3075,70	2876,50	2787,70	2792,00	3117,6
p valor	0,0324	-	-	0,0756	0,1191	0,0849	0,3766
$r_{gg}$	0,6844	0,0000	0,0000	0,6100	0,5562	0,5980	0,2954
$r_G$	1,0000	0,0000	0,0000	0,9139	0,9354	0,9376	0,7693
IC	1,0000	0,0000	0,0000	0,6923	0,6923	0,6923	0,3846
<b>Três Pontas</b>							
BIC	2791,00	2872,00	2829,20	2908,80	2780,30	2780,30	2838,60
p valor	0,3629	0,3699	0,3602	0,3147	0,2919	0,2918	0,3755
$r_{gg}$	0,3179	0,3079	0,3211	0,3759	0,3961	0,3961	0,2418
$r_G$	1,0000	0,8118	0,8972	0,9476	0,9687	0,9687	0,9145
IC	1,0000	0,3846	0,6923	0,6923	0,6923	0,6923	0,6923
<b>Subdividida</b>							
<b>Campos altos</b>							
BIC	5842,00	6479,30	6205,30	6358,20	5786,00	5786,00	6178,70
p valor	0,0814	-	-	0,4171	0,1963	0,1963	0,1079
$r_{gg}$	0,6078	0,0000	0,0000	0,2250	0,4764	0,4764	0,5744
$r_G$	1,0000	0,0000	0,0000	0,8369	0,9564	0,9564	0,9342
IC	1,0000	0,0000	0,0000	0,0769	1,0000	1,0000	0,6923

Tabela 14 - Estimativas da acurácia ( $r_{gg}$ ), (BIC), p valor, correlação genética ( $r_G$ ) e índice de coincidência (IC), para os dados de produção de experimentos genótipos de café Mundo Novo ajustados por diferentes métodos de correção nos municípios de Campos Altos e Capelinha. (conclusão)

Subdividida							
Três Pontas							
BIC	6143,80	6223,40	6173,00	6485,70	6102,80	6102,80	6203,80
p valor	0,2198	0,1931	0,1820	0,4684	0,1741	0,1741	0,2091
$r_{gg}$	0,4600	0,4824	0,4949	0,1482	0,5040	0,5040	0,4685
$r_G$	1,0000	0,8118	0,8972	0,9476	0,9687	0,9687	0,9145
IC	1,0000	0,3846	0,6923	0,6923	0,6923	0,6923	0,6923
IC	1,0000	0,0000	0,6923	1,0000	1,0000	1,0000	0,6923

Reg3:Regra três, Z42Zuber, 1942, VC 91: Vencovsky e Cruz, 1991, CEI: Covariância pelo estande ideal, CEM: Covariância pelo estande médio e C71: Cruz (1971).

Fonte: Do autor (2020).

Portanto, observou-se que mediante a perda de plantas nas parcelas em testes de progênies e competição de cultivares, os dados precisam ser trabalhados com o intuito de verificar a necessidade de correção. Alguns métodos se destacaram em determinadas ocasiões. Porém, generalizações não devem ser realizadas, uma vez que a interação das plantas avaliadas com os ambientes de cultivo não tem padrão de resposta, impossibilitando o estabelecimento de regras. Para economizar tempo em futuros trabalhos, verificou-se que a correção de Zuber (1942) não atende aos requisitos impostos pelos dados de produtividade no melhoramento do cafeeiro, não sendo recomendada. A metodologia de Zuber (1942) utiliza um fator de compensação fixo de 0,3. Pelas estimativas de fator de compensação obtidas no presente estudo (TABELA 4), esse valor fixo foi ineficaz no presente trabalho, pois houve grande variação nas estimativas e apenas sete das 54 estimativas (13%) apresentaram valores similares ao preconizado por Zuber (1942) de 0,3. Por outro lado, Veronesi *et al.* (1995) indicam que há necessidade de reconsideração dessa metodologia de ajuste, pois para 73,7% dos experimentos de produção de milho estudados pelos autores, a estimativa do fator de compensação não seria o preconizado por Zuber (1942). Com objetivo de comparar métodos de correção de estande para a cultura do feijoeiro, Fernandes *et al.* (1989), concluíram que expressão proposta por Zuber (1942), também foi eficiente para produção de grãos desde que utilize um fator de correção apropriado, ou seja, diferente do preconizado de 0,3.

