

Eficiência dos descritores de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) na discriminação de linhagens de “Catimor”

Liv Soares Severino¹, Ney Sussumu Sakiyama^{1*}, Antônio Alves Pereira², Glauco Vieira Miranda¹, Laércio Zambolim¹ e Ubiratan Vasconcelos Barros³

¹Universidade Federal de Viçosa, 36571-000 Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ²Epamig, CTZM, 36571-000 Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ³Centro Experimental Elói Heringer, 36972-000 Martins Soares, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência.

RESUMO. Vinte e seis descritores foram utilizados na diferenciação de linhagens de “Catimor”, *Coffea arabica* L. (Rubiaceae). Estes descritores foram avaliados de acordo com as estimativas de herdabilidade, de dissimilaridade entre as linhagens irmãs, de dissimilaridade entre as famílias de linhagens irmãs e a análise de agrupamento, considerando-se a genealogia como padrão de agrupamento. Várias características incluídas nos descritores de cafeeiros apresentaram altas herdabilidades, o que as indicam para serem usadas rotineiramente nos programas de melhoramento. Mesmo considerando apenas os descritores com herdabilidades acima de 80%, não foi possível distinguir todas as linhagens de café coerentemente com os dados de genealogia. O descritor cor do broto teve grande efeito na estimação das distâncias genéticas e no agrupamento das linhagens, mostrando a importância da utilização de descritores alternativos, de herança simples, como os marcadores de DNA, na distinção entre linhagens de café geneticamente próximas.

Palavras-chave: café, descritores de *Coffea*; cultivares de café.

ABSTRACT. Efficiency of the coffee tree (*Coffea arabica* L.) descriptors to distinguish “Catimor” lines. Twenty six descriptors were used to distinguish Catimor, *Coffea arabica* L., (Rubiaceae) lines. These descriptors were evaluated according to the heritability, the dissimilarity among sibling lines, the dissimilarity among sibling line families, and the cluster analysis, taking the genealogic information as clustering standard. Many characteristics listed among the coffee tree descriptors presented high heritability, showing that they can be used routinely in the breeding programs. Coffee lines were not all distinguished in accordance to the genealogy, neither with high heritability descriptors use only (above 80%). The young leaf color descriptor highly effected the estimation of the genetic distances and the lines clustering, showing the importance of using single inherited alternative descriptors, such as the DNA markers, to distinguish coffee lines that are genetically related.

Key words: coffee, *Coffea* descriptors, coffee tree cultivars.

Introdução

A partir de 25 de abril de 1997, com a vigência da Lei nº 9.456, de Proteção de Cultivares, o Brasil passou a contar com um novo mecanismo legal para proteger as cultivares de plantas que apresentem as características de novidade, distinção, homogeneidade e estabilidade genética (Sampaio, 1998). Para ser protegida, uma cultivar precisa ser plenamente diferenciável de outros cultivares, apresentar variabilidade mínima nos descritores quando plantada em escala comercial e manter a sua homogeneidade ao longo das gerações (Vasconcelos Neto *et al.*, 1999). Em taxonomia de plantas,

características não-numéricas como formato, cor e textura são freqüentemente usadas como descritores, as quais geralmente apresentam expressões fenotípicas descontínuas, fundamentais para a diferenciação dos *taxa* (Engels, 1983a,b). A identificação de cultivares e linhagens é normalmente feita com descritores morfológicos e agronômicos, levando em consideração a variação existente na base genética estudada. Esta identificação é útil também nos acessos em bancos de germoplasmas e como ferramenta auxiliar do melhoramento genético (Veiga *et al.*, 1996). Em café, *Coffea arabica* L. (Rubiaceae), duas fontes são geralmente adotadas como base para a escolha de descritores: os “Descritores Mínimos para o Registro

Institucional de Cultivares: Café” (Fazuoli *et al.*, 1994) e os “Descritores para Café (*Coffea* spp. e *Psilanthus* spp.)” (IPGRI, 1996). Ambas sugerem o uso de características morfológicas, fisiológicas ou ligadas à produtividade, abrangendo descritores qualitativos e quantitativos. Estes descritores necessitam ser estudados quanto à sua eficácia na identificação de linhagens e cultivares, especialmente quando são considerados materiais de base genética comum ou sem variabilidade genética para os descritores de herança simples, como cor do fruto e cor do broto. O presente trabalho objetivou avaliar a eficiência de 26 descritores para a diferenciação de um grupo de linhagens de “Catimor” (*C. arábica* L.).

