

ESTIMATIVAS DE CORRELAÇÕES EM CAFÉ ARABICA NO PLANALTO DE CONQUISTA, ESTADO DA BAHIA

Lorêta Buuda da Matta¹, Adésio Ferreira², Sálvio G. Sales Júnior³, Gilberto S. Carvalho⁴, Sandro Correia Lopes⁵, Anselmo Eloy Silveira Viana⁶

¹Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Fitotecnia, Campus Viçosa, loreta@vicosa.ufv.br

²Universidade Federal de Viçosa, Campus Rio Paranaíba, adesio@ufv.br

³Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, salvio@bol.com.br

⁴Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola – EBDA/ Vitória da Conquista, ebdasgp@clubenet.com.br

⁵Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, slopes@uesb.br

⁶Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, aviana@uesb.br

Resumo- Os objetivos deste trabalho foram estimar as correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais e verificar suas significâncias, em dois grupos, quanto ao porte, de *Coffea arabica* conduzidos no município de Barra do Choça-BA. Foram analisadas oito características. Realizou-se a análise de variância individual, por grupo com base na média de parcelas, em blocos casualizados. Após estimaram-se as covariâncias de cada fonte de variação e posteriormente as correlações fenotípicas, genotípicas e ambiental. As significâncias das correlações foram avaliadas por bootstrap não-paramétrico. As correlações genotípicas foram superiores às correlações fenotípicas demonstrando maior influencia dos fatores genéticos que os ambientais. As correlações genética e ambiental significativas geralmente apresentaram sinais iguais indicando ausência de ação diferencial do ambiente. Os grupos exibem comportamentos diferenciados no ambiente, em questão, e devem ser estudados separadamente.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, melhoramento genético, bootstrap, testes de significância.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

A expansão da cafeicultura para regiões mais ao norte do país, como no caso da Bahia, necessita de estudos do comportamento e adaptação dos principais genótipos de café para as distintas condições edafoclimáticas regionais. Pois a expressão genética de um material através do aspecto fenotípico é diferenciada, dependendo dos fatores ambientais (CRUZ et al., 2004).

Os genótipos adequados em um ambiente específico devem proporcionar: produtos que atendam às exigências do consumidor; a garantia da sustentabilidade do ambiente; o maior retorno socioeconômico. Assim, tem-se dado atenção em programas de melhoramento de café, à melhoria de outras características agrônômicas além da produção, como: tipos de frutos; relação de rendimento; uniformidade de maturação; etc. Portanto torna-se necessária a quantificação e o conhecimento da natureza das correlações de diversas características entre si e com a produtividade.

As estimativas de correlação simples permitem avaliar a magnitude e o sentido das relações entre dois caracteres. Que do ponto de vista do melhoramento genético estas podem ser de natureza genética, fenotípica ou ambiental. A correlação genética explica os componentes

aditivos e a correlação ambiental os componentes não aditivos e as duas são determinantes da correlação fenotípica (KOMINAKIS, 2003). A correlação genética denota o grau de associação genética entre os caracteres, ou seja, quantifica a influência de determinada característica sobre uma outra, significando que, com correlação genética alta, a alteração em uma característica, via seleção, promove alteração significativa em outra correlacionada (RESENDE, 2002).

O estudo de correlações em programas de melhoramento genético permite, com o conhecimento prévio da existência da associação entre caracteres, efetuar seleção indireta de caracteres de difíceis mensurações e, ou de baixas herdabilidades, com base em outros mais facilmente avaliados e de altas herdabilidades, proporcionando maiores progressos genéticos com economia de tempo, mão-de-obra e recursos (CRUZ et al., 2004). É um dos parâmetros indispensáveis para o melhoramento de qualquer espécie, que por meio de seu conhecimento fornece subsídios para a seleção ou descarte de materiais genéticos (SIMMONDS, 1979).

