

ÍNDICES DE SELEÇÃO PARA IDENTIFICAÇÃO DE PROGÊNIES SUPERIORES DE CAFÉ ARÁBICA¹

Bráulio Fabiano Xavier de Moraes²; Flávia Maria Avelar Gonçalves³; Marcell Philippe Cabral de Faria⁴; Vinícius Soares Giroto⁵; Davi Henrique Lima Teixeira⁶; César Elias Botelho⁷; Samuel Pereira de Carvalho⁸

¹ Trabalho financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG

² Doutorando, MSc., UFLA, Lavras-MG, Bolsista CNPq, brauliofxmoraes@gmail.com

³ Professora, DSc., UFLA, Lavras-MG, avelar@dbi.ufla.br

⁴ Graduando em Agronomia, PIBIC/FAPEMIG, UFLA, Lavras-MG, marcellcabral@hotmail.com

⁵ Graduando em Agronomia, BIC/FAPEMIG, UFLA, Lavras-MG, viniciusagroufla@hotmail.com

⁶ Doutorando, MSc., UFLA, Lavras-MG, Bolsista CNPq, davihlima@yahoo.com.br

⁷ Pesquisador, DSc., EPAMIG/URESMA, Lavras-MG, cesarbotelho@epamig.br

⁸ Professor, DSc., UFLA, Lavras-MG, samuelpc@dag.ufla.br

RESUMO: O objetivo foi selecionar progênies de cafeeiro com base em índices de seleção para caracteres de interesse e verificar a coincidência entre os mesmos. O experimento foi constituído de 45 progênies de F_{2,3} no delineamento de blocos completos casualizados. Foram avaliadas as características produção de café beneficiado (kg), porcentagem de grãos retidos em peneira 17, porcentagem de grãos granados e grãos cereja por cinco colheitas consecutivas (2008 a 2012). Os índices de seleção avaliados foram o índice clássico de Smith e Hazel, o índice clássico modificado com padronização dos dados fenotípicos, o índice da soma de postos de Mulamba e Mock e uma modificação do método a partir da transformação dos dados fenotípicos em postos. Foram identificadas progênies promissoras para futuros ciclos de seleção recorrente. A estimativa do coeficiente de correlação de Spearman entre os diferentes métodos foi variável, principalmente entre os métodos originais e os modificados. A coincidência das progênies selecionadas teve comportamento diferenciado entre os métodos. Houve variação na coincidência das progênies selecionadas pelos índices empregados.

PALAVRAS-CHAVE: Melhoramento de plantas, *Coffea arabica* e Seleção simultânea.

INDEXES OF SELECTION TO IDENTIFY SUPERIOR PROGENIES OF ARABICA COFFEE

ABSTRACT: The objective of this work was select coffee progenies based on index selection for trait of interest and check the coincidence between those indexes. The experiment consisted of 45 progenies of F_{2,3} in randomized complete block design. We evaluated the coffee beans yield (kg), grain percentage retained on sieve number 17, percentage of filled grains and the percentage of cherry fruit for five consecutive harvests (2008 to 2012). We evaluated the classical selection index of Smith and Hazel, the classical index modified by standardization of phenotypic data, the ratio of the sum of post Mulamba and Mock and a modification of this method by the transformation of the phenotypic data in posts. Promising progenies were identified for future cycles of recurrent selection. The coefficient of Spearman correlation between the different methods was variable, especially between original and modified methods. There was variation in the coincidence of selected progenies by the employed indices.

KEY WORDS: Plant breeding, *Coffea arabica* and Simultaneous selection.

INTRODUÇÃO

A seleção de um conjunto de caracteres de importância é necessária, visando ganhos adequados, simultaneamente, principalmente porque o objetivo do melhorista é agregar em único genótipo vários fenótipos favoráveis. A identificação de progênies superiores de café envolvendo vários caracteres é desejável em qualquer programa de melhoramento. Para isso, a utilização de índices de seleção é uma alternativa eficiente, pois permite combinar as múltiplas informações contidas na unidade experimental, de modo que seja possível a seleção com base no conjunto de variáveis (CRUZ; REGAZZI, 2004).