Material e métodos

Vinte e três linhagens da população Catimor pertencentes ao Programa de Melhoramento do Cafeeiro da UFV/Epamig e dois tratamentos da cultivar Catuaí Vermelho IAC-15 (Figura 1) foram avaliados em um experimento de campo instalado em delineamento látice com seis repetições e parcelas constituídas por quatro plantas espaçadas de 0,9 m dentro da fileira e 1,8 m entre fileiras, em Martins Soares, Estado de Minas Gerais.

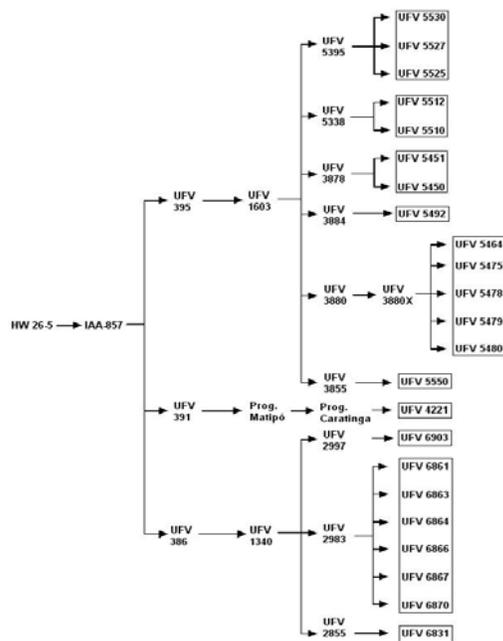


Figura 1. Árvore genealógica de linhagens de Catimor destacando-se as famílias de linhagens irmãs à direita

Vinte e seis características foram avaliadas: 1. produtividade de café beneficiado, 2. rendimento de secagem, 3. rendimento de beneficiamento, 4.

peneira média, 5. desvio da peneira média, 6. número de sementes moça, 7. número de sementes concha, 8. porcentagem de frutos chochos, 9. curvatura dos ramos plagiotrópicos, 10. altura da copa, 11. diâmetro da copa, 12. comprimento do fruto, 13. diâmetro do fruto, 14. comprimento do internódio, 15. ramificação secundária, 16. ramificação terciária, 17. número de flores por nó, 18. vigor vegetativo, 19. época de maturação, 20. seca de ponteiros, 21. ocorrência de cercosporiose, 22. tamanho da folha, 23. cor da folha, 24. superfície da folha, 25. bordo da folha e 26. cor do broto.

As últimas nove características foram avaliadas visualmente, conforme a Tabela 1. A época de maturação, seca de ponteiros e ocorrência de cercosporiose foram avaliadas por três anos, antes da colheita, nas seis repetições. O tamanho da folha, cor da folha, tipo de folha, tipo de limbo, tipo de bordo da folha e a cor do broto foram avaliados no mês de novembro de 1998 em três repetições.

Tabela 1. Escalas de notas arbitrárias para avaliação visual de nove descritores de cafeeiros

Descritor	Escala
Vigor vegetativo	1 = planta depauperada; 10 = planta com vigor vegetativo máximo (escala de 1 a 10)
Época de maturação	1 = maturação precoce; 2 = maturação média; 3 = maturação tardia
Seca de ponteiros	1 = ausência de ramos secos; 2 = pequena ocorrência de ramos secos; 3 = média ocorrência de ramos secos; 4 = alta ocorrência de ramos secos
Ocorrência de cercosporiose	1 = ausência; 2 = ataque leve nas folhas; 3 = ataque leve nos frutos; 4 = ataque leve nas folhas e frutos; 5 = ataque moderado nas folhas e frutos; 6 = ataque intenso nas folhas e frutos
Tamanho da folha	1 = pequena; 2 = média; 3 = grande
Cor da folha	1 = verde-escura; 2 = verde-clara; 3 = amarelada
Superfície da folha	1 = liso; 2 = pouco ondulado; 3 = ondulado
Bordo da folha	1 = liso; 2 = pouco ondulado; 3 = ondulado
Cor do broto	1 = verde; 2 = bronze

