

SELEÇÃO GENÉTICA DE PROGÊNIES DE CAFEIEIRO COM POTENCIAL DE CULTIVAR¹

João Paulo Felicori Carvalho²; Vinicius Teixeira Andrade³; Juliana Costa de Rezende Abrahão⁴; Gladyston Rodrigues de Carvalho⁵; Cesar Elias Botelho⁶; Antônio Alves Pereira⁷; Antônio Carlos Baião de Oliveira⁸

¹Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café e pelo INCT-Café.

²Pesquisador, DSc, Pós doutorando Fapemig/Capes, Epamig, Lavras –MG. jpfelicori@gmail.com

³Doutorando, MSc, IAC, Campinas-SP. viniiciustandrade.vta@gmail.com

⁴Pesquisadora, DSc, Pós doutoranda PNDP/CNPq, Epamig, Lavras -MG. julianacr@epamig.ufla.br

⁵Pesquisador, DSc, Epamig, Lavras-MG.carvalho@epamig.ufla.br

⁶Pesquisador, DSc, Epamig, Lavras-MG. cesarbotelho@epamig.br

⁷Pesquisador, DSc, Epamig, Viçosa- MG. pereira@epamig.ufv.br

⁸Pesquisador, DSc, Embrapa Café, Viçosa - MG. antonio.baiao@embrapa.br

RESUMO: A seleção de progênies homozigotas de cafeeiro para lançamento de cultivares é um processo que requer cautela. Além do processo de melhoramento ser longo e oneroso, variações ambientais e métodos inadequados na análise dos dados podem atrapalhar a identificação de plantas com valores reprodutivos superiores. Outro fator a ser considerado é como selecionar a futura cultivar com base em múltiplos caracteres. Dessa forma, objetivou-se selecionar progênies de *Coffea arabica* com elevada capacidade produtiva, portadoras de outras características agrônômicas e tecnológicas de interesse, que possuam potencial para se constituírem em novas cultivares para plantio comercial. Foram instalados três experimentos em regiões produtoras de café em Minas Gerais. Foram avaliadas 18 progênies de cafeeiro em geração F_{5,6} e duas cultivares comerciais como testemunha. Das 18 progênies, oito são do grupo Catucaí e dez são descendentes do Híbrido de Timor cruzados com linhagens de Catucaí. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições e parcelas constituídas por dez plantas. As avaliações foram realizadas durante seis colheitas, as quais foram analisadas em esquema de parcela subdividida no tempo. As características avaliadas foram: produtividade em (sacas.ha⁻¹), vigor vegetativo (notas 1-10), porcentagem de frutos chochos, porcentagem de grãos retidos em peneira '16 e acima', porcentagem de grãos tipo moca e rendimento. Os parâmetros estimados foram a herdabilidade e os valores genéticos das progênies (E-BLUP) para cada característica dentro de cada local. A seleção das progênies foi feita baseando-se no ordenamento E-BLUP para cada variável, que foram utilizados para estimação do índice de seleção de Mulamba e Mock (1978), conhecido como soma de postos. A soma de postos usada como índice de seleção apontou as progênies H516-2-1-1-18-1-2 e H419-3-4-5-2-1-2 com grande potencial para se constituírem em novas cultivares de café arábica para plantios comerciais.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*. Valor reprodutivo. Melhoramento genético. Ranqueamento. Soma de postos.

