

Análise de Componentes Principais em Caracteres Morfológicos de *Coffea arabica* L.

Bráulio Fabiano Xavier de Moraes¹, Vinícius Teixeira Andrade², Luíz Gustavo Vieira Teixeira³, Alessandro Lara Teixeira⁴, Flávia Maria Avelar Gonçalves⁵, Juliana Costa de Rezende⁶

Resumo

Este trabalho teve como objetivo estudar quais caracteres morfológicos de maior importância na discriminação de genótipos de *Coffea arabica* L. Foram avaliados 250 acessos de *C. arabica* (cultivares, híbridos e alguns genótipos selvagens) oriundos do banco de germoplasma de café, instalado na fazenda experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, em Patrocínio, MG. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com duas repetições, espaçamento de 3,5 x 0,8 metros, com parcelas de dez plantas. Os caracteres morfológicos foram avaliados em 2006, 12 meses após a implantação da cultura, com as plantas ainda na fase juvenil. Por meio dos resultados é possível observar que o “comprimento do 1º ramo plagiotrópico”, “vigor”, “diâmetro do caule” e “número de nós do 1º ramo plagiotrópico” são as variáveis de maior importância na distinção dos materiais. Assim, podem-se concentrar maiores esforços na avaliação das mesmas, descartando a avaliação das outras variáveis.

Introdução

A busca por cultivares cada vez mais produtivas tem sido o principal foco dos programas de melhoramento do cafeeiro no Brasil (Martinez et al. 2007, Carvalho et al. 2010). Além da seleção direta baseada na produtividade, outras estratégias vêm sendo utilizadas em alguns programas de melhoramento a fim de maximizar os ganhos com a seleção. Isso inclui a avaliação de caracteres morfológicos a fim de discriminar melhor os genótipos estudados e identificar aqueles de maior importância na caracterização dos materiais genéticos. Essas ferramentas proporcionam aos melhoristas uma melhor orientação na escolha das melhores variáveis a serem utilizadas nos programas de melhoramento (Cruz et al. 2004).

A análise de componentes principais pode ser utilizada como critério para julgar a importância das próprias variáveis originais escolhidas, ou seja, as variáveis originais com maior peso (loadings) na combinação linear dos primeiros componentes principais são as mais importantes do ponto de vista estatístico (Moita Neto and Moita 1998). Apesar de ser uma técnica relativamente antiga (Jolliffe 1986), apenas recentemente, com o desenvolvimento de processadores computacionais mais rápidos, é que análises multivariadas puderam ser utilizadas rotineiramente e incorporadas às análises de dados (Hair et al. 1998).

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em Patrocínio, MG, situada nas coordenadas 18°56'38"S e 46°59'34"O. Foram avaliados 250 acessos de *Coffea arabica* L., representados por cultivares, híbridos e alguns genótipos selvagens introduzidos de outros países, oriundos do banco de germoplasma de café, instalado no ano de 2005, na fazenda experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, em Patrocínio, MG. O delineamento utilizado foi o blocos casualizados com duas repetições, espaçamento de 3,5 x 0,8 metros, com parcelas de dez plantas.

Os caracteres morfológicos foram avaliados em 2006, 12 meses após a implantação da cultura, com as plantas ainda na fase juvenil. Os caracteres avaliados foram: a) vigor vegetativo [VIGOR]; b) altura da planta [ALT]; c) diâmetro do caule [DIAM]; d) número de pares de ramos plagiotrópicos [NP(RP)]; e) comprimento

¹ Bolsista PIBIC/CNPq– Estudante de Agronomia - Universidade Federal de Lavras - UFLA, C.P. 3037, CEP: 37200-000. Lavras-MG. E-mail: brauliofxm@hotmail.com

² Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas - Universidade Federal de Lavras - UFLA, C.P. 3037, CEP: 37200-000. Lavras-MG. E-mail: viniciusandrade84@hotmail.com

³ Bolsista PIBIC/FAPEMIG – Estudante de Agronomia - Universidade Federal de Lavras - UFLA, C.P. 3037, CEP: 37200-000. Lavras-MG. E-mail: luguteixeira@yahoo.com.br

⁴ EMBRAPA Rondônia, BR 364 - Km 5,5 - Zona Rural, C.P. 127, CEP: 76815-800. Porto Velho-RO. Email: alexteixeira@cpafro.embrapa.br

⁵ Profa. Adjunto - Departamento de Biologia - UFLA, C.P. 3037, CEP: 37200-000. Lavras-MG. E-mail: avelar@dbi.ufla.br

⁶ EPAMIG, Campus da UFLA, Rodovia Lavras-Ijaci, km 02, C.P. 176, CEP: 37200-000. Lavras-MG. E-mail: julianacosta@epamig.br

do primeiro ramo plagiotrópico [COMP(1°RP)]; f) número de nós do primeiro ramo plagiotrópico [NN(1°PF)]; g) comprimento do quarto par de folhas [COMP(4°PF)]; h) largura do quarto par de folhas [LARG(4°PF)].