A produtividade de café beneficiado correspondeu à média das três primeiras colheitas, corrigida para sacos de 60 Kg/ha. Rendimento de secagem (g/L), rendimento de beneficiamento (%), peneira média e desvio da peneira média, número de sementes moça e número de sementes concha foram avaliados em uma amostra de um litro de frutos de café representativo de cada parcela, sendo que as duas características tiveram seus valores corrigidos para número de sementes moça e número de sementes concha por 100 g de sementes descascadas. A porcentagem de frutos chochos foi avaliada em uma amostra de 100 frutos cerejas colhidos aleatoriamente de cada parcela. O comprimento e o diâmetro do fruto foram medidos, em mm, em amostras de aproximadamente dez frutos maduros

colhidos aleatoriamente, em três repetições, dentro da planta e da parcela.

O número de flores por nó foi avaliado por ocasião das floradas de um único ano. Escolheu-se uma planta dentro da parcela, selecionou-se um ramo plagiotrópico no terço médio da copa na face voltada para o nascente. A curvatura dos ramos plagiotrópicos foi observada com frutos no estádio chumbinho, no terço médio da planta, atribuindo nota um para ramos pendentes, dois para ramos semipendentes, três para ramos planos, quatro para ramos pouco eretos e cinco para ramos semi-erectos. A altura da copa foi medida pela distância entre o solo, e a gema apical da haste ortotrópica e o diâmetro da copa foram medidos pela maior distância entre as duas gemas terminais dos ramos plagiotrópicos no sentido ortogonal à linha de plantio. A altura e o diâmetro da copa representam médias das quatro plantas da parcela, em metros. O comprimento do internódio foi obtido pela divisão do comprimento da haste, em cm, pelo número de nós, em duas repetições. Para contagem da ramificação secundária e terciária, tomou-se aleatoriamente uma planta por parcela em duas repetições e contou-se o número de ramos secundários e terciários nos ramos plagiotrópicos primários direcionados à rua de plantio.

Análises Estatísticas: Para as características avaliadas em mais de um ano ou nas quatro plantas da parcela consideraram-se os seus valores médios. As análises de variâncias foram feitas considerando o delineamento em blocos ao acaso devido à baixa eficiência do delineamento em látice.

Os descritores foram avaliados de acordo com a herdabilidade, a dissimilaridade entre as linhagens, a dissimilaridade entre as famílias de linhagens irmãs e a análise de agrupamento, considerando-se a genealogia como padrão de agrupamento.

A herdabilidade (h^2) no sentido amplo foi estimada pelo quociente da variância genotípica pela variância fenotípica e expressa em porcentagem.

As dissimilaridades entre as linhagens irmãs e entre as famílias de linhagens irmãs foram estimadas com base na distância generalizada de Mahalanobis. A análise de agrupamento foi feita pelo método de otimização de Tocher (Cruz e Regazzi, 1997). Neste método a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias entre quaisquer outros grupos.

Todas as análises foram efetuadas no Programa GENES (Cruz, 1997), com padronização dos valores para contornar problemas de diferenças de escalas.

Resultados e discussão

A herdabilidade no sentido amplo variou de 0,18% para o descritor bordo da folha a 100% para o descritor cor do broto. As características cor do broto, altura da copa, diâmetro da copa, época de maturação, vigor vegetativo, porcentagem de frutos chochos, comprimento do internódio, comprimento do fruto, desvio da peneira média e curvatura dos ramos plagiotrópicos apresentaram os maiores valores de herdabilidade (acima de 80%). Outras dezenove características apresentaram herdabilidade superior a 50% (Tabela 2). Descritores com alta herdabilidade refletem a menor influência do ambiente o que aumenta o poder discriminatório dos mesmos. Por exemplo, as características diâmetro da copa ($h^2=94,67\%$), vigor vegetativo ($h^2=89,64\%$), época de maturação ($h^2=94,09\%$), porcentagem de sementes chochas ($h^2=88,05\%$), número de sementes moca ($h^2=78,05\%$), comprimento do fruto ($h^2=85,03\%$), diâmetro do fruto ($h^2=77,35\%$) e peneira média ($h^2=71,58\%$) apresentam valores relativamente altos indicando a facilidade de seleção destas importantes características agronômicas num programa de melhoramento. A variância dos descritores com baixa herdabilidade possui componente ambiental alto o que faz o descritor variar aleatoriamente diminuindo sua eficiência discriminatória. Neste experimento, baixas herdabilidades podem estar refletindo também a pequena variabilidade genética da característica no material estudado.