Existem diversas opções de índices de seleção na literatura. O primeiro índice de seleção proposto para a seleção de duas ou mais características correlacionadas foi o clássico (SMITH, 1936; HAZEL, 1943), com uso de variâncias e covariâncias genotípicas e fenotípicas. Porém, os grandes erros amostrais associados a estes parâmetros podem tornar esse índice menos efetivo em comparação a outros (CRUZ; CARNEIRO, 2006). O índice de Smith e Hazel é uma combinação linear das características ponderadas pelos coeficientes determinados, levando-se em conta as variâncias genéticas e fenotípicas entre os dados fenotípicos dos caracteres envolvidos.

Uma opção de índice de seleção de fácil utilização e interpretação é o índice de Mulamba e Mock (1978) que se caracteriza por eliminar a necessidade de estabelecer pesos econômicos e estimar variâncias e covariâncias (Atroch et al., 2010). Este índice, também conhecido por índice da soma de postos, é obtido após o ordenamento dos genótipos quanto ao caráter avaliado no sentido desejado, e posterior somatório das suas classificações. Uma modificação sugerida a este método é a transformação em posto dos dados das parcelas, em vez de obter os postos por meio das médias fenotípicas ajustadas (Ramalho et al., 2012a).

Dessa forma, objetivou-se nesse trabalho selecionar progênies de cafeeiro que apresentem alta produtividade de grãos, alta porcentagem de grãos retidos em peneira 17, alta porcentagem de grãos granados e grãos cereja por meio do emprego dos índices de Smith e Hazel com a adaptação do por meio da padronização dos dados fenotípicos, índice de Smith e Hazel obtido de forma habitual e o índice de soma de postos e sua modificação, na seleção de progênies.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 45 progênies $F_{2:3}$ do programa de seleção recorrente do cafeeiro da UFLA/EPAMIG, no delineamento de blocos completos casualizados com três repetições e parcelas constituídas de 12 plantas no espaçamento 3,5 x 0,7 metros. As progênies foram avaliadas quanto à produção de café beneficiado (kg.parcela^{-1}), porcentagem de grãos retidos em peneira 17, porcentagem de grãos granados e porcentagem de grãos cereja por cinco colheitas consecutivas (2008 a 2012). Para a avaliação da produção foi pesada a produção da parcela e retirada uma amostra de 1,5 litros para secagem e beneficiamento. Posteriormente foi calculado o rendimento do café em coco e o valor foi extrapolado para a parcela. A porcentagem de grãos retidos em peneira 17 foi estimada com o café beneficiado oriundo da amostra de 1,5 litros. E para avaliar a porcentagem de grãos granados foram contados 100 frutos cereja da amostra de 1,5 litros e colocados em água, sendo considerados granados os grãos que afundaram. Para avaliar a porcentagem de frutos cereja, foram contados o número de frutos cereja de cada amostra e feita a porcentagem em relação ao total.

Os dados referentes aos cinco anos de avaliação foram submetidos à análise de variância conjunta, tendo-se observado seus pressupostos, de acordo com o modelo estatístico adequado para este tipo de análise. A partir das esperanças dos quadrados médios, foram estimados os componentes de variância segundo Ramalho et al. (2012b).

Os índices de seleção avaliados foram o índice clássico de Smith (1936) e Hazel (1943), o índice clássico modificado com padronização dos dados fenotípicos, o índice da soma de postos de Mulamba e Mock (1978) e sua modificação a partir da transformação dos dados fenotípicos em postos. Foram atribuídos pesos econômicos iguais aos caracteres ($u_k=1$) para todas as metodologias empregadas. Com o intuito de comparar a classificação das progênies pelos índices originais e modificados, tanto para o Smith e Hazel e Mulamba e Mock foi verificada a correlação de Spearman. Todas as análises foram realizadas com uso do software estatístico R (R CORE TEAM, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores estimados para todos os índices estão dispostos na Tabela 1. De posse dos valores dos índices associados às progênies foi possível proceder à seleção para os caracteres simultaneamente por meio do ordenamento dos valores para cada um dos métodos.

Comparando-se os resultados constantes nesta tabela, verificou-se que com intuito de escolher as nove melhores progênies por meio do índice clássico (I_{SH}), ou seja, com emprego de intensidade de seleção de 20%, seriam selecionadas as progênies de número 42, 10, 8, 43, 41, 18, 36, 44 e 14, as quais tiveram maiores valores deste índice.

Quando se verifica o ranqueamento das mesmas 20% melhores progênies com base na modificação do índice de Smith e Hazel (I_{SH+}), tem-se que as progênies são as de número 8, 43, 10, 41, 42, 16, 34, 18 e 31, também apresentando maiores valores. Desse modo, dentre as melhores progênies, a coincidência entre as selecionadas pelos índices foi 66,6%.