GENETIC SELECTION OF COFFEE PROGENIES WITH POTENTIAL CULTIVAR

ABSTRACT: The selection of coffee homozygous progenies for create new cultivars is a process that requires caution. The improvement process is long and costly, moreover environmental variations and inadequate methods in data analysis may hinder the identification of plants with higher breeding values. Another factor to consider is how to select the future cultivar based on multiple characters. Thus, this work aimed to select *Coffea arabica* progenies with high production capacity join the other agronomic and technological characteristics of interest, which have the potential to constitute in new cultivars for commercial planting. Three experiments were carried out in coffee producing regions of Minas Gerais. We evaluated 18 coffee progenies in the F_{5,6} generation plus 2 cultivars as a witness. Eight of the 18 progenies are from Catucaí group and another ten are descendants of Hybrid de Timor crossed with Catucaí. The experimental design was a randomized complete block design with three replications, each one consisting of ten plants. The evaluations were conducted for six crops, which were analyzed in a split plot scheme in time. The characteristics evaluated were: productivity (sacas.ha⁻¹), vegetative vigor (1-10 grades), percentage of floating grains, percentage of high sieve grains, percentage of peaberry grains and coffee bean outturn. The estimated parameters were heritability and genetic value of the progenies (E-BLUP) for each trait within each site. The selection of the progenies was made based on the order E-BLUP for each variable, which were used to estimate the Mulamba and Mock (1978) selection index, known as sum of the ranks. The sum of posts used as selection index pointed H516-2-1-1-18-1-2 and H419-3-4-5-2-1-2 progenies with great potential to be constituted in new coffee cultivars Arabic for commercial plantations.

KEYWORDS: *Coffea arabica*. Breeding value. Genetic breeding. Ranking. Posts Sum.

INTRODUÇÃO

A seleção de progênies homozigotas de cafeeiro para lançamento de cultivares é um processo que requer cautela. Além do processo de melhoramento ser longo e oneroso (Medina-Filho et al., 2007), outros fatores tem que ser levados em consideração. O primeiro deles refere-se ao fato de as características importantes para uma cultivar serem influenciadas pelo ambiente, o que requer experimentação e métodos acurados para se identificar as plantas com maior valor reprodutivo (Henderson, 1975; White e Hodge, 1988; Viana et al., 2011). Um agravante na identificação de progênies superiores de cafeeiro é a modelagem dos dados obtidos por medições repetidas na parcela experimental e a bionalidade de produção. As medidas repetidas na mesma parcela experimental originam padrões de covariância entre as avaliações realizadas no decorrer do tempo. Já a bionalidade pode gerar heterogeneidade de variâncias. Estes aspectos são inerentes aos dados obtidos no processo de melhoramento do cafeeiro e podem induzir a ao erro na estimação de parâmetros e alteração no ordenamento das progênies (Andrade et al., 2013). Outro fator a ser considerado é como selecionar a futura cultivar com base em múltiplos caracteres (Lande e Arnold, 1983). Sabe-se que a produtividade de grãos é primordial. Entretanto, outros fenótipos de interesse têm que estar presentes para a aceitação da cultivar. Existem alguns métodos para se selecionar plantas baseando-se em múltiplos caracteres (Rezende et al., 2014). Os mais utilizados são os índices de seleção, que procuram uma combinação linear ótima dos valores fenotípicos das variáveis avaliadas para se efetuar a seleção. Desde a primeira proposição dos índices de seleção para o melhoramento genético por Smith (1937) vários métodos surgiram. Eles variam em sua teoria, na complexidade de estimação e quanto aos resultados encontrados ao serem aplicados a diferentes espécies de plantas (Lin, 1978). O mais clássico deles é o de Smith (1937) e Hazel (1943). Apesar da adequabilidade do método em várias situações, sua eficácia é reduzida mediante as imprecisões na estimação das variâncias e covariâncias genéticas e na atribuição de pesos econômicos às características (Cotterill, 1985). Um método que tem apresentado bons resultados e de fácil aplicação é o índice baseado na soma de “postos” proposto por Mulamba e Mock (1978). Esse índice tem sido calculado por meio de combinações lineares dos dados fenotípicos dos diversos caracteres em estudo. Entretanto, a utilização de valores genéticos (E-BLUP) na construção deste índice é mais adequada aos propósitos do melhoramento e garante maior acurácia na identificação das plantas superiores (Piepho et al., 2008). A utilização da soma de postos com dados fenotípicos é prática rotineira no melhoramento. Porém, não foi encontrado outro trabalho que utilizou os valores genéticos na soma de postos. E por último, os melhoristas precisam decidir se irão recomendar uma cultivar para cada região ou se uma cultivar atende a demanda dos locais onde serão cultivadas. A importância desta decisão acentua-se pelos recursos monetários e pela estrutura de produção de semente necessárias para possibilitar a adoção da nova cultivar (Piepho e Mohring, 2006). Dessa forma, o objetivo do trabalho foi a seleção de progênies descendentes de Catuai, Catuai e Híbrido de Timor com valores genéticos superiores para múltiplos caracteres e potencial para futura cultivar.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados na Fazenda Experimental da Epamig, situada no município de Lavras, na Fazenda Ouro Verde, situada em Campos Altos e na Fazenda Experimental da Epamig, em Patrocínio. Dessa forma, representaram-se duas importantes regiões cafeeiras do estado, Sul de Minas e Alto Paranaíba (Tabela 1).