Tabela 2. Herdabilidade no sentido amplo de descritores em cafeeiros Catimor e Catuai

Descritor	Herdabilidade (%)
Cor do broto	100
Altura da copa	95,78
Diâmetro da copa	94,67
Época de maturação	94,09
Vigor vegetativo	89,64
Porcentagem de frutos chochos	88,05
Comprimento do internódio	87,38
Comprimento do fruto	85,03
Desvio da peneira média	83,96
Curvatura dos ramos plagiotrópicos	83,14
Número de sementes moca	78,05
Diâmetro do fruto	77,35
Peneira média	71,58
Tamanho da folha	64,88
Cor da folha	63,03
Produtividade de café beneficiado	61,33
Rendimento de beneficiamento	61,01
Número de sementes concha	59,70
Seca de ponteiros	50,48
Ramificações terciárias	45,28
Ocorrência de cercosporiose	41,50
Ramificação secundária	38,55
Rendimento de secagem	33,67
Superfície da folha	28,06
Número de flores por nó	26,54
Bordo da folha	0,18

De acordo com a genealogia (Figura 1), as linhagens poderiam ser identificadas em três grupos de linhagens: as descendentes de UFV 395, de UFV 391 e de UFV 386. Dos agrupamentos de linhagens pelo método de Tocher (Tabela 3), nenhum foi totalmente coerente com a genealogia (Figura 1). Entretanto, o agrupamento com base nos descritores com herdabilidade acima de 80%, que reuniu no mesmo grupo (grupo 2) todas as linhagens descendentes de UFV 386, mostrou-se mais coerente com a genealogia do que o agrupamento com base em todos os descritores ou o agrupamento sem o descritor cor do broto.

O mesmo pôde ser observado pelos valores de dissimilaridade estimadas pela distância de Mahalanobis (Tabela 4), onde a menor média para dissimilaridades entre linhagens irmãs (11,8) e a maior média para dissimilaridades entre famílias de linhagens irmãs (51,4) foram obtidas quando as distâncias foram estimadas com base nos descritores com herdabilidade acima de 80% (Tabela 4a). A inclusão dos descritores de herdabilidade abaixo de 80% aumentou a dissimilaridade média entre linhagens irmãs, mas diminuiu a dissimilaridade média entre famílias de linhagens irmãs (Tabela 4b). O mesmo ocorreu quando se excluiu o descritor cor do broto (Tabela 4c). Verificou-se, portanto, que a utilização de descritores de alta herdabilidade foi mais eficiente para a estimação das distâncias genéticas e que o descritor cor do broto, de herança simples, teve grande influência neste resultado.

Mesmo considerando apenas os descritores com herdabilidades acima de 80%, estes não foram eficientes para distinguir todas as linhagens de café coerentemente com os dados de genealogia. O descritor cor do broto, de herdabilidade igual a 100%, teve grande efeito na estimação das distâncias genéticas e no agrupamento das linhagens de forma menos discordantes com os dados de genealogia, mostrando a importância da utilização de descritores de herança simples na distinção entre linhagens de café geneticamente próximas.

Os descritores de herança simples são os mais eficientes, pois tendem a aumentar as dissimilaridades entre famílias de linhagens irmãs. Além disso, se houver um número suficiente desses descritores, possibilitam a distinção entre linhagens irmãs. Entretanto, as características conhecidas de herança simples em café, como cor do broto e cor do fruto, podem estar presentes na condição de alelos fixos na população, impossibilitando a manifestação de variabilidade fenotípica e, conseqüentemente, dificultando a identificação de linhagens e cultivares. Os resultados apontam para a necessidade do estabelecimento de descritores alternativos eficientes na distinção entre linhagens e cultivares de café arábica geneticamente próximas. Sugere-se a utilização de marcadores de DNA, os quais apresentam herança simples, ausência de efeito de ambiente e que podem identificar variações em grande número, mesmo em um conjunto de linhagens geneticamente próximas.