Diante dos fatos este trabalho teve por objetivo estimar e efetuar testes de significâncias através da utilização do procedimento de bootstrap não-paramétrico, entre diversos caracteres, para correlações fenotípicas,

genotípicas e ambientais em dois grupos de *Coffea arabica*, quanto ao porte, para avaliar o comportamento dos materiais no Planalto de Conquista.

Metodologia

Foram introduzidos materiais promissores, obtidos junto a Institutos de Pesquisa e Universidades com relevantes trabalhos na pesquisa cafeeira. Após identificados quanto ao porte, foram selecionados 21 genótipos para o experimento de porte alto as seleções: IAC 376-4, IAC 379-19, IAC 388-17, UFV 2164-173, UFV 2153-71, UFV 2166-235, UFV 2165-320, UFV 2152-245, UFV 2151-143, UFV 2150-90, UFV 2190-194, UFV 2152-101, UFV 2163-66, Acaia IAC 474-19, Acaia Vermelho UFV 1150, Acaia UFV 474-4, da variedade mundo Novo, as seleções: Icatu Precoce IAC 3282, Icatu Amarelo IAC 2944, Icatu Vermelho IAC 2945, Icatu Vermelho IAC 4045, e a variedade Bourbon Amarela IAC J20. Para o experimento de porte baixo foram selecionados 30 genótipos, da variedade Catuaí Vermelho, as seleções: IAC 81, IAC 144, IAC 44, IAC 99, IAC 44 (testemunha), UFV 2144, UFV 2196, UFV 2145-77, UFV 2198, UFV 2194-338 e UFV 2142-81. Catuaí Amarelo, seleções: IAC 100, IAC 62, IAC 47, UFV 2155-55, UFV 2154-74, UFV F₆, UFV 2161-321, UFV 2146-245, UFV 2149-85, UFV 2156-255, UFV 2143-66, UFV 6770 e UFV 2148; completam a relação Obatã IAC 1669-20, Tupi IAC 1669-33, Topázio MG 1190, Rubi MG 1192, Oeiras MG 6851 e IAPAR 59.

Os experimentos foram instalados em abril de 2001 na fazenda experimental da EBDA (Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola), no município de Barra do Choça-BA, situado à latitude 14°51' Sul e longitude 41°08' Oeste com altitude local de 860m. Nos dois ensaios utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e quinze plantas por parcela, com espaçamento 4 x 0,8m no ensaio de porte alto e 3,5 x 0,7m no ensaio de porte baixo, sendo duas linhas laterais em cada ensaio e as três plantas iniciais e finais de cada linha útil consideradas bordaduras.

Os dados avaliados foram da terceira colheita, em que as características estudadas foram: altura em cm (ALT), diâmetro da copa (DCOP), diâmetro do caule (DCAU), relação café cereja café coco (CECO), relação café cereja café beneficiado (CEBE), relação café coco café beneficiado (COBE), produção café beneficiado (BENE), (BOIA) peso de café bóa em Kg.

A partir das análises de variância de cada uma das características estudadas, procedeu-se à análise da soma dos valores para duas

características, X e Y, de forma que as covariâncias ou produtos médios (PM) de cada fonte de variação pudessem ser estimado, conforme utilizado por Cruz et al. (2004), por meio de:

$$V(X + Y) = V(X) + V(Y) + 2Cov(X, Y)$$

e

$$Cov(X, Y) = \frac{V(X + Y) - V(X) - V(Y)}{2}$$

Por analogia com os quadrados médios, tem-se:

$$PM(X, Y) = \frac{QM(X + Y) - QM(X) - QM(Y)}{2}$$

em que, PM(X,Y) é o produto médio entre os caracteres X e Y.