Tabela 1 Relação dos ambientes de instalação dos experimentos de seleção de progênies descendentes de Catuaí com Icatu e Híbrido de Timor.

Município	Região do Estado	Altitude (m)	Temp. média anual (°C)	Precipit. média anual (mm)
Lavras	Sul de Minas	919	19,3	1529
Campos Altos	Alto Paranaíba	1230	17,6	1830
Patrocínio	Alto Paranaíba	966	22,0	1620

Dezoito progênies de cafeeiro em geração $F_{5,6}$ foram avaliadas, sendo oito delas do grupo Catuaí : 1) Catuaí Vermelho 20/15-MS cv01; 2) Catuaí Vermelho 20/15-MS cv 02; 3) Catuaí Vermelho 20/15-MS cv03; 4) Catuaí Amarelo 24/137-MS cv 01; 5) Catuaí Amarelo 24/137-MS cv02; 6) Catuaí Amarelo 24/137-MS cv03; 7) Catuaí Amarelo 24/137-MS cv04; 8) Catuaí Amarelo 24/137-MS cv05, além de outras dez descendentes do cruzamento entre Híbrido de Timor e Catuaí Vermelho e Amarelo 9) H516-2-1-1-18-1-1; 10) H516-2-1-1-18-1-2; 11) H516-2-1-1-18-1-3; 12) H516-2-1-1-18-1-4; 13) H516-2-1-1-18-1-5; 14) H419-3-4-5-2-1-1; 15) H419-3-4-5-2-1-2; 16) H419-3-4-5-2-1-3; 17) H419-3-4-5-2-1-4 e 18) H419-3-4-5-2-1-5. Duas cultivares comerciais foram usadas como testemunha tratamento 19- Tupi IAC 1669-33 e o 20- Obatã IAC 1669-20.

Foi usado o delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições e parcelas constituídas de dez plantas, todas consideradas como parcela útil. A implantação foi realizada em dezembro de 2005 nos três locais, com espaçamento de 3,5 x 0,70 m, correspondendo a 4.082 plantas por hectare. As calagens e as adubações de solo e foliares foram realizadas ao longo de toda a condução do experimento, conforme a necessidade da cultura. Os tratamentos fitossanitários foram realizados preventivamente ou curativamente, de acordo com a sazonalidade da ocorrência das pragas e doenças.

As avaliações de produção foram efetuadas em seis colheitas consecutivas, safras 2008/2009 a 2013/2014, por meio da produtividade, do rendimento, do vigor vegetativo, da classificação de peneira alta e dos grãos tipo moça e da

porcentagem de frutos chochos. As medições da porcentagem de frutos chochos foram realizadas durante as quatro primeiras colheitas, ou seja, de 2008 a 2011. A produção em litros de café no momento da colheita por parcela foi avaliada anualmente entre os meses de maio e julho de cada ano. Amostras de 3 litros de foram coletadas e secas até atingirem 11% de umidade. Por meio da pesagem deste café antes e após o beneficiamento estimou-se o rendimento, expresso em litros de café no momento da colheita por saca de 60 kg de café beneficiado. O vigor vegetativo foi avaliado em escala arbitrária de 10 pontos. As notas variam de 1 para às piores plantas, com baixo vigor vegetativo e visível depauperamento. A nota 10 foi atribuída a plantas com vigor vegetativo ótimo, ou seja, enfolhamento e crescimento vegetativo dos ramos produtivos acentuado.