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com a significância dos efeitos verificada pelo teste F, a 5% de probabilidade. A acurácia seletiva (\hat{r}_{gg}) foi estimada para aferir a precisão experimental (Resende and Duarte 2007). As análises de variância foram realizadas no pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System). As correlações genotípicas e componentes principais foram realizadas utilizando-se o software GENES (Cruz 2006).

Resultados e Discussão

Todas as características estudadas apresentaram diferenças significativas entre genótipos ($p < 0,05$). As estimativas de acurácia foram de alta magnitude ($65 < \hat{r}_{gg} < 90$) para todas as variáveis em questão, indicando boa precisão experimental. O uso da acurácia, como medida de precisão experimental, sugerido por Resende and Duarte (2007), tem a vantagem de não depender da magnitude da média, o que proporciona maior segurança na utilização da expressão fenotípica como indicador da variação genotípica. Valores de acurácia acima de 70% indicam uma alta precisão experimental.

As estimativas dos autovalores com suas respectivas variâncias individuais e acumuladas estão apresentadas na Tabela 1. Os dois primeiros componentes principais explicaram 80,04% da variância total. Esse resultado pode ser considerado muito bom, visto que, segundo Cruz and Regazzi (2001) variações totais acima de 80% obtidos com os dois ou três primeiros componentes principais possibilitam a análise de grupos de genótipos utilizando gráficos de dispersão. O gráfico de dispersão, utilizando apenas os valores dos dois primeiros componentes principais, está representado na Figura 1.

Tabela 1. Estimativas da variância do autovalor, porcentagem da variância e variância acumulada dos componentes principais, obtidos de oito caracteres morfológicos de *Coffea arabica* L. Patrocínio - MG, 2010.

Variável Canônica	Autovalor	Variância (%)	Variância acumulada (%)
1	5.1041	63.8016	63.8016
2	1.2994	16.2421	80.0438
3	0.6916	8.6446	88.6884
4	0.2595	3.2436	91.9321
5	0.2273	2.8416	94.7737
6	0.1790	2.2377	97.0115
7	0.1472	1.8403	98.8517
8	0.0919	1.1483	100.00

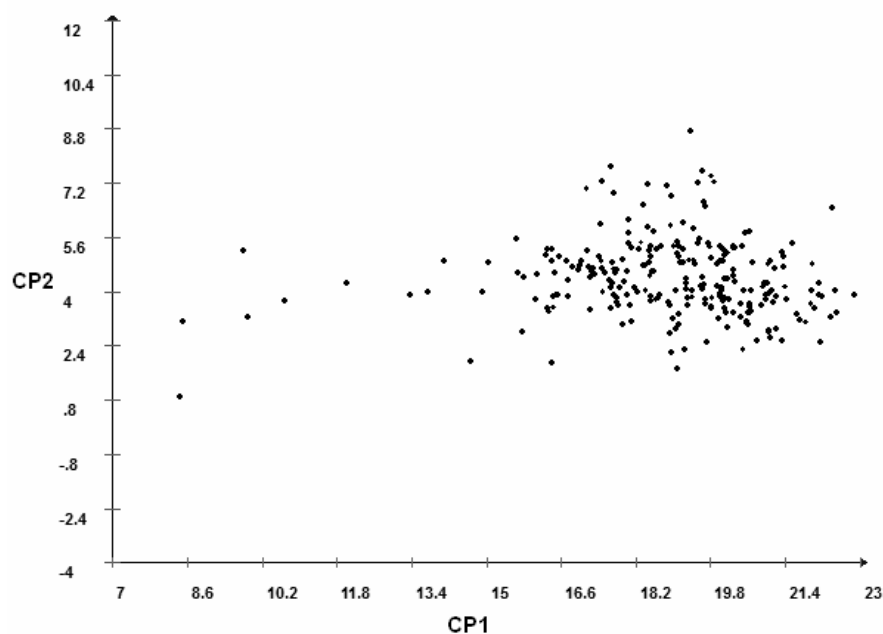


Figura 1. Gráfico de dispersão bidimensional obtido com os valores dos dois primeiros componentes utilizando 250 acessos de *Coffea arabica* L. Patrocínio - MG, 2010.