A metodologia de correção de estande por Regra de três não foi eficaz, pois não conferiu maior estimativa da acurácia em nenhuma situação experimental estudada. Essa metodologia normalmente tem sido eficiente em situações em que o grau de compensação de falhas na parcela é reduzido, não se mostrando eficiente nos casos em que a compensação é elevada, próxima de um (VENCOVSKY; CRUZ, 1991). É importante mencionar que, apesar da metodologia Regra de três não ser útil como correção, é necessário o seu uso para o cálculo do coeficiente de compensação devido a irregularidade no estande experimental.

Outro aspecto identificado por meio dos resultados e interpretações deste estudo foi o modo de se selecionar os métodos a serem aplicados. Como na presente base de dados, a seleção das melhores progênies já foi realizada, os resultados obtidos no presente estudo apresentam aplicação em outras bases de dados. Ressalta-se que a decisão não pode ser realizada sem considerar alguns parâmetros em conjunto, analisando primeiramente o ajuste do modelo, a existência de variância genética, a correlação entre o fenótipo e o genótipo e o ordenamento das progênies, linhagens ou cultivares em avaliação.



Apesar de não ser o foco do trabalho, ressalta-se que a correção dos dados precisa ser entendida no contexto da interação genótipos x ambientes. Nesse estudo, os dados foram analisados por local de experimentação dentro de populações. Entretanto, após a identificação dos métodos mais adequados para a correção das falhas, esses dados podem ser utilizados nas análises conjuntas dos ambientes em estudo, potencializando a chance de acerto nas decisões.

É imprescindível mencionar, que apesar de existirem métodos de correção de estande dos experimentos de avaliação de progênies de café, o objetivo deve sempre ser o menor número de falhas possíveis. Sabe-se que a comparação das progênies em igualdade de condições é fundamental para o progresso genético das cultivares e eficiência dos programas de melhoramento. Portanto, conduzir experimentos que permitam que as plantas expressem seu potencial genético é uma busca constante. Muitos são os imprevistos, mas principalmente na fase de formação da lavoura os cuidados precisam ser extremos.

## 5 CONCLUSÕES

Existe efeito compensatório na cultura do cafeeiro e apresenta variação entre grupos de genótipos, locais e anos.

A correção de estande é vantajosa em experimentos de competição de genótipos na cultura do café, sendo que as metodologias de covariância, utilizando estande médio ou ideal apresentaram os melhores resultados, seguido da metodologia proposta por Cruz (1971).

Os métodos de Regra de Três de Zuber (1942) não tiveram resultados satisfatório, não sendo recomendados para a correção de estande em experimentos de competição de genótipos na cultura do café.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, M.W. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris* L. **Crop Science**, [S.l.], v. 7, p.5 05-510, 1967.
- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 381 p.
- ANDRADE, H.B. *et al.* Alternativas para atenuar a diferença de estande nos experimentos de avaliação de clones de *Eucalyptus urophylla*. **R. Árvore**, [S.l.], v. 30, n. 1, p.11-18, 2006.
- ANDRADE, V.T. *et al.* Statistical modeling implications for coffee progenies selection. **Euphytica**, [S.l.], v. 207, p. 177–189, 2016.
- ÁVILA, A.V.; SÁNCHEZ, F.M. Comparación de métodos de ajuste para corrección por fallas en sorgos para grano. **Agrociencia**, Chapingo, v. 31, p. 45-64, 1978.
- BERTOLUCCI, F.C.G.; RAMALHO, M.A.P.; DUARTE, G.S. Alternativas de tamanho e forma da parcela para avaliação de progênies do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, [S.l.], v. 15, n. 3, p.295-305, out./dez. 1991.
- BONOMO, P.; CRUZ, C.D.; VIANA, J.M.S.; PEREIRA, A.A.; OLIVEIRA, V.R. CARNEIRO, P.C.S. Seleção antecipada de progênies de café descendentes de "híbrido de timor" x "catuaí amarelo" e "catuaí vermelho". **Acta Scientiarum Agronomy**, [S.l.], v. 26. p. 91-96, 2004.
- CARVALHO, S.P. **Metodologias de avaliação do desempenho de progênies do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 1989. 68 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1989.
- CRUZ, V.F. **Estudo sobre a correção de produção de parcelas em ensaios com milho**. 1971. 143 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1971.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético 2**. Viçosa: UFV, 2003. 585 p.
- FEHR, W.R. **Principle of Cultivars Development**. Macmillan publishing company. A division of Macmillan Inc. New York: Agronomy Books, 1987. p 1-465
- FERNANDES, M.I.P.S.; RAMALHO, M.A.P.; LIMA, P.C. Comparação de métodos de correção em estandes de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 8, p. 997-1002, ago. 1989.
- HAMBLIN, J.E.; ZIMMERMANN, M.J.O. Breeding common bean for yield in mixtures. **Plant Breeding Reviews**, [S.l.], v. 4, p. 245-272. 1986.

