

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS PROMISSORES DE CAFÉ: UMA ABORDAGEM MULTIVARIADA

Luiz Ricardo NAKAMURA¹
Ezequiel Abraham López BAUTISTA¹²
Edilan de Sant'Ana QUARESMA¹³
Carlos Tadeu dos Santos DIAS⁴
Edin Francisco Orozco MIRANDA²

- RESUMO: Avaliou-se o comportamento de 44 genótipos de cafeeiros da espécie *C. arábica* provenientes do Brasil e uma testemunha local (variedade Caturra), nas condições edafoclimáticas do município de Barberena, Santa Rosa (Guatemala). O estudo foi conduzido na fazenda “Las Flores” (Barberena, Guatemala), no período de 2007 a 2011. As características estudadas foram classificadas como: a) de aspecto vegetativo; b) características do fruto e semente; e c) produção de café. Com a utilização das análises fatorial e de agrupamento, os genótipos foram divididos em seis grupos distintos e, dessa forma, foi possível a identificação dos genótipos de café promissores para a região em estudo.
- PALAVRAS-CHAVE: Análise de agrupamento; análise fatorial; *Coffea arábica* L.; melhoramento.

1 Introdução

O café (*Coffea arábica* L.) é uma planta originária da Etiópia, que pertence à família Rubiaceae e inclui mais de 6.000 espécies, entre árvores e arbustos tropicais.

¹Universidade de São Paulo – USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” – ESALQ, Programa de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação Agronômica, CEP: 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil. E-mail: lrnakamura@usp.br / ealbautis@usp.br / edilan@usp.br

²Universidad de San Carlos de Guatemala – USAC, Facultad de Agronomía, Código Postal: 01012, Guatemala, Guatemala, Guatemala. E-mail: edin@hotmail.com

³Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Instituto de Ciências da Educação, CEP: 68040-070, Santarém, Pará, Brasil.

⁴Universidade de São Paulo – USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” – ESALQ, Departamento de Ciências Exatas, CEP: 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil. E-mail: ctsdias@usp.br

A cultura do café na Guatemala vem sendo realizada desde o ano 1860, quando surgiram as maiores fazendas no planalto central, região das Verapaces, e na região montanhosa no litoral do Oceano Pacífico do país e, desde esse ano, tem se constituído como a principal cultura do país, pelo valor da sua produção e qualidade do grão, reconhecida internacionalmente (Asociación Nacional del Café - ANACAFE, 2004). Seu cultivo ocorre em locais com precipitação pluvial que varia entre 750 e 3.000 mm anuais, ainda que o melhor café da área seja produzido em regiões localizadas a altitudes de 1.200 a 1.700 m, onde a pluviosidade anual varia de 2.000 a 3.000 mm com temperatura média anual entre 16 °C e 22 °C (ANACAFE, 2004).

Segundo a ANACAFE (2011), a Guatemala é o sexto exportador mundial deste grão, com 3,6 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado exportadas na safra de 2010/2011. Esta cultura ocupa uma área de 262.500 hectares, com um rendimento médio de 974 kg ha⁻¹ de café cereja (Maga, 2011). No país estão registradas sete variedades, sendo as principais: Caturra, Catuai e Bourbon, que ocupam 25%, 25% e 30%, respectivamente, da área produtora nacional, pelo fato de seus grãos serem considerados de boa qualidade e apresentam as melhores características organolépticas que cumprem com os padrões internacionais para exportação. Os 20% restantes correspondem a outras variedades (Pache, Mundo Novo e Typica, principalmente), que já não são mais utilizadas nos principais países produtores do grão, por apresentarem problemas de susceptibilidade à pragas e doenças, e pela existência de novos genótipos com melhor potencial de rendimento (Soto, 2012).

Nesse contexto, a ANACAFE vem desenvolvendo trabalhos de introdução, avaliação e caracterização de genótipos de cafeeiros, com vistas a identificar genótipos adaptados às condições edafoclimáticas da Guatemala, com alto potencial produtivo, resistência e/ou tolerância às principais pragas e doenças, além de identificar grãos com bom aspecto comercial.

O estudo e a seleção de genótipos de diversas culturas vêm sendo realizados embasados em metodologias estatísticas multivariadas como, por exemplo, as apresentadas em Benitez et al. (2011), Bertini et al. (2010) e Caixeta et al. (2003). Seguindo esta linha, com o intuito de auxiliar na identificação de genótipos promissores de café na região em estudo, neste artigo, foram avaliadas 18 características quantitativas. Devido ao grande número de variáveis, foram empregadas as técnicas de análise fatorial (AF) e, posteriormente, a análise de agrupamento (AA) às variáveis mensuradas, viabilizando a obtenção dos genótipos de café mais promissores para a região da Guatemala.