Para a determinação da porcentagem de frutos chochos, foram colocados 100 frutos cereja em água e contabilizam-se como chochos aqueles que permaneceram na superfície. A classificação do tamanho dos grãos foi realizada utilizando-se amostras de 300g de café beneficiado avaliadas em peneiras intercaladas (Brasil, 2003). A porcentagem de grãos chatos é resultante do somatório das peneiras 16 e acima (peneira alta) e o material retido na peneira 10/64 foi pesado determinando-se a porcentagem de grãos tipo moça.

Os experimentos individuais em blocos completos foram analisados de acordo com o esquema de parcela subdividida no tempo para cada uma das variáveis, em que as progênes constituem as parcelas e as avaliações repetidas a subparcela (Steel et al., 1997), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijq} = m + b_j + p_i + c_q + pb_{ij} + bc_{jq} + pc_{iq} + e_{ijq} \quad (1)$$

em que:

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 j -ésimo bloco; p_i : efeito aleatório da i -ésima progênie, sendo $p_i \sim NMV(0, \sigma_p^2)$; c_q : efeito fixo da q -ésima colheita; pb_{ij} : efeito aleatório da ij -ésima interação progênie com bloco, sendo $pb_{ij} \sim NMV(0, \sigma_{pb}^2)$; bc_{jq} : efeito fixo da jq -ésima interação bloco com colheita; pc_{iq} : efeito aleatório da iq -ésima interação progênie com colheita, sendo $pc_{iq} \sim NMV(0, \sigma_{pc}^2)$; e_{ijq} : efeito aleatório do erro experimental associado à observação da ijq -ésima parcela, sendo $e_{ijq} \sim NMV(0, \sigma_e^2)$. Utilizou-se nas análises o procedimento PROC MIXED do programa SAS (SAS Institute 2009) Como padrão o modelo demonstrado acima possui estrutura da matriz de covariância do erro (R) em forma de simetria composta (CS). Apesar de ser útil em muitas situações (Resende, 2007) esta estrutura pode representar restrições dependendo da variável analisada (Marigule et al., 2011). Conforme demonstrado por Andrade et al. (2013) a conformação da matriz R pode alterar a estimação de parâmetros genéticos e o ordenamento das progênes. Por esta razão aplicou-se o teste de esfericidade (Mauchly, 1940) para verificar a adequação da CS aos dados. As variáveis em cada ambiente que tiveram a esfericidade rejeitada foram modeladas com estruturas de covariâncias de R mais adequadas a elas. A estrutura mais provável para cada situação foi escolhida por meio do critério de informação de Schwarz (BIC). A estimativa de BIC é obtida por $-2 \log L + p \log v$, onde L é o valor estimado da verossimilhança do modelo, p é o número de parâmetros estimados e v é o número de graus de liberdade do resíduo.

Para a estimação dos parâmetros utilizaram-se os modelos escolhidos anteriormente em função do menor valor de BIC. Foram estimados a herdabilidade na média das progênes e o E-BLUP das progênes, para cada variável em todos os locais (Bernardo, 2010; Ramalho et al. 2012). A herdabilidade foi calculada para se verificar o quanto da variação fenotípica se deve a efeitos genéticos e os E-BLUP para se ordenar as progênes quanto a seu valor genético para cada característica. De posse dos ordenamentos E-BLUP foi aplicado o método proposto por Mulamba e Mock (1978) para se selecionar as melhores progênes. Não se ponderou os postos de cada característica por pesos econômicos ou referentes ao melhoramento devido ao fato de se acreditar que uma boa cultivar precisa possuir a maioria das características desejáveis de forma equilibrada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se as estimativas da média e da herdabilidade e o modelo de estrutura da covariância residual identificado como o mais adequado aos dados em cada experimento para as características avaliadas. No experimento em Lavras, a maioria das características foi influenciada pelo ambiente em maior proporção, com exceção da porcentagem de frutos chochos, o que fez com que o componente de variação genética fosse oculto pela variação ambiental. Pode-se inferir que as progênes avaliadas apresentam variabilidade genética nesses casos. Porém, a precisão experimental e as causas de variação ambientais não identificáveis fizeram com que estatisticamente a variância genética fosse não significativa. Por outro lado, os resultados evidenciam significância da herdabilidade para todas as características avaliadas no município de Patrocínio, e para as características produtividade, peneira alta e percentual de frutos chochos para o município de Campos Altos. Isto indica possibilidade de seleção, pois as características apresentaram valores expressivos de coeficiente de herdabilidade na média das progênes, variando de 47,64 a 75,69% (Carvalho et al., 2012). Vale ressaltar que o percentual de frutos chochos foi a única característica que apresentou variação genética significativa em todos os ambientes, evidenciando variabilidade genética e possibilidade de ganhos indiretos em variáveis com menor herdabilidade, dependendo da correlação genética com os outros caracteres.