- KEMPTON, R.A. Interference between plots. *In*: KEMPTON, R.A.; FOX, P.N. (Ed.). **Statistical methods for plant variety evaluation**. London: Chapman & Hall, 1997. p. 101-116.
- LITTELL, R. C. et al. **SAS® for Mixed Models**. 2. ed. SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA. 2006. 834 p.
- MENDES, A.N.G. **Avaliação de metodologias empregadas na seleção de progênies do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 1994. 167 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1994.
- MORAIS, A.R.; OLIVEIRA, A.C.; CRUZ, J.C. Correção de produções de grãos de milho em parcelas experimentais. **Relatório Técnico Anual do CNPMS: 1980-1984**, Sete Lagoas: CNPMS, 1986. p. 130-132.
- PETERSEN, R.G. **Agricultural field experiments: design and analysis**. New York: Marcel Dekker, 1994. 409 p.
- PIANA, C.F.B.; SILVA, J.G.C.; ANTUNES, I.F. Ajuste do rendimento para a variação do estande em experimentos de melhoramento genético do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 42, n. 12, p. 1687-1696, 2007.
- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; SANTOS, J.B.; NUNES, J.A.R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. 522 p.
- RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2005.
- RIBEIRO, N.D. *et al.* Alterações em caracteres agromorfológicos em função da densidade de plantas em cultivares de feijão. **Revista Brasileira de Agrobiologia**, [S.l.], v. 10, p. 167-173, 2004a.
- RIBEIRO, N.D. *et al.* Precisão experimental na avaliação de cultivares de feijão de diferentes hábitos de crescimento. **Ciência Rural**, [S.l.], v. 34, p. 1371-1377, 2004b.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, [S.l.], v. 30, p. 507-512, 1974.
- SCHMILDT, E.R. *et al.* Avaliação de métodos de correção de estande para estimar a produtividade em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 36, p. 1011-1018, 2001.
- SERA, T. **Estimação dos componentes da variância e do coeficiente de determinação genotípica da produção de grãos de café (*Coffea arabica* L.)**. 1980. 62 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP Piracicaba, SP, 1980.

SILVA, K.J. *et al.* Comparação de métodos de correção de estande para estimar a produtividade de sorgo granífero. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S.l.], v. 44, p. 175-181, 2014.

STEEL, R.G.; TORRIE, J.K. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2. ed. Tokyo: McGraw-Hill, 1980. 633 p.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**, 3. ed. New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1997. 666 p.

STORCK, L. *et al.* Análise de covariância para melhoria da capacidade de discriminação em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 35, p. 1311-1316, 2000.

VENCOVSKY, R.; CRUZ, C.D. Comparação de métodos de correção do rendimento de parcelas com estandes variados: I. Dados simulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 26, p. 647-657, 1991.

VERONESI, J.A. *et al.* Comparação de métodos de ajuste do rendimento de parcelas com estandes variados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 169-174, fev. 1995.

VIEIRA JÚNIOR, I.C. *et al.* Mixture Mixed Models: Biennial Growth as a Latent Variable in Coffee Bean Progenies. **Crop Science**, [S.l.], v. 59, p. 1024-1441, maio. 2019.

ZUBER, M.S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniform trial data. **Journal of the American Society of Agronomy**, [S.l.], v. 34, n. 1, p. 34-47, 1942.