O primeiro vetor (Componente Principal 1 – CP1) explicou 63,80% da variabilidade total dos dados e as variáveis que tiveram maior peso na sua constituição foram, em ordem decrescente, as variáveis “comprimento do 1º ramo plagiotrópico”, “vigor”, “número de pares de ramos plagiotrópicos”, e por valores negativos as variáveis “comprimento do 4º ramo plagiotrópico”, “diâmetro do caule”, etc. (Tabela 2). Ou seja, como entre os valores mais altos obtidos (positivos e/ou negativos) estão as variáveis “comprimento do 4º ramo plagiotrópico” e “vigor”, essa componente principal explicou bem, ou diferenciou bem, os agrupamentos em função de características relacionadas ao porte vegetativo das plantas. O segundo vetor (Componente Principal 2 – CP2) explicou 16,24% da variabilidade dos dados e os valores mais altos (positivos e/ou negativos) foram obtidos com as variáveis “diâmetro do caule” e “número de nós do 1º ramo plagiotrópico”.

Por meio dos resultados é possível observar que o “comprimento do 1º ramo plagiotrópico”, “vigor”, “diâmetro do caule” e “número de nós do 1º ramo plagiotrópico” são as variáveis de maior importância na distinção dos materiais. Assim, podem-se concentrar maiores esforços na avaliação das mesmas, descartando a avaliação das outras variáveis.

Tabela 2. Estimativas dos autovetores (Componentes principais - CP) e os respectivos pesos de cada variável para sua constituição. Patrocínio - MG, 2010.

Variáveis [#]	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8
VIGOR	0.3859	0.3239	0.3996	0.3603	0.3824	0.3697	0.2886	0.3009
ALT	-0.0256	-0.0073	-0.1794	-0.3404	-0.0897	-0.3184	0.627	0.5905
DIAM	-0.3558	0.7636	0.0156	-0.3066	0.3466	-0.1909	-0.0301	-0.1963
NP(RP)	0.3508	-0.2201	-0.4101	-0.3997	0.626	0.132	-0.2779	0.1189
COMP(1ºRP)	0.6055	0.2082	-0.1969	0.288	-0.0472	-0.6531	-0.0252	-0.1975
NN(1ºRP)	-0.2763	-0.4591	0.385	0.1605	0.5396	-0.4513	0.1582	-0.1376
COMP(4ºRP)	-0.3784	0.0509	-0.6388	0.6156	0.1955	0.0712	0.0718	0.1369
LARG(4ºRP)	-0.1205	0.082	0.2117	0.1136	-0.0461	-0.2698	-0.6439	0.6569

[#]VIGOR: vigor vegetativo; ALT: altura da planta; DIAM: diâmetro do caule; NP(RP): número de pares de ramos plagiotrópicos; COMP(1ºRP): comprimento do primeiro ramo plagiotrópico; NN(1ºPF): número de nós do primeiro ramo plagiotrópico; COMP(4ºPF): comprimento do quarto par de folhas; LARG(4ºPF): largura do quarto par de folhas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Epamig e à UFLA pela disponibilização da infraestrutura e equipamentos, ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica do primeiro autor, à Fapemig pela concessão do auxílio coletivo para participação do evento e Secretaria da Ciência e Tecnologia do Estado de Minas Gerais pela viabilização financeira do projeto.

Referências

Carvalho AMD, Mendes ANG, Carvalho GR, Botelho CE, Gonçalves FMA, Ferreira AD (2010) Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira** **45**: 269-275.

Cruz CD (2006) **Programa Genes: Estatística experimental e matrizes**. Editora UFV, Viçosa, 285p.

Cruz CD and Regazzi AJ (2001) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV, Viçosa, 390p.

Cruz CD, Regazzi AJ and Carneiro PCS (2004) Divergência genética. In: Cruz CD, Regazzi AJ, Carneiro PCS (ed.) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento**. UFV, Viçosa, p. 377-413.

Hair JF, Black B, Babin B, Anderson RE and Tatham RL (1998) **Multivariate data analysis**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 730p.

Jolliffe IT (1986) **Principal component analysis**. Springer-Verlag, New York, 271p.

Martinez HEP, Augusto HS, Cruz CD, Pedrosa AW and Sampaio NF (2007) Crescimento vegetativo de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e sua correlação com a produção em espaçamentos adensados. **Acta Scientiarum Agronomy** **29**: 481-489.

Moita Neto JM and Moita GC (1998) Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. **Quimica Nova** **21**: 467-469.

Resende MDV and Duarte JB (2007) Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical** **37**: 182-194.