Observa-se que a média de produtividade variou de 32,02 a 36,50 sacas/ha nos experimentos de campo. Esses valores estão de acordo com os resultados relatados por outros autores ao avaliarem progênes descendentes de Catuai, Catuai e Híbrido de Timor (Miranda et al., 2005, Botelho et al., 2010, Pinto et al., 2012). O vigor vegetativo apresentou o

mesmo comportamento nos três locais estudados, com valores medianos entre 6,14 e 6,25. O percentual de frutos chochos variou de 7,3 a 12,4, considerado satisfatório pelos melhoristas (Carvalho et al., 2006).

Tabela 2 Estimativas da média e da herdabilidade e modelo de estrutura da variância residual na análise conjunta das progênies nos municípios de Lavras, Campos Altos e Patrocínio, para as características avaliadas.

Local/estrutura	Média	h^2	Modelo
Produtividade sacas/há			
Lavras conjunta	36,50	0,56	ANTE
Campos Altos conjunta	33,61	0,48*	CSH
Patrocínio conjunta	32,02	0,45*	TOEPH
Vigor vegetativo (nota)			
Lavras conjunta	6,25	0,02	ARH
Campos Altos conjunta	6,14	0,31	VC
Patrocínio conjunta	6,17	0,76**	TOEP
Frutos chochos (%)			
Lavras conjunta	12,4	0,57*	CSH
Campos Altos conjunta	7,3	0,72**	VC
Patrocínio conjunta	9,35	0,63*	CSH
Peneira alta (%)			
Lavras conjunta	68,14	0,41	FA
Campos Altos conjunta	63,07	0,55**	VC
Patrocínio conjunta	53,70	0,560**	ANTE
Grãos do tipo moça (%)			
Lavras conjunta	9,93	0,51	ANTE
Campos Altos conjunta	11,91	0,63	VC
Patrocínio conjunta	14,79	0,37*	UN
Rendimento (litros)			
Lavras conjunta	436,31	0,55	ARH
Campos Altos conjunta	459,05	0,47	VC
Patrocínio conjunta	467,90	0,60*	VC

**, * p-valor para o componente de variância genético significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

O percentual de grãos do tipo moça variou entre 9,93 a 14,79%. Apesar de não existir uma exigência para porcentagem máxima de grãos moça para avaliar a qualidade dos grãos, para Minas Gerais, existe uma tolerância de 12% de sementes mocas nos lotes de café, para comercialização (Giomo et al., 2004), percentual não atingido em Patrocínio, evidenciando a influência ambiental na expressão desta característica. Quando se avalia o rendimento médio dos ambientes, nota-se a inferioridade dos experimentos instalados em Patrocínio. Neste local obteve-se o menor valor médio, com 467,9 litros/saca, valor esse que implica em uma maior quantidade de café no momento da colheita para a formação de uma saca de 60 kg de café beneficiado. Este componente de produção é importante no melhoramento, porém é altamente influenciado pelo ambiente e por outras características derivadas.