## ANEXOS

### Efeito compensatório no cafeeiro<sup>1</sup>

*Cesar Elias Botelho<sup>2</sup>*  
*Vinícius Teixeira Andrade<sup>3</sup>*  
*Denis Henrique Silva Nadaleti<sup>4</sup>*  
*Flávia Maria Avelar Gonçalves<sup>5</sup>*  
*Jean dos Santos Silva<sup>6</sup>*

### INTRODUÇÃO

A ocorrência de perda de plantas em lavouras cafeeiras é muito comum e causa prejuízos na produção tanto em plantios comerciais como na experimentação. As perdas de plantas ocorrem por causas diversas, tais como, problemas na formação das mudas, estiagem logo após o plantio, incidência de pragas e doenças e danos mecânicos nas operações de manejo do experimento.

Em lavouras comerciais os maiores rendimentos têm se conseguido com estandes próximo a 5000 plantas/ha, e possivelmente um número acentuado de falhas prejudica a produtividade. Por outro lado, perdas de plantas resultam em falhas nas parcelas experimentais as quais são, possivelmente, um dos fatores responsáveis pela redução da precisão experimental. Uma característica das plantas de café que pode reduzir os prejuízos das perdas de plantas em áreas comerciais ou em experimentos com a cultura é a capacidade compensatória de produção.

O efeito compensatório de uma espécie pode ser explicado quando a menor quantidade de indivíduos por área é compensada pela maior produção das plantas adjacentes as falhas, obtendo ao final o mesmo resultado em termos de produção por área ou unidade experimental. O efeito compensatório tem sido estudado, sendo que ele ocorre para muitas espécies, mas depende de local e do grupo de genótipos estudados. Para Veronesi et al. (1995), a compensação de produção das plantas para uma mesma cultura varia de experimento para experimento, mas

---

<sup>1</sup> Circular Técnica produzida pela EPAMIG Sul, (35) 3821-6244, epamigsul@epamig.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, D. Sc., Pesq. EPAMIG Sul, Lavras, MG, cesarbotelho@epamig.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, D. Sc., Pesq, Consórcio Pesquisa Café/EPAMIG, Lavras, MG, viniustandrade.vta@gmail.com

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, D. Sc., Pesq. INCT Café/UFLA/EPAMIG, Lavras, MG, denishenriquesilva@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Engenheira Agrônoma, D. Sc., Prof. Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, MG, avelar@ufla.br

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando Fitotecnia UFLA, Lavras, MG, santos.jean96@yahoo.com.br

é importante ser mensurada, pois auxilia no ajuste do estande bem como para conhecimento dessa característica genética.

O objetivo desta circular técnica foi determinar o efeito compensatório do cafeeiro, ou seja, a capacidade de recuperar a produção das plantas perdidas.

## DESENVOLVIMENTO

Para as análises foram utilizados dados de produtividade de seis colheitas (2001 a 2006) de onze experimentos de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) conduzidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). Os onze experimentos utilizados foram instalados nos municípios de Três Pontas-MG, Campos Altos-MG, São Sebastião do Paraíso-MG e Capelinha-MG. Nesses experimentos foram avaliadas progênies segregantes em geração F<sub>4</sub> do cruzamento entre ‘Icatu’ x ‘Catimor’ e Mundo Novo x Catuai, experimentos de genótipos dos grupos Mundo Novo, Catuaí e Icatu (Tabela 1). Todos os experimentos foram implantados em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições sendo a parcela sem perda de plantas constituída por seis plantas.

Tabela 1. Relação dos experimentos, locais, % de falhas e produtividade média das seis primeiras safras.