A estimação dos coeficientes de correlações fenotípica, genotípica e de ambiente entre os caracteres foi realizada com base nas expressões:

- Correlação fenotípica

$$r_f = \frac{PMG_{XY}}{\sqrt{QMG_X QMG_Y}}$$

- Correlação genotípica

$$r_g = \frac{\hat{\phi}MG_{XY}}{\sqrt{\hat{\phi}MG_X \hat{\phi}MG_Y}}$$

- Correlação de ambiente

$$r_a = \frac{PMR_{XY}}{\sqrt{QMR_X QMR_Y}}$$

em que:

PMG_{XY} = produto médio entre os caracteres X e Y associados a genótipos;

PMR_{XY} = produto médio entre os caracteres X e Y associados ao resíduo;

$\hat{\phi}_{gxy}$ = estimador da covariância genotípica entre os caracteres X e Y;

e

$\hat{\phi}_{gx}$ e $\hat{\phi}_{gy}$ = estimadores das variâncias genotípicas dos caracteres X e Y.

As significâncias dos coeficientes de correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais foram avaliadas pela metodologia de bootstrap não-paramétrico. A qual efetuou-se a desestruturação do conjunto de dados via a permutação das informações de cada tratamento para uma das variáveis do par analisado, gerando novos conjuntos de dados, no caso específico 5000 réplicas (ou bootstrap), em que cada réplica de dados foi submetida à análise de variância, que proporcionaram 5000 novas estimativas de correlações.

Na realização das análises estatísticas, foi utilizado o aplicativo computacional em genética e estatística, denominado programa GENES (CRUZ, 2006).

Resultados

Analisando-se as magnitudes das correlações fenotípicas e genotípicas (Tabela 1), verificou-se que as correlações genotípicas superaram as correlações fenotípicas em 67,85% dos casos para porte alto e em 75% dos casos para porte baixo. Embora as correlações possam ser estudadas, ao nível de magnitude, deve-se dar atenção particular ao estudo das correlações significativas.

Tabela 1 - Estimativas de coeficientes de correlação fenotípica (r_f), genotípica (r_g) e ambiental (r_a), em dois grupos de *Coffea arabica*, quanto ao porte (alto e baixo) em uma colheita no município de Barra do Choça, BA

| | | | | | | |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| COBE X CECO | 0,28 | 0,36 | -0,25 ⁺ | -0,06 | -0,40 | 0,17 |
| COBE X BOIA | -0,19 | -0,33 | 0,21 | 0,69 ⁺⁺ | 0,81 ⁺⁺ | 0,45 ⁺⁺ |
| COBE X BENE | 0,09 | 0,12 | 0,04 | -0,25 | 0,06 | 0,50 ⁺⁺ |
| CECO X BOIA | -0,01 | 0,01 | 0,49 ⁺⁺ | 0,14 | 0,06 | 0,24 ⁺ |
| CECO X BENE | 0,01 | 0,03 | -0,25 ⁺ | -0,08 | 1,00 ⁺⁺ | 0,48 ⁺⁺ |
| BOIA X BENE | 0,82 ⁺⁺ | 0,94 ⁺⁺ | 0,43 ⁺⁺ | 0,33 ⁺ | 0,55 | 0,21 ⁺ |

++,+ - significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo método de bootstrap não-paramétrico com 5000 simulações; ALT - altura em cm; DCOP - diâmetro da copa; DCAU - diâmetro do caule; CECO - relação café cereja café coco; CEBE - relação café cereja café beneficiado; COBE - relação café coco café beneficiado; BENE - produção café beneficiado; BOIA - peso de café bôia em Kg.