Tabela 3. Agrupamentos de linhagens de café pelo método de Tocher com base em distâncias de Mahalanobis

Agrupamento com base em descritores com $h^2 > 80\%$ (10):	
Grupo	Linhagens
1	Catuaí; UFV 4221; UFV 5550; UFV 5464; UFV 5475; UFV 5480; UFV 5478; UFV 5492; UFV 5527.
2	UFV 6866; UFV 6864; UFV 6867; UFV 6861; UFV 6903; UFV 6870; UFV 6831; UFV 6863.
3	UFV 5512; UFV 5450; UFV 5510; UFV 5530.
4	UFV 5525.
5	UFV 5451.
6	UFV 5479.
Agrupamento com base em todos os descritores (26):	
Grupo	Linhagens
1	UFV 6864; UFV 6861; UFV 6870; UFV 6867; UFV 6903; UFV 5492; UFV 5480; Catuaí; UFV 5512.
2	UFV 5475; UFV 5464; UFV 5478; UFV 5550; UFV 5479.
3	UFV 5530; UFV 5450; UFV 5527; UFV 6831.
4	UFV 6863; UFV 6866; UFV 5451.
5	UFV 5525.
6	UFV 4221.
7	UFV 5510.
Agrupamento com base em descritores com $h^2 > 80\%$, exceto cor do broto (9):	
Grupo	Linhagens
1	UFV 5464; UFV 6867; UFV 4221; UFV 5475; UFV 5480; UFV 6870; UFV 5478; UFV 6903; UFV 6861; UFV 5550; UFV 6864; UFV 6866; Catuaí; UFV 6831; UFV 5527; UFV 5479; UFV 5492; UFV 6863; UFV 5451.
2	UFV 5512; UFV 5450; UFV 5510; UFV 5530.
3	UFV 5525.

Tabela 4. Dissimilaridades entre linhagens irmãs e entre famílias de linhagens irmãs estimadas com base na distância generalizada de Mahalanobis

Distância de Mahalanobis (descritores com h ² > 80%)											
	A*	B	C*	D*	E*	F	G*	H	I	J	L
A*	-										
B	13,5	11,7									
C*	8,1	12,4	-								
D*	86,7	100	91,8	-							
E*	92,0	97,7	97,0	8,3	-						
F	76,4	88,8	90,8	10,0	10,7	7,3					
G*	68,3	90,2	80,2	9,9	17,7	12,4	-				
H	67,0	74,1	74,0	36,4	28,4	27,5	26,7	16,1			
I	69,8	78,2	85,8	58,2	48,4	41,6	37,4	13,5	7,0		
J	70,4	86,5	81,9	55,1	49,4	45,4	38,7	18,5	20,4	26,9	
L	81,5	93,7	80,8	4,1	8,5	16,1	8,9	32,2	54,2	49,6	1,6
Distância de Mahalanobis (todos os descritores)											
	A*	B	C*	D*	E*	F	G*	H	I	J	L
A*	-										
B	35,4	13,9									
C*	8,4	18,2	-								
D*	28,8	49,1	18,3	-							
E*	100	32,9	64,6	85,2	-						
F	79,5	27,7	49,8	65,8	10,9	14,3					
G*	28,8	20,7	12,1	13,4	37,1	26,6	-				
H	33,3	36,6	33,9	59,9	65,1	57,2	36,3	49,7			
I	69,1	37,3	53,3	84,1	41,7	41,6	43,1	46,3	80,0		
J	16,2	32,2	18,0	35,3	69,5	59,0	22,9	21,1	45,3	10,5	
L	25,2	29,3	11,5	6,8	52,6	41,8	4,3	39,5	55,1	21,2	1,2
Distância de Mahalanobis (descritores com h ² > 80%, exceto cor do broto)											
	A*	B	C*	D*	E*	F	G*	H	I	J	L
A*	-										
B	19,0	17,6									
C*	13,2	15,5	-								
D*	23,3	14,5	8,2	-							
E*	34,4	17,4	14,3	7,8	-						
F	16,0	15,7	16,0	10,7	18,4	9,9					
G*	11,5	33,3	23,0	22,5	45,1	19,8	-				
H	54,8	62,4	53,1	51,3	63,7	39,1	47,8	48,1			
I	49,2	74,3	75,0	70,2	84,5	44,7	35,6	32,0	13,9		
J	73,7	97,1	78,2	82,7	100	67,2	58,0	38,1	38,7	54,7	
L	36,5	27,6	15,0	4,3	13,7	21,1	26,2	58,4	81,5	84,9	3,4