2 Material e métodos

Foram avaliados 44 genótipos de cafeeiros da espécie *C. arábica* provenientes da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil e uma testemunha local. Na Tabela 1 são apresentadas as descrições dos genótipos avaliados no estudo, onde as letras “a” e “b” representam, respectivamente, árvores altas e baixas. Os genótipos identificados apenas por números apresentam altura uniforme.

Tabela 1 - Descrição dos genótipos avaliados no estudo

Genótipo	Cruzamento	Genótipo	Cruzamento
ICATU×CATIMOR		24	H-105-1-39 cv. 1
2	6-IV-5 cv.5	25	H-108-43-37 cv. 6
3	29-II-2 cv. 12	26b	H-105-1-39 cv. 12
4	13-I-2 cv. 2	27	H-107-47-2 cv. 14
5a	13-I-2 cv. 12	29b	H-141-10-10 cv. 18
6	15-II-5 cv. 4	31	H-140-3-41 cv. 8
7	6-IV-5 cv. 9	32b	H-130-65-45 cv. 10
8	28-II-2 cv. 7	33	H-145-17-17 cv. 10
9	15-I-4 cv. 17	34b	H-141-10-10 cv. 5
10	6-IV-5 cv. 4	35b	H-141-27-40 cv. 12
12	28-II-2 cv. 17	36	H-145-17-17 cv. 2
CATUAÍ 7		37a, 37b	H-141-27-40 cv. 7
13	CIA-1-41-19 cv. 3	40a, 40b	H-41-26-48 cv. 14
14	CIA-31-6-16 cv. 8	CATUAÍ MISTURA DE LINHAGENS	
15	CIA-16-55-9 cv. 6	41	CIA-1-41-23 cv. 73
16	CIA-15-20 cv. 11	42	CIA-1-41-23 cv. 186
17a, 17b	CIA-4-12 cv. 13	43	CIA-1-41-23 cv. 45
18	CIA-19-66-31 cv. 9	44	CIA-1-41-23 cv. 5
19	CIA mistura 1 cv. 13	45	CIA-1-41-23 cv. 180
20	CIA mistura 2 cv. 13	46b	CIA mistura da linhagem cv. 178
ICATU×RUBI; ICATU×TOPÁZIO;		47	CIA mistura da linhagem cv. 9
ICATU×CATUAÍ 62; ICATU×CATUAÍ 99		48	CIA mistura da linhagem cv. 127
21a, 21b	H-130-65-45 cv. 8	49	CIA mistura da linhagem cv. 69
22	H-144-17-46 cv. 8	50	CIA mistura da linhagem cv. 126
23a, 23b	H-144-17-46 cv. 1	51	Testemunha (variedade CATURRA)

Fonte: Soto, K. (2012)

O estudo foi conduzido no período de agosto de 2006 a dezembro de 2011 na fazenda “Las Flores”, localizada no município de Barberena, Departamento de Santa Rosa (Guatemala) entre as coordenadas geográficas 14°20’ latitude norte e 90°23’ longitude oeste, a uma altitude de 1.128 m. A precipitação anual média é de 1.900 mm e a temperatura média mensal de 22 °C. O processo de produção de mudas de café por sementes foi realizado em agosto de 2006. Em outubro de 2006 as plântulas (26 de cada genótipo) foram transplantadas à sacolas plásticas com substrato tipo lombricompost.

As mudas foram transplantadas para o lugar definitivo em junho de 2007 e utilizadas parcelas de 20 m² com vinte plantas de cada um dos genótipos estudados. No plantio e durante a condução do estudo foram realizadas adubações e tratamentos culturais conforme as recomendações comumente utilizadas para a cultura (Soto, 2012).

As seguintes características foram avaliadas:

a) Aspecto Vegetativo:

- X_1 : Diâmetro do caule, medido em mm, a 10 cm do solo;
- X_2 : Altura de planta no segundo ano, medida em cm, determinada a partir do nível do solo até a gema terminal;

- X_3 : Altura de planta no terceiro ano, medida em cm, determinada a partir do nível do solo até a gema terminal;
- X_4 : Número de ramas plagiotrópicas (média de dez plantas);
- X_5 : Comprimento das ramas plagiotrópicas, medido em cm desde a parte média da rama;
- X_6 : Número de folhas por rama;
- X_7 : Comprimento das folhas, medido em cm (média de vinte folhas maduras da parte média da planta);
- X_8 : Largura média das folhas, medida em cm (média de vinte folhas maduras da parte média da planta);
- X_9 : Área da folha, medida em cm^2 ;
- X_{10} : Comprimento do pecíolo, medido em cm (média de vinte folhas maduras da parte média da planta);

b) Características do fruto e semente:

- X_{11} : Comprimento do fruto, medido em mm (média de cinquenta frutos por genótipo);
- X_{12} : Largura do fruto, medido em mm (média de cinquenta frutos por genótipo);
- X_{13} : Comprimento da semente, medido em mm (média de cinquenta frutos por genótipo);
- X_{14} : Largura da semente, medida em mm (média de cinquenta sementes com umidade entre 10%-12%);

c) Produção de café cereja e coco:

- X_{15} : Peso fruto maduro (café cereja) na primeira colheita;
- X_{16} : Peso seco (café coco) na primeira colheita, medido em g;
- X_{17} : Peso seco (café coco) na segunda colheita, medido em g; e
- X_{18} : Peso seco (café coco) na terceira colheita, medido em g.

As colheitas foram efetuadas quando aproximadamente 80% dos frutos estavam maduros (cereja), nos meses de agosto a dezembro, em intervalos de quatro a cinco dias, nos períodos de produção 2009-2011. A produção da parcela foi pesada, obtendo-se a produção de café cereja, e em seguida submetida à secagem e beneficiamento, para a avaliação de produção de café coco.

Devido ao alto número de variáveis no problema em questão utilizou-se a análise fatorial (AF), um método estatístico multivariado cujo principal objetivo, assim como o da ACP, é o de explicar um determinado conjunto de dados (p -dimensional) em um número menor de dimensões (m -dimensional), ou fatores (Hair et al., 2005). A AF é interessante pois possibilita a rotação dos eixos após a geração

dos fatores até que estes sejam interpretáveis, uma vez que seu efeito final redistribui as variâncias dos fatores para atingir um padrão fatorial menos complexo. Dentre os métodos de rotação existentes, escolheu-se utilizar o critério Varimax (Kaiser, 1958), por ser um critério de otimização da variância.

Para o modelo fatorial, matematicamente, tem-se (Johnson e Wichern, 2007):

$$\mathbf{X}_{p \times 1} - \mu_{p \times 1} = \mathbf{L}_{p \times m} \mathbf{F}_{m \times 1} + \varepsilon_{p \times 1} \quad (1)$$

em que \mathbf{X} é um vetor de variáveis aleatórias observáveis p -dimensional, com vetor de média $\mu_{p \times 1}$ e matriz de covariâncias $\Sigma_{p \times p}$; \mathbf{L} é a matriz de cargas fatoriais que indicam a intensidade das relações entre as variáveis e os fatores - quanto maior uma determinada carga fatorial de uma variável qualquer em relação a um fator qualquer, maior a relação entre variável e fator (Firetti et al., 2010a) - \mathbf{F} é o vetor de fatores; e ε é o vetor de erros aleatórios.

Para a escolha do número m de fatores, neste artigo foram utilizados os seguintes critérios (Johnson e Wichern, 2007): i) Critério da raiz latente: consiste em reter no modelo todos os componentes com autovalores maiores ou iguais a um, quando a matriz de correlação ou equivalente a padronização das variáveis é utilizada; e ii) Análise da representatividade em relação a variância original: baseia-se em reter os m fatores que representam uma percentagem $\gamma \times 100\%$ da variância original dos dados.

Uma vez obtidos os fatores e seus escores, utilizou-se a análise de agrupamento (AA), a fim de se agrupar os genótipos em diferentes grupos, de forma que cada grupo possuísse características distintas e que estes grupos fossem capazes de determinar a qualidade de um determinado genótipo. O método utilizado foi o de Ward devido ao seu forte apelo estatístico envolvido em seu processo de cálculo que utiliza a análise de variância para a realização do agrupamento dos indivíduos (genótipos). Um indivíduo somente é alocado à um grupo se ele vier contribuir com uma menor variabilidade nesse grupo. Exemplos das aplicações deste método podem ser obtidos em Araújo et al. (2012), Carneiro et al. (2012), Daiuto et al. (2012), entre outros.

As análises e os resultados da pesquisa foram obtidos utilizando-se o *Statistical Analysis Software* (SAS), versão 9.3 (SAS INSTITUTE, 2013).