| Combinação S | Porte Alto | | | Porte Baixo | | |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | r_f | r_g | r_a | r_f | r_g | r_a |
| ALT X DCOP | 0,64 ⁺⁺ | 0,59 | 0,73 ⁺⁺ | 0,41 ⁺ | 0,33 | 0,57 ⁺⁺ |
| ALT X DCAU | 0,76 ⁺⁺ | 0,77 ⁺⁺ | 0,77 ⁺⁺ | 0,01 | -0,26 | 0,31 ⁺⁺ |
| ALT X CEBE | 0,15 | 0,23 | 0,66 ⁺⁺ | 0,28 | 0,43 | 0,14 |
| ALT X COBE | 0,40 ⁺ | 0,49 | 0,25 ⁺ | 0,36 ⁺ | 0,46 | 0,16 |
| ALT X CECO | 0,11 | 0,19 | 0,88 ⁺⁺ | -0,05 | -0,19 | 0,06 |
| ALT X BOIA | 0,50 ⁺⁺ | 0,50 | 0,58 ⁺⁺ | 0,58 ⁺⁺ | 0,66 ⁺⁺ | 0,37 ⁺⁺ |
| ALT X BENE | 0,62 ⁺⁺ | 0,79 ⁺⁺ | 0,25 ⁺ | 0,17 | 0,13 | 0,26 ⁺⁺ |
| DCOP X DCAU | 0,84 ⁺⁺ | 0,90 ⁺⁺ | 0,75 ⁺⁺ | 0,14 | 0,04 | 0,21 ⁺ |
| DCOP X CEBE | -0,16 | -0,16 | 0,85 ⁺⁺ | 0,21 | 0,34 | 0,12 |
| DCOP X COBE | -0,44 ⁺ | -0,42 | 0,48 ⁺⁺ | 0,22 | 0,29 | 0,16 |
| DCOP X CECO | -0,13 | -0,14 | 0,63 ⁺⁺ | 0,04 | 0,07 | 0,03 |
| DCOP X BOIA | 0,65 ⁺⁺ | 0,80 ⁺⁺ | 0,38 ⁺⁺ | 0,57 ⁺⁺ | 0,68 ⁺⁺ | 0,46 ⁺⁺ |
| DCOP X BENE | 0,51 ⁺ | 0,69 ⁺⁺ | 0,19 | 0,62 ⁺⁺ | 1,00 ⁺⁺ | 0,29 ⁺⁺ |
| DCAU X CEBE | -0,04 | -0,02 | 0,59 ⁺⁺ | 0,04 | -0,07 | 0,11 |
| DCAU X COBE | -0,12 | -0,14 | -0,07 | 0,06 | 0,10 | 0,03 |
| DCAU X CECO | -0,03 | -0,01 | 0,61 ⁺⁺ | 0,00 | -0,35 | 0,14 |
| DCAU X BOIA | 0,72 ⁺⁺ | 0,80 ⁺⁺ | 0,49 ⁺⁺ | 0,11 | 0,11 | 0,14 |
| DCAU X BENE | 0,68 ⁺⁺ | 0,85 ⁺⁺ | 0,24 ⁺ | 0,09 | 0,13 | 0,08 |
| CEBEX COBE | 0,36 | 0,43 | 0,36 ⁺⁺ | 0,80 ⁺⁺ | 0,91 ⁺⁺ | 0,75 ⁺⁺ |
| CEBE X CECO | 1,00 ⁺⁺ | 1,00 ⁺⁺ | 0,76 ⁺⁺ | 0,54 ⁺⁺ | 0,03 | 0,77 ⁺⁺ |
| CEBE X BOIA | -0,03 | -0,02 | -0,30 ⁺ | 0,64 ⁺⁺ | 0,89 ⁺⁺ | 0,43 ⁺⁺ |
| CEBE X BENE | 0,03 | 0,04 | -0,21 ⁺ | -0,27 | 0,55 | 0,64 ⁺⁺ |

No estudo (Tabela 1), verificou-se que 23 correlações fenotípicas e 16 correlações genotípicas foram significativas a 5% ou 1% de probabilidade pelo teste de bootstrap, as demais demonstraram ausência de correlações. Das 23 correlações fenotípicas significativas apenas quatro, duas em cada grupo de café, foram de magnitude superior à correlação genotípica e destas combinações todas as quatro correlações genotípicas foram não significativas. Em relação às 16 correlações genotípicas significativas 15 foram superior à correlação fenotípica e destas combinações 2 correlações fenotípicas foram não significativas.