Ao verificar o ranqueamento realizado pelo índice de soma de postos original (I_{MM}), as nove melhores progênies foram a 10, 18, 34, 16, 32, 39, 8, 17 e 23, enquanto das nove progênies selecionadas pelo método original, sete destas também seriam selecionadas com o emprego da modificação deste método (I_{MM+}), sendo estas progênies selecionadas de números 10, 18, 34, 16, 32, 41, 8, 17 e 11, indicando que a coincidência foi da ordem de 77,8%.

Ao confrontar os ranqueamentos das progênies pelos índices de Smith e Hazel original e modificado, observou-se elevada concordância na classificação das progênies, o que é evidenciado pela magnitude da estimativa da correlação de Spearman entre estas duas metodologias ($r=0,90$). Esta mesma situação foi verificada para o índice de Mulamba e Mock realizado de maneira habitual e sua modificação, no entanto a magnitude da correlação foi ainda maior ($r=0,98$), possibilitando inferir que estes métodos apresentam a mesma eficiência quanto às progênies selecionadas (Tabela 2).

A correlação entre os métodos do índice de Smith e Hazel, tanto o original quanto o modificado apresentou valores de moderada magnitude, porém negativa, quando comparado aos métodos, original e modificado, de Mulamba e Mock. No entanto, este fato já era esperado, pois o método proposto por Mulamba e Mock (1978) tem por princípio o somatório dos postos, ou seja, refere-se à posição ou ordem da progênie, enquanto o de Smith (1936) e Hazel (1943) é baseado na combinação linear dos valores genéticos. Desse modo, quanto menor for o valor do *rank* associado à progênie, maior será o desempenho desta tomando-se os quatro caracteres avaliados neste trabalho pelo método de Mulamba e Mock, já no de Smith e Hazel quanto maior o valor do índice associado à progênie, maior será seu desempenho.

Tabela 1. Valores do índice clássico (I_{SH}), índice clássico modificado (I_{SH+}), índice com base na soma de postos (I_{MM}) e índice de Mulamba e Mock modificado (I_{MM+}) das 45 progênies F_{2,3} de café arábica.

| Progênies | I_{SH} | I_{SH+} | I_{MM} | I_{MM+} | Progênies | I_{SH} | I_{SH+} | I_{MM} | I_{MM+} |
|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 1 | 49,14 | -0,94 | 145,00 | 136,00 | 24 | 54,12 | -0,11 | 84,00 | 91,00 |
| 2 | 42,58 | -1,28 | 154,00 | 160,00 | 25 | 53,84 | -0,38 | 109,00 | 120,00 |
| 3 | 55,00 | -0,13 | 120,00 | 118,00 | 26 | 56,45 | -0,21 | 109,00 | 118,00 |
| 4 | 59,63 | 0,31 | 76,00 | 85,00 | 27 | 53,36 | -0,81 | 160,00 | 162,00 |
| 5 | 60,86 | 0,46 | 112,00 | 94,00 | 28 | 57,33 | -0,04 | 131,00 | 131,00 |
| 6 | 56,70 | -0,21 | 147,00 | 145,00 | 29 | 57,36 | 0,25 | 121,00 | 111,00 |
| 7 | 46,73 | -0,87 | 103,00 | 103,00 | 30 | 43,45 | -1,24 | 126,00 | 130,00 |
| 8 | 67,98 | 1,07 | 60,00 | 60,00 | 31 | 57,05 | 0,62 | 84,00 | 74,00 |
| 9 | 56,47 | -0,16 | 86,00 | 90,00 | 32 | 58,50 | 0,30 | 54,00 | 52,00 |
| 10 | 68,81 | 0,82 | 24,00 | 33,00 | 33 | 55,86 | -0,38 | 99,00 | 105,00 |
| 11 | 60,32 | 0,57 | 72,00 | 63,00 | 34 | 58,18 | 0,66 | 45,00 | 43,00 |
| 12 | 54,78 | -0,20 | 65,00 | 63,00 | 35 | 55,14 | -0,21 | 89,00 | 86,00 |
| 13 | 56,04 | 0,39 | 66,00 | 80,00 | 36 | 63,51 | 0,27 | 68,00 | 67,00 |
| 14 | 62,44 | 0,30 | 74,00 | 81,00 | 37 | 49,11 | -0,57 | 128,00 | 125,00 |
| 15 | 61,67 | 0,03 | 91,00 | 94,00 | 38 | 56,08 | -0,10 | 81,00 | 84,00 |
| 16 | 60,89 | 0,70 | 51,00 | 50,00 | 39 | 62,25 | 0,25 | 57,00 | 66,00 |
| 17 | 59,73 | 0,54 | 64,00 | 62,00 | 40 | 50,42 | -0,48 | 132,00 | 131,00 |
| 18 | 64,86 | 0,65 | 34,00 | 33,00 | 41 | 65,48 | 0,78 | 66,00 | 54,00 |
| 19 | 44,43 | -1,15 | 99,00 | 91,00 | 42 | 70,36 | 0,77 | 77,00 | 79,00 |
| 20 | 55,73 | -0,25 | 122,00 | 121,00 | 43 | 65,94 | 0,82 | 89,00 | 85,00 |
| 21 | 51,07 | -0,15 | 81,00 | 82,00 | 44 | 63,11 | 0,36 | 76,00 | 81,00 |
| 22 | 43,59 | -1,15 | 123,00 | 119,00 | 45 | 56,92 | -0,14 | 122,00 | 118,00 |
| 23 | 55,76 | 0,20 | 64,00 | 64,00 | | | | | |