3 Resultados e discussão

Primeiramente foram calculadas estatísticas descritivas (média, desvio padrão, assimetria e curtose) para cada uma das variáveis em estudo (Tabela 2) e pôde-se observar que apenas as variáveis X_{15} , X_{16} , X_{17} e X_{18} possuem desvio padrão elevado quando comparado às suas respectivas médias. Este resultado já era esperado, pois essas quatro variáveis, como já citado neste texto, fazem referências ao peso dos frutos em diferentes colheitas que usualmente possuem discrepâncias entre si, dado que a produção de cada árvore em cada ano depende em grande medida das condições climáticas e da adaptação de cada material avaliado (Manchego et al., 1999).

Tabela 2 - Estatísticas descritivas acerca das variáveis quantitativas em estudo

Variável	Média	Desvio Padrão	CV(%)	Assimetria	Curtose
X_1	14,54	2,36	16,23	0,24	0,48
X_2	74,62	9,47	12,69	0,29	0,30
X_3	161,84	27,61	17,06	1,04	0,85
X_4	7,46	1,35	18,10	0,31	0,18
X_5	56,00	11,34	20,25	2,18	6,01
X_6	6,15	1,17	19,02	0,90	0,64
X_7	16,27	1,07	6,58	0,03	0,08
X_8	7,54	0,52	6,90	0,08	-0,36
X_9	96,73	12,40	12,82	0,18	-0,03
X_{10}	0,80	0,07	8,75	-0,05	0,87
X_{11}	12,77	0,95	7,44	-1,21	2,17
X_{12}	12,47	1,18	9,46	1,07	6,99
X_{13}	0,64	0,06	9,38	0,57	0,18
X_{14}	0,41	0,04	9,76	0,29	0,55
X_{15}	215,10	137,29	63,83	0,97	1,41
X_{16}	62,72	59,33	94,60	1,74	3,63
X_{17}	212,95	245,28	115,18	1,95	4,77
X_{18}	331,94	354,62	106,83	1,59	2,12

No que se refere à assimetria e curtose, as variáveis X_3 , X_5 , X_{12} , X_{16} , X_{17} e X_{18} são positivamente assimétricas, ou seja, possuem um acúmulo de observações à esquerda de sua distribuição. A variável X_{11} é negativamente assimétrica e possui curtose numericamente elevada, evidenciando o acúmulo de observações à direita de sua distribuição. As distribuições não-gaussianas não interferem no processo da AF por meio de componentes principais.

Após a análise descritiva das variáveis calculou-se o valor da medida de adequação da amostra (MSA), que é utilizada para a validação da utilização da AF em uma determinada análise (Kaiser, 1974). Como o MSA neste problema foi de 0,54 considera-se que a aplicação da AF é razoável. Para a escolha de fatores, observou-se que seis fatores possuíam autovalores associados maiores do que um (dados, respectivamente por: 3,64; 3,45; 2,16; 1,87; 1,52; e 1,10), acumulando um total de 76,47% de variância explicada. Mardia et al. (1992) sugerem a utilização de, no mínimo, 70% da variância explicada. Essa margem é refletida em diversos trabalhos na literatura como, por exemplo, Fernandes et al. (2005), Firetti et al. (2012) e Monteiro e Pinheiro (2004). Portanto, por meio dos dois critérios pré-estabelecidos neste trabalho, escolheu-se trabalhar com seis fatores.

Após a escolha do número de fatores calculou-se a matriz fatorial com rotação Varimax (Tabela 3). Observa-se pela Tabela 3 que as variáveis foram bem distribuídas nos seis fatores retidos no modelo. As cargas fatoriais, destacadas

em negrito, contribuíram para a nomeação de cada um dos fatores como: i) Fator 1: folha; ii) Fator 2: estrutura da planta; iii) Fator 3: pesos da 2ª e 3ª colheita; iv) Fator 4: fruto; v) Fator 5: peso da 1ª colheita; e vi) Fator 6: semente.