Soma de postos

Ao se praticar a seleção o interesse do melhorista centra-se no ordenamento das progênies de acordo com seus valores reprodutivos. Devido à semelhança entre este objetivo e a teoria da soma de postos de Mulamba e Mock (1978) ele foi escolhido para ser usado como índice de seleção do trabalho. Além de sua fácil aplicação e interpretação este índice tem apresentado bons resultados em algumas espécies vegetais (Crosbie et al., 1980; Mendes et al., 2009; Amaral Júnior et al., 2010; Rosado et al., 2012; Rezende et al., 2014). Entretanto, comparando índices de seleção não paramétricos na seleção de cultivares, Garcia e Souza Júnior (1999) argumentam que nenhum dos índices utilizados são adequados para seleção de cultivar a ser lançada, o que inclui o índice da soma de postos. Segundo eles, estes métodos somente podem ser usados em fases iniciais dos programas de melhoramento ou em seleção recorrente devido ao fato de não terem sido capazes de identificar o melhor indivíduo, que se tornará a futura cultivar. Porém, os autores utilizaram valores fenotípicos para construção do índice, o que pode ter atrapalhado a precisão na seleção de progênies superiores. O uso de valores genéticos nos índices de seleção para se obter a maior eficácia do processo já é recomendado desde a primeira proposição (Smith, 1937). Portanto, acredita-se que a abordagem adotada de se utilizar as estimativas E-BLUP na elaboração do índice pode contornar as possíveis inadequações da soma de postos.

Ao se analisar os ordenamentos das progênies de acordo com os E-BLUP percebe-se que as melhores variam para cada característica e através dos locais, o que impossibilitaria a seleção de uma ou mais cultivares. No entanto, ao se aplicar a soma de postos, observou-se a superioridade de uma progênie em relação às outras. Portanto, o objetivo do trabalho de se selecionar uma progênie para ser lançada como nova cultivar para ser plantada comercialmente foi atingido. Os ordenamentos segundo a soma de postos para cada local de cultivo encontram-se na Tabela 3. Constata-se coincidência

no ranqueamento e superioridade genética da progênie 10, que foi a melhor ranqueada em Campos Altos e Patrocínio, e a segunda colocada em Lavras. Infere-se com isso que essa progênie possui adaptabilidade ampla, mantendo-se entre as melhores nos diferentes ambientes. Essa progênie H516-2-1-1-18-1-2 é descendente do cruzamento entre a cultivar Catuai amarelo IAC 86 e a seleção de Híbrido de Timor TFV 446-08. Este mesmo cruzamento originou a cultivar Araponga MG1 em geração F_{5,6}. A progênie 10 possui broto bronze, fruto graúdo e pouca resistência do pedúnculo, o que indica a adaptabilidade à colheita mecanizada.

A progênie 15 foi a melhor colocada em Lavras e a segunda melhor em Patrocínio. A H419-3-4-5-2-1-2 é resultante do cruzamento artificial realizado na Universidade Federal de Viçosa entre a cultivar Catuai Amarelo IAC 30 e a seleção de Híbrido de Timor UFV 445-46, proveniente do Centro de Investigações da Ferrugem do Cafeeiro, em Oeiras, Portugal. A cultivar Paraíso MG 419-1 é resultante da mistura de sementes de oito progênies deste mesmo cruzamento, em geração F₄. A progênie possui broto verde, ramo longo, fruto graúdo e pouca resistência do pedúnculo, indicando, assim como a progênie 10, facilidade de adaptação a colheita mecanizada. Essas duas progênies possuem potencial para se constituírem em novas cultivares para plantio comercial. Acredita-se que pelos métodos utilizados na estimação dos parâmetros serem robustos e precisos as progênies selecionadas são realmente superiores para as características avaliadas, podendo superar com sucesso as cultivares preexistentes por terem superado as testemunhas em todos os locais. Além disso, a consideração do fator genético como aleatório permite prever o comportamento da futura cultivar nos ambientes de cultivo e promove um incremento na correlação entre o valor estimado e real das progênies avaliadas. Sendo assim, esta abordagem é perfeita para o melhoramento genético (Smith et al, 2005).