Os valores de dissimilaridades foram transformados em valores relativos ao maior valor de dissimilaridade, para o qual assumiu-se o valor 100. Grupo A: UFV 6831; Grupo B: UFV 6861, UFV 6863, UFV 6864, UFV 6866, UFV 6867 e UFV 6870; Grupo C: UFV 6903; Grupo D: UFV 4221; Grupo E: UFV 5550; Grupo F: UFV 5464, UFV 5475, UFV 5478, UFV 5479, UFV 5480; Grupo G: UFV 5492; Grupo H: UFV 5450 e UFV 5451; Grupo I: UFV 5510 e UFV 5512; Grupo J: UFV 5525, UFV 5527 e UFV 5530; Grupo L: Catuaí (2 tratamentos); * Composto por uma única progênie

Conclusão

Várias características incluídas nos descritores de cafeeiros apresentam altas herdabilidades, o que as indicam para serem usadas rotineiramente nos programas de melhoramento. Para discriminar as linhagens melhoradas com descritores no processo de registro e proteção de cultivares é recomendável o uso de descritores com valores altos de herdabilidade, como aquelas acima de 80%. Entretanto, a utilização destes descritores de alta herdabilidade é insuficiente na discriminação entre linhagens de café geneticamente próximas, indicando a necessidade do uso de descritores alternativos, como os marcadores de DNA.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio dos técnicos e administração das Fazendas Heringer e aos técnicos da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas

Gerais e da Universidade Federal de Viçosa. Ao CNPq pela bolsa de Mestrado de Liv Soares Severino e pelas bolsas de produtividade em pesquisa de Ney Sussumu Sakiyama e Laércio Zambolim.

Referências

CRUZ, C.D. *Programa GENES - Aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: Editora UFV, 1997.
 CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Editora UFV, 1997.
 ENGELS, J. M. M. A systematic description of cacao clones. I. The discriminative value of quantitative characteristics. *Euphytica*, Dordrecht, v. 32, p.377-385. 1983a.
 ENGELS, J. M. M. A systematic description of cacao clones. II. The discriminative value of qualitative characteristics and the practical compatibility of the discriminative value of quantitative and qualitative descriptors. *Euphytica*, Dordrecht, v. 32, p.387-396. 1983b.

FAZUOLI, L. C. et al. *Descritores mínimos para o registro de cultivares: café*. Campinas: IAC, 1994.

IPGRI - International Plant Genetic Resource Institute. *Descriptors for coffee (Coffea spp. and Psilanthus spp.)*. Roma: IPGRI, 1996.

SAMPAIO, M. J. A. Propriedade intelectual de plantas: a nova Lei de Proteção de Cultivares e suas decorrências imediatas. In: BORÉM, A. et al. (Ed.). *Biossegurança, proteção de cultivares, acesso aos recursos genéticos e propriedade industrial na agropecuária*. Viçosa: Editora UFV, 1998. p. 145-158.

VASCONCELOS NETO, M. O. et al. Lei de proteção de cultivares. In: BORÉM, A. (Ed.). *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa, Editora UFV, 1999. p. 769-798.

VEIGA, R. F. A. et al. Caracterização morfológica de acessos de amendoim: avaliação da sensibilidade de alguns descritores. *Bragantia*, Campinas, v. 55, n. 1, p. 45-56, 1996.

Received on January 19, 2002.

Accepted on March 14, 2002.