Tabela 3 - Matriz fatorial rotacionada pelo critério Varimax

Variável	Fator					
	1	2	3	4	5	6
X_1	0,08	0,43	0,43	0,32	-0,02	-0,14
X_2	0,37	0,44	0,33	0,31	-0,18	-0,45
X_3	0,42	0,64	0,02	-0,04	-0,07	-0,26
X_4	-0,27	0,69	0,37	0,04	0,13	0,02
X_5	-0,11	0,82	-0,03	-0,05	-0,08	-0,27
X_6	0,02	0,72	-0,03	-0,06	-0,21	-0,21
X_7	0,92	0,01	0,16	-0,04	0,01	0,22
X_8	0,94	-0,08	0,04	-0,01	0,10	-0,08
X_9	0,98	-0,05	0,10	-0,03	0,05	0,07
X_{10}	0,11	-0,74	0,23	-0,09	-0,21	-0,30
X_{11}	-0,01	-0,05	-0,05	0,92	-0,01	0,01
X_{12}	-0,07	0,04	-0,01	0,87	0,09	-0,03
X_{13}	0,09	-0,18	0,05	0,23	-0,37	0,64
X_{14}	0,12	-0,15	0,01	-0,14	-0,10	0,77
X_{15}	0,02	-0,01	0,02	0,17	0,86	-0,17
X_{16}	0,14	-0,11	0,32	-0,06	0,78	-0,06
X_{17}	0,11	0,08	0,86	-0,07	0,12	0,15
X_{18}	0,15	-0,13	0,92	-0,03	0,15	-0,10

A nomeação dos fatores foi realizada de forma simples e objetiva, pois a aplicação da AF nos dados em estudo separou de forma coerente as variáveis originais utilizadas. Após a nomeação dos fatores foram calculados os escores de cada genótipo nos seis fatores e, utilizando esses escores, foi realizado o agrupamento dos indivíduos pelo método hierárquico de Ward (Figura 1), baseado nas afirmações de Johnson e Wichern (2007) que explicitam a possibilidade da utilização dos escores fatoriais como observações na análise de agrupamento. Resultados satisfatórios, de acordo com diferentes objetivos, foram encontrados na literatura utilizando este tipo de procedimento, como em Firetti et al. (2010a, 2010b) e Llanillo et al. (2006).

Nota-se que ao ser utilizado o valor de 0,05 como “corte” no dendrograma (Figura 1), formam-se seis grupos de características distintas que aloca genótipos similares. As características dos grupos formados quando comparados aos demais grupos são (Tabela 4 e Apêndice - Figura 2): i) Grupo 1: baixo número de folhas e baixo peso na 1ª colheita - Genótipos: 2, 18, 22, 24, 26b, 38, 39; ii) Grupo 2: alto peso na 2ª e 3ª colheita e alto número de frutos - Genótipos: 13, 14, 23b, 25, 31, 34b, 40b; iii) Grupo 3: alto número de folhas, baixo peso na 1ª colheita e alto

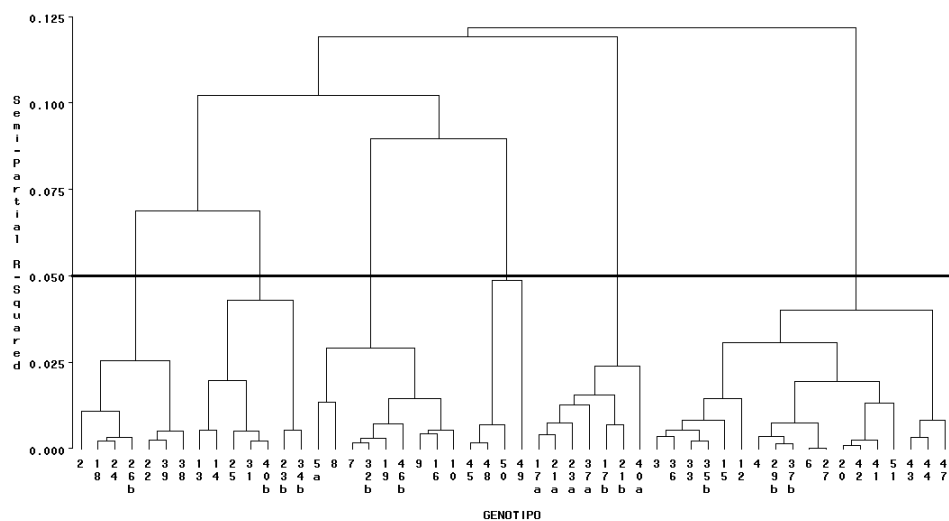


Figura 1 - Dendrograma obtido utilizando o método de ligação de Ward para os escores fatoriais.

número de sementes - Genótipos: 5a, 7, 8, 9, 10, 16, 19, 32b, 46b; iv) Grupo 4: baixo número de frutos e alto número de sementes - Genótipos: 45, 48, 49, 50; v) Grupo 5: plantas com estrutura alta - Genótipos: 17a, 17b, 21a, 21b, 23a, 37a, 40a; vi) Grupo 6: alto peso na 1ª colheita - Genótipos: 3, 4, 6, 12, 15, 20, 27, 29b, 33, 35b, 36, 37b, 41, 42, 43, 44, 47, 51.