Tabela 3 Ordenamento das 18 progênies e duas cultivares de café arábica segundo índice de Mulamba e Mock (1978), com base na avaliação de seis colheitas em experimentos instalados em Lavras, Campos Altos e Patrocínio, MG. Lavras, 2014. EPAMIG

Progênie	Lavras		Campos Altos		Patrocínio	
	Progênie	Soma dos postos	Progênie	Soma dos postos	Progênie	Soma dos postos
15		26	10	16	10	30
10		33	14	43	15	31
13		42	9	44	13	37
11		47	7	50	11	38
14		48	11	51	16	44
7		50	16	54	5	47
6		51	17	54	14	51
20*		52	5	55	18	60
18		59	6	61	8	63
16		64	15	61	3	68
2		67	1	67	7	72
1		68	12	67	12	72
8		68	8	69	1	75
12		71	13	70	2	75
19*		73	20*	70	4	76
3		85	4	75	20*	82
5		85	2	85	19*	83
17		85	3	85	9	84
9		92	18	88	6	86
4		94	19*	95	17	86

* Cultivares utilizadas como testemunha

CONCLUSÕES

As progênies H516-2-1-1-18-1-2 e H419-3-4-5-2-1-2 apresentam grande potencial para constituírem novas cultivares de café arábica para plantios comerciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL JÚNIOR, A.T.; FREITAS JÚNIOR, S.P.; RANGEL, R.M.; PENA, G.F.; RIBEIRO, R.M.; MORAIS, R.C.; SHUELTER, A.R. Improvement of a popcorn population using selection indexes from a fourth cycle of recurrent selection program carried out in two different environments. *Genetics and Molecular Research*, 9:340-347, 2010.
- ANDRADE, V.T.; GONCALVES, F.M.A.; NUNES, J.A.R.; BOTELHO, C.E.; RESENDE, J.C. Covariância residual e suas consequências no melhoramento do cafeeiro arábica. In: 7º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2013, Uberlândia. *CD ROOM Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas*, 2013.
- BERNARDO R. *Breeding for quantitative traits in plants*. Stemma Press, Woodbury, 2010, p.