As estimativas obtidas dos coeficientes de correlações genotípica e de ambiente apresentaram concordância de sinais de 75% para porte alto e de 71,42% para porte baixo. Verificou-se que muitas destas correlações, ambientais e genotípicas, não foram significativas. A análise revelou que em cafeeiros de porte alto 24 correlações ambientais e 9 correlações genotípicas foram significativas e para porte baixo foram 16 ambientais e 7 genotípicas.

Em relação às correlações ambientais, para porte alto, 16 foram significativas com a ausência de correlação genotípica, como por exemplo, a combinação CECO X BENE. Para cafeeiros de porte baixo 9 correlações ambientais foram significativas com ausência de correlação genotípica.

No caso das correlações genotípicas (Tabela 1), para porte alto apenas a combinação DCOP X BENE foi significativa com a ausência de correlação ambiental. Para porte baixo não houve correlações genotípicas significativas com ausência de correlação ambiental.

Para os portes alto e baixo, 8 e 7 combinações respectivamente apresentaram correlações

ambientais e genotípicas significativas simultaneamente, como por exemplo, para combinação DCOP X BOIA em ambos os portes.

Discussão

Os resultados das comparações de correlações fenotípicas e genotípicas indicam que os fatores genéticos expressam maior influência que os fatores ambientais. A superioridade das correlações genotípicas é relevante, pois em programas de melhoramento a correlação genética é utilizada na orientação desses programas, por ser a única que envolve uma associação de natureza herdável. Sendo que em estudos genéticos é indispensável distinguir e quantificar o grau de associação genética e ambiental entre os caracteres (CRUZ et al., 2004). É possível que os baixos valores de correlações fenotípicas em relação às genotípicas sejam resultantes dos efeitos modificadores do ambiente na associação dos caracteres ao nível gênico (PANDEY, 1981).

Com exceção para DCOP X BOIA e DCOP X BENE, quando as correlações genotípicas apresentaram-se significativas em um grupo não foram simultaneamente significativas para o outro grupo demonstrando que os grupos respondem diferentemente no ambiente estudado.

A concordância dos sinais dos coeficientes de correlação genotípica e ambiental indicam pouca influência ambiental na associação entre os caracteres.

O resultado de correlações ambientais significativas com ausência de correlação genotípica evidencia-se a maior influência do ambiente nessas determinações. Segundo Falconer e Mackay (1996), o ambiente é causa de correlação quando dois caracteres estão influenciados pelas mesmas variações ambientais.

As características com correlações ambientais e genotípicas significativas simultaneamente, demonstram compartilhar ao menos uma proporção de genes envolvidos em suas expressões (ECOCHARD; RAVELOMANANTSOA, 1982).

Conclusão

Os fatores genéticos expressam maior influência que os fatores ambientais.

Os dados indicaram ausência de ação diferencial do ambiente.

Os grupos exibem comportamentos contrastantes no ambiente, em questão, e devem ser estudados separadamente.

Referências

- CRUZ, C.D. **Programa GENES: estatística experimental e matrizes**. Viçosa, 2006. 480p.
- CRUZ, C.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa, 2004. 480 p.
- ECOCHARD, R.; RAVELOMANANTSOA, Y. Genetic correlations derived from full-sib relationships in soybean (*Glycine max* Merr.). **Theoretical and Applied Genetics**, n.63, p.9-15, 1982.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4th, Longman. New York, 1996. 464p.
- KOMINAKIS, A.P., Phenotypic correlations as substitutes to genetic correlations in dairy sheep and goats. **J. Anim. Breed**, v.120, p.268-281, 2003.
- PANDEY, R.M. Genetic associations in *Amaranthus*. **Indian Journal of Genetics e Plant Breeding**, v.41, n.1, p.78-83, 1981.
- RESENDE, M.D.V. De. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, 2002. 975p.
- SIMMONDS, N.W. **Principles of crop improvement**. New York: Longman, 1979. 408p.