Identificação	Genótipos	Local	% de falha	Média
IxC-CA	Progênies Icatu x Catimor F <sub>4</sub>	Campos Altos	6,80	51,26
MxC-TP	Progênies M. Novo x Catuaí F <sub>4</sub>	Três Pontas	22,88	34,79
MxC-CA	Progênies M. Novo x Catuaí F <sub>4</sub>	Campos Altos	4,33	57,39
MxC-CP	Progênies M. Novo x Catuaí F <sub>4</sub>	Capelinha	12,83	23,40
ICT-CA	Genótipos de Icatu	Campos Altos	13,61	41,00
ICT-CP	Genótipos de Icatu	Capelinha	26,67	34,90
MN-TP	Genótipos de M. Novo	Três Pontas	10,33	29,80
MN-CA	Genótipos de M. Novo	Campos Altos	18,22	40,42
MN-CP	Genótipos de M. Novo	Capelinha	29,78	22,32

O efeito compensatório foi obtido pela estimativa do coeficiente de compensação (a), utilizando o estimador  $a = \frac{b}{\bar{Y}}$  em que, b é o coeficiente de regressão linear obtido conforme proposto por Cruz (1971) e  $\bar{Y}$  é a produção média por planta obtida no experimento. Fator de valor 1 ou superior é indicativo de efeito compensatório positivo na cultura

Na tabela 2 são apresentadas as estimativas dos coeficientes de compensação por ausência de competição (a) para cada experimento e ano de colheita. Os valores do coeficiente de compensação variaram de -0,5259 a 6,6032, mostrando uma grande variação entre grupo de genótipos, locais e principalmente entre anos, a exemplo para o experimento genótipos de Mundo Novo no local Três Pontas - MG que as estimativas variaram de -0,0013 a 6,6032. O fator de compensação expressa a capacidade média de compensação da produção em função de cada falha presente na parcela. Estimativas igual a unidade ou superior é indicativo de efeito compensatório positivo. Das 54 colheitas estudadas nesse trabalho, em 27 o coeficiente de compensação foi superior a um, sendo a média de 1,1503. Considerando esse conjunto de dados ser bastante representativo, possivelmente o cafeeiro tem capacidade significativa de compensação para ausência de plantas na parcela ou diminuição de estande.

Tabela 2. Relação dos experimentos, locais e fatores de compensação (a) para experimento e ano de colheita.

Experiment.	CL01	CL02	CL03	CL04	CL05	CL06	Média
IxC-CA	0,8918	1,3806	1,6157	1,2113	-0,0859	1,7236	1,1229
MxC-TP	2,7699	1,7743	2,8656	0,5595	1,7244	0,0731	1,6278
MxC-CA	0,9430	1,0168	2,7276	2,1378	0,7978	0,7419	1,3941
MxC-CP	-0,2401	1,1744	-0,1630	2,6638	0,9966	0,9943	0,9982
ICT-CA	0,3926	1,1143	0,4163	1,1631	0,1402	1,7548	0,8302
ICT-CP	0,4331	1,4770	0,5400	2,3966	1,2454	2,0351	1,3550
MN-TP	-0,5259	-0,0013	1,7810	0,400	6,6032	0,5259	1,2885
MN-CA	0,1970	0,8826	1,0987	1,0737	1,1037	0,0019	0,7263
MN-CP	-0,0544	1,0398	-0,0861	0,9423	1,7496	0,6704	0,7103
<b>Média geral</b>							<b>1,1503</b>

CL01: colheita 2001, CL02: colheita 2002, CL03: colheita 2003, CL04: colheita 2004, CL05: colheita 2005 e CL06: 2006

O conhecimento do fator de compensação é de grande utilidade na experimentação, pois além de permitir a necessidade do acréscimo no rendimento médio da parcela para cada planta perdida, ele indica o grau de recuperação do rendimento de uma lavoura quando há diminuição do estande inicial (Vencovsky e Cruz 1991). No caso de experimentos de competição de melhoramento genético, o fator de compensação fornece uma média da recuperação do rendimento dos genótipos, sendo uma característica que deve ser observada pelo melhorista (Veronesi et al., 1995). A variação era esperada, pois além da variação entre os grupos genótipos há as diferenças nas respostas frente a mudanças do ambiente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS



Com base nos resultados apresentados, fica evidenciado que existe efeito compensatório na cultura do cafeeiro, com variação entre grupos de genótipos, locais e anos de cultivo.

## **REFERÊNCIAS**

VENCOVSKY, R.; CRUZ, C.D. Comparação de métodos de correção do rendimento de parcelas com estandes variados: I. Dados simulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.l.], v. 26, p. 647-657, 1991.

VERONESI, J.A. *et al.* Comparação de métodos de ajuste do rendimento de parcelas com estandes variados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 169-174, fev. 1995.