A moderada magnitude da correlação entre estes dois principais métodos pode estar associada à grande dificuldade na obtenção de estimativas fidedignas de variâncias e covariâncias genéticas e fenotípicas dos diferentes caracteres no método do índice clássico de Smith e Hazel, o que pode ter grande interferência nos resultados fornecidos pelo método (RAMALHO et al., 2012a). Isto também fica evidente quando se verifica a coincidência das nove progênies selecionadas entre os métodos foi de 33,3% comparando-se entre os métodos originais e entre os métodos modificados.

Tabela 2. Estimativas de correlações de Spearman entre os valores do índice clássico (I_{SH}), índice clássico modificado (I_{SH+}), índice com base na soma de postos (I_{MM}) e índice de Mulamba e Mock modificado (I_{MM+}) das 45 progênies F_{2,3} de café arábica

| | I_{SH} | I_{SH+} | I_{MM} | I_{MM+} |
|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| I_{SH} | 1,00 | 0,90* | -0,63* | -0,66* |
| I_{SH+} | | 1,00 | -0,75* | -0,80* |
| I_{MM} | | | 1,00 | 0,98* |
| I_{MM+} | | | | 1,00 |

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

O interesse primordial do trabalho foi selecionar as progênies mais promissoras para obtenção dos próximos ciclos de seleção recorrente do programa de melhoramento do cafeeiro da UFLA/EPAMIG a fim de resultar ganhos para todos os caracteres, desse modo não foi finalidade comparar os métodos para seleção simultânea de múltiplos caracteres. Diante do exposto, ficou evidente que as progênies 10, 18 e 8 são as mais promissoras para futuros ciclos de seleção recorrente, pois estas foram selecionadas em todas as metodologias avaliadas.

CONCLUSÕES

Foram identificadas progênes promissoras para futuros ciclos de seleção recorrente. A coincidência das progênes selecionadas entre os índices foi variável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG pelo apoio financeiro, ao CNPq pela concessão da bolsa e a CAPES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATROCH, A. L.; NACIMENTO FILHO, F. J.; RESENDE, M. D. V.; LOPES, R.; CLEMENT, C. R. Avaliação e seleção de progênes de meios-irmãos de guaranazeiro. *Revista de Ciências Agrárias* 53:123-130, 2010.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2ªed. Viçosa: UFV, v.2, 585p, 2006.
- CRUZ, C.D; REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, 480p, 2004.
- HAZEL, L. N. The genetics basics for constructing selections indexes. *Genetics*, v.28, p.476- 490, 1943.
- MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egypt Journal of Genetic and Cytology*, v.7, p.40-51, 1978.
- RAMALHO, M. A. P.; ABREU, Â. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. *Aplicações da Genética Quantitativa no Melhoramento de Plantas Autógamas*. 1ª ed. Lavras: UFLA, 2012a.
- RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. *Experimentação em genética e melhoramento de plantas*. 3ª ed. Lavras: UFLA, 328p, 2012b.
- R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>, 2013.
- SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. *Annual of Human Genetics*, v.7, p.240- 250, 1936.