De maneira geral, pode-se afirmar que os genótipos que compõem o Grupo 1 são os menos recomendados, pois além de possuírem folhagem reduzida - o que implica taxa fotossintética baixa e, portanto, baixa produtividade - ainda apresentam baixo peso na 1ª colheita.

Embora o Grupo 3 possua baixo peso, também na primeira colheita, possui alto número de folhas e alto número de sementes, então os genótipos que o compõem poderiam continuar sendo avaliados. O Grupo 6, onde a testemunha local ficou presente, merece especial atenção, já que os genótipos apresentam alto peso na 1ª colheita. O Grupo 2 é o grupo de genótipos promissores para a região em estudo, por possuírem alto peso tanto na 2ª, como na 3ª colheita. Finalmente, pode-se observar que os genótipos que apresentam as codificações “a” e “b” não necessariamente pertencem ao mesmo grupo, como por exemplo, o genótipo 23 (a e b), em que as árvores altas pertencem ao Grupo 5 e as árvores baixas ao Grupo 2.

Tabela 4 - Médias e desvios-padrão (em parênteses) de cada variável em estudo para cada um dos seis grupos identificados

Variável	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
X_1	13,04(1,33)	17,03(1,74)	13,58(1,75)
X_2	65,67(7,27)	80,76(9,81)	74,32(7,55)
X_3	137,63(12,62)	155,95(16,57)	165,85(31,04)
X_4	7,18(0,85)	8,62(1,33)	6,33(1,00)
X_5	51,86(6,57)	54,14(4,02)	51,33(6,34)
X_6	6,14(1,46)	6,14(0,90)	6,06(0,81)
X_7	14,71(0,74)	15,82(0,66)	17,43(0,90)
X_8	6,77(0,19)	7,39(0,50)	7,90(0,53)
X_9	78,21(5,39)	92,01(9,62)	108,38(11,58)
X_{10}	0,82(0,06)	0,80(0,07)	0,80(0,09)
X_{11}	12,82(0,36)	13,43(0,45)	13,22(0,53)
X_{12}	12,30(0,60)	13,68(1,80)	12,58(0,51)
X_{13}	0,65(0,06)	0,65(0,06)	0,71(0,06)
X_{14}	0,41(0,05)	0,39(0,02)	0,43(0,02)
X_{15}	100,81(92,83)	199,46(72,36)	99,42(47,47)
X_{16}	21,61(20,69)	59,22(48,07)	18,50(10,33)
X_{17}	48,48(76,64)	393,47(274,74)	185,99(178,20)
X_{18}	73,91(86,94)	710,59(346,90)	216,95(184,53)
Variável	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
X_1	12,57(2,11)	16,62(2,79)	14,27(1,80)
X_2	67,40(8,03)	83,44(7,89)	74,03(7,94)
X_3	151,83(20,15)	204,46(22,58)	157,19(19,22)
X_4	7,63(0,48)	9,14(1,03)	7,00(1,01)
X_5	54,00(2,00)	78,86(14,32)	52,22(4,62)
X_6	5,50(0,58)	8,00(0,96)	5,64(0,76)
X_7	16,63(0,73)	16,20(0,65)	16,42(0,80)
X_8	7,51(0,34)	7,53(0,31)	7,73(0,40)
X_9	98,26(8,64)	95,87(6,96)	99,95(9,54)
X_{10}	0,81(0,06)	0,70(0,08)	0,83(0,05)
X_{11}	10,46(0,63)	12,69(0,45)	12,80(0,87)
X_{12}	10,15(0,32)	12,58(0,53)	12,50(0,85)
X_{13}	0,63(0,08)	0,60(0,04)	0,61(0,03)
X_{14}	0,46(0,04)	0,38(0,04)	0,40(0,03)
X_{15}	120,20(39,50)	230,75(93,02)	338,46(127,95)
X_{16}	26,52(7,67)	42,02(16,21)	118,29(62,84)
X_{17}	374,35(571,53)	187,12(129,94)	194,35(203,76)
X_{18}	498,99(703,94)	189,57(245,07)	360,78(313,42)

Conclusões

Por meio da metodologia proposta, foi possível dividir os 44 genótipos em estudo e a testemunha local em seis grupos fenotípicos distintos, de acordo com as 18 características quantitativas coletadas. Dentre os grupos formados, o Grupo 2, composto por sete genótipos (13, 14, 23b, 25, 31, 34b e 40b), seria o mais promissor para a região em estudo.

NAKAMURA, L. R.; BAUTISTA, E. A. L.; QUARESMA, E. S.; DIAS, C. T. S.; MIRANDA, E. F. O. Selection of promising coffee genotypes: a multivariate approach. *Rev. Bras. Biom.*, São Paulo, v.31, n.4, p.516-528, 2013.