- BOTELHO, C.E.; REZENDE, J.C.; CARVALHO, G.R.; CARVALHO, A.M.; ANDRADE, V.T.; BARBOSA, C.R. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de café arábica em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45:1404-1411, 2010.
- BRASIL Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa n. 8, 11 de junho de 2003*. Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/abic_nm_al_d_inst_normativa08.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2014.
- CARVALHO, G.R.; MENDES, A.N.G.; BARTHOLO, G.F.; AMARAL, M.A. Avaliação e seleção de progênies resultantes do cruzamento de cultivares de café Catuaí com Mundo Novo. *Ciência Agrotecnologia*, 30: 844-852, 2006.
- CARVALHO, S.P.; CUSTÓDIO, T.N.; BALIZA, D.P.; REZENDE, T.T. Meta-analysis for heritability estimates of vegetative and reproductive traits of *Coffea arabica* L. *Semina: Ciências Agrárias* 33:1291-1298, 2012.
- COTTERILL, P.P. On index selection II. Simple índices which require no genetic parameters or special expertise to construct. *Silvae Genetica*, 34:63-69, 1985.
- CROSBIE, T.M.; MOCK, J.J.; SMITH, O.S. Comparison of gains predicted by several selection methods for cold tolerance traits of two maize populations. *Crop Science*, 20:649-655, 1980.
- GARCIA, A.A.F.; SOUZA JÚNIOR, C.L. Comparação de índices de seleção não paramétricos para seleção de cultivares. *Bragantia*, 58:253-267, 1999.
- GIOMO, G.S.; RAZERA, L.F.; GALLO, P.B. Beneficiamento e qualidade de sementes de café arábica. *Bragantia*, 6: 3291-297, 2004.
- HAZEL, L.N. The genetic basis for construction selection indices. *Genetics*, 28:476-490, 1943.
- HENDERSON, C.R. Unbiased estimation and prediction under selection model. *Biometrics*, 31:423-447, 1975.
- LANDE, R.; ARNOLD, S.J. The measurement of selection on correlated characters. *Evolution*, 37:1210-1226, 1983.
- LIN, C.Y. Index selection for genetic improvement of quantitative characters. *Theoretical and Applied Genetics*, 52:49-56, 1978.
- LITTELL, R. C. et al. *SAS for mixed models*. 2nd ed. Cary: SAS Institute, 2006. 817 p.
- MARIGUELE, K.H.; RESENDE, M.D.V. de; VIANA, J.M.S.; Silva FF, Silva PSL, Knop FC (2011) Methods of longitudinal data analysis for the genetic improvement of sugar apple. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:1657-1664.
- MAUCHLY, J.W. Significance test for sphericity of n-variate normal population. *Ann. Math. Stat.* 11:204-209, 1940.
- MENDES, F.F., RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.. Índice de seleção para escolha de populações segregantes de feijoeiro-comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44, 2009,
- MEDINA FILHO, H.P.; BORDIGNON, R.; GUERREIRO FILHO, O.; MALUF, M.P.; FAZUOLI, L.C. Breeding of Arabica coffee at IAC, Brazil: objectives, problems and prospects. *Acta Hortic.* 745:393-408, 2007.
- MIRANDA, J. M.; PERECIN, D.; PEREIRA, A. A. Produtividade e resistência à ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk et. Br.) de progênies F5 de Catuaí amarelo com Híbrido de Timor. *Ciência e Agrotecnologia*, 29: 1195-1200, 2005.
- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*, 7: 40-51, 1978.
- PIEPHO, H.P.; MOHRING, J. Selection in cultivar trials- is it ignorable? *Crop Science*, 46:192-201, 2006.
- PIEPHO, H.P.; MOHRING, J.; MELCHINGER, A.E.; BUSCHE, A. BLUP for phenotypic selection in plant breeding and variety testing. *Euphytica*, 161: 209-228, 2008.
- PINTO, M. F.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; REZENDE, J. C.; ANDRADE, V. T.; CARVALHO, J. P. F. Seleção de progênies de cafeeiro derivadas de Catuaí com Icatu e Híbrido de Timor. *Coffee Science*, 7: 215-222, 2012
- RAMALHO, M. A. P. et al. *Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas*. Lavras: UFLA, 2012. 522 p.
- ROSADO, L.D.S.; SANTOS, C.E.M. dos; BRUCKNER, C.H.; NUNES, E.S.; CRUZ, C.D. Simultaneous selection in progenies of yellow passion fruit using selection indices. *Revista Ceres Viçosa*, 59:95-101, 2012.
- RESENDE, M.D.V. de. Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético. Embrapa Florestas, Colombo, 2007, 561p.
- REZENDE, J. C. de ; BOTELHO, C.E.; OLIVEIRA, A. C. B. ; SILVA, F. L.; CARVALHO, G. R. ; PEREIRA, A. A.. Genetic progress in coffee progenies by different selection criteria. *Coffee Science*, 9: 347-353, 2014.
- SMITH, F. A discriminant function for plant selection. *Ann. Eugen.* 7: 240-250, 1937.
- SMITH, A.B.; CULLIS, B.R.; THOMPSON, R. The analysis of crop cultivar breeding and evaluation trials: an overview of current mixed model approaches. *Journal of Agricultural Science*, 143:449-462, 2005.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. *SAS/STAT 9.0: user' guide*. Cary, 2009. Software.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 3rd ed. New York: McGraw Hill, 1997. 666 p.
- VIANA, J.M.S.; FARIA, V.R.; FONSECA e SILVA, F.; RESENDE, M.D.V.de. Best linear unbiased prediction and family selection in crop species. *Crop Science*, 51:2371-2381, 2011.
- WHITE, T.L.; HODGE, G.R. Best linear prediction of breeding values in a forest tree improvement. *Theoretical and Applied Genetics*, 76:719-727, 1988.