■ **ABSTRACT:** The behavior of 44 genotypes of *C. arábica* species from Brazil and a local control (variety Caturra) was evaluated under the edaphoclimatic conditions of Barberena, Santa Rosa (Guatemala). This study was carried out in the farm "Las Flores" (Barberena, Guatemala), in years 2007 to 2011. The characteristics on study were classified as: a) of vegetative aspect; b) characteristics of the fruit and seed; and c) production of coffee. Using factor and cluster analysis the genotypes were divided into six different groups and thus it was possible to identify which genotypes were promising for the region in study.

■ **KEYWORDS:** Cluster analysis; Factor analysis; *Coffea arábica* L.; Breeding.

Referências

ANACAFE - Asociación Nacional del Café. *Manual de caficultura, datos socioeconómicos del cultivo del café en Guatemala*. Guatemala, 2004. 52p.

ANACAFE - Asociación Nacional del Café. Análisis de Mercado ¿Qué hace diferente el 2011 de los años 1997 y 1977 en el mundo del café? *Revista El Cafetal*, Guatemala, v.30, p.18-20, 2011.

ARAÚJO, W. S.; SOUSA, F. A. S.; BRITO, J. I. B.; LIMA, L. M. Aplicação de wavelets a grupos homogêneos pluviais no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v.5, n.4, p.741-760, 2012.

BENITEZ, L. C.; RODRIGUES, I. C. S.; ARGE, L. W. P.; RIBEIRO, M. V.; BRAGA, E. J. B. Análise multivariada da divergência genética de genótipos de arroz sob estresse salino durante a fase vegetativa. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.42, n.2, p.409-416, 2011.

BERTINI, C. H. C. M.; ALMEIDA, W. S.; SILVA, A. P. M.; SILVA, J. W. L.; TEÓFILO, E. M. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.32, n.4, p.613-619, 2010.

- CAIXETA, R. P.; TRUGILHO, P. F.; ROSADO, S. C. S.; LIMA, J. T. Propriedades e classificação da madeira aplicada à seleção de genótipos de Eucalyptus. *Revista Árvore*, Viçosa, v.27, n.1, p.43-51, 2003.
- CARNEIRO, R. F. V.; CARDOZO JÚNIOR, F. M.; PEREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. S. F.; SILVA, G. A. Fungos micorrízicos arbusculares como indicadores da recuperação de áreas degradadas no Nordeste do Brasil. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.43, n.4, p.648-657, 2012.
- DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; VILEIGAS, D. F.; CARVALHO, L. R. Estabilidade do guacamole refrigerado elaborado com abacate “Hass” e diferentes formulações. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, Araraquara, v.23, n.2, p.195-204, 2012.
- FERNANDES, E. A.; CUNHA, N. R. S.; SILVA, R. G. Degradação ambiental no Estado de Minas Gerais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v.43, n.1, p.179-198, 2005.
- FIRETTI, R.; BEZERRA, L. M. C.; FACHINI, C.; TURCO, P. H. Análise de variáveis estratégicas para o desenvolvimento da agropecuária do Pontal do Paranapanema. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v.50, n.1, p.141-156, 2012.
- FIRETTI, R.; NAKAMURA, L. R.; CARVALHO FILHO, A. A.; OLIVEIRA, E. C. Agrupamento de municípios da 10^a Região Administrativa do Estado de São Paulo em função dos vínculos empregatícios rurais e urbanos. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010a, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: UCDB, 2010a, p.1-20.
- FIRETTI, R.; SEREIA, V. J.; OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO FILHO, A. A.; PINATTI, E. Similaridades entre municípios do Pontal do Paranapanema: análise de agrupamento em função de características da agropecuária regional. *Revista de Economia Agrícola*, São Paulo, v.57, n.1, p.19-33. 2010b.
- HAIR, J. F.; TATHAM, R. L.; ANDERSON, R. E.; BLACK, W. C. *Análise multivariada de dados*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.
- KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, New York, v.23, n.3, p.187-200, 1958.
- KAISER, H. F. An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, New York, v.39, n.1, p.31-36, 1974.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. *Applied multivariate statistical analysis*. 6. ed. New Jersey: Upper Saddle River, 2007. 773p.
- LLANILLO, R. F.; DEL GROSSI, M. E.; SANTOS, F. O.; MUNHOS, P. D.; GUIMARÃES, M. F. Regionalização da agricultura do Estado do Paraná, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.1, p.120-127, 2006.
- MAGA - Ministerio de Agricultura de Guatemala. Dirección de Planeamiento. El Agro em Cifras, Guatemala, abril 2011. Acesso em: 23/03/2011. Disponível em:

< <http://www.maga.gob.gt/portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/2010/2012/PDFs/elagroencifras.pdf> >

MANCHEGO, R.; BUSTAMANTE, J.; GARNICA, J. Evaluación agronómica de ocho líneas de café (*Coffea arabica* L.) resistentes a roya en la localidad El Playón, Estado Mérida. *Bioagro*, Barquisimeto, v.11, n.3, p.97-102, 1999.

MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. *Multivariate analysis*. London: Academic Press, 1992. 518p.

MONTEIRO, V. P.; PINHEIRO, J. C. V. Critério para implantação de tecnologias de suprimentos de água potável em municípios cearenses afetados pelo alto teor de sal. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v.42, n.2, p.365-387, 2004.

SAS INSTITUTE. *SAS/STAT User's Guide: version 9.3*. Cary: North Carolina, 2013.

SOTO, K. *Selección de genótipos promisorios de café (Coffea arabica L.) basados en características de resistencia a plagas, enfermedades, morfología, rendimiento y calidad de grano, en finca "Las Flores", Barberena, Santa Rosa (Guatemala)*. 2012. 94 p. Monografía (Engenharia Agrônoma) - Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas, Guatemala, 2012.

Recebido em 22.10.2013.

Aprovado após revisão em 17.02.2014.

APÊNDICE

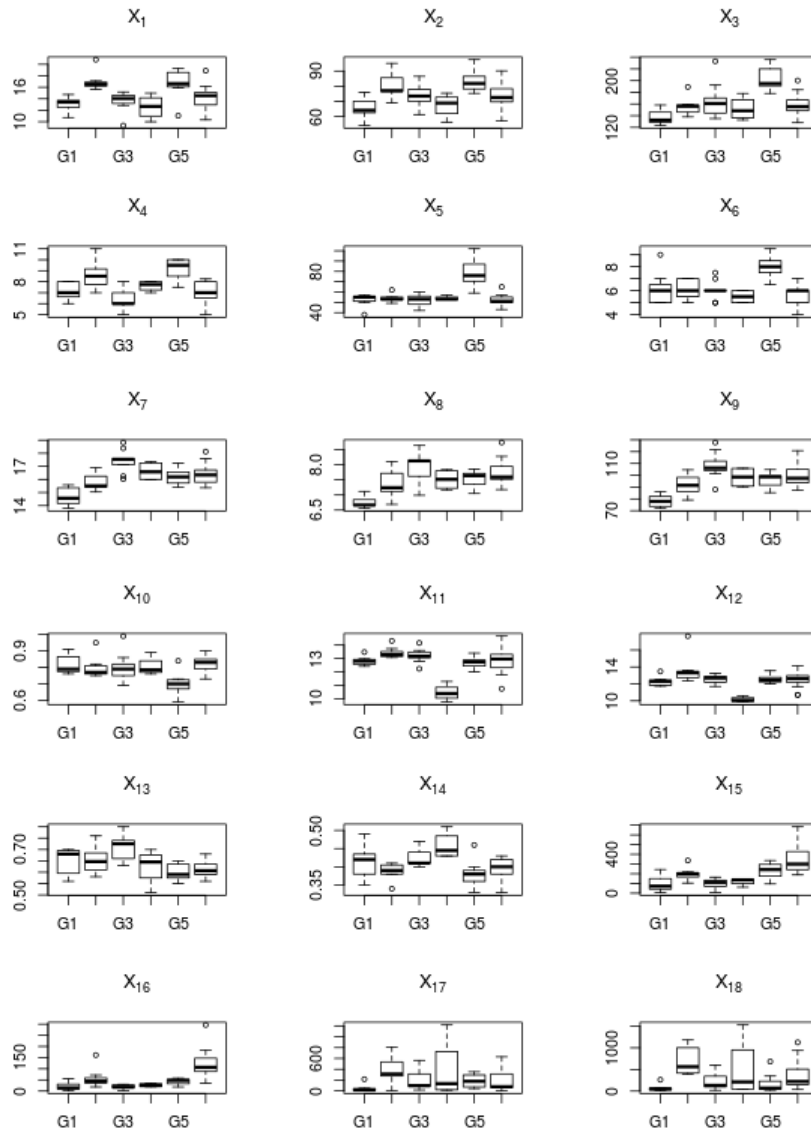


Figura 2 - Gráficos de caixa de cada variável em estudo para os diferentes grupos identificados.