

## VARIABILIDADE GENÉTICA DE CARACTERES QUALITATIVOS DO CAFÉ CONILON IRRIGADO NO CERRADO

Felipe Augusto Alves Brige<sup>1</sup>; Sonia Maria Costa Celestino<sup>2</sup>; Renato Fernando Amabile<sup>3</sup>; Marcelo Fagioli<sup>4</sup>; Juaci Vitória Malaquias<sup>5</sup>; Francisco Marcos dos Santos Delvico<sup>6</sup>; Pedro Ivo Aquino Leite Sala<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Doutorando, MS, Universidade de Brasília, Brasília-DF, felipebrige@gmail.com

<sup>2</sup> Pesquisadora, DSc, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, sonia.celestino@embrapa.br

<sup>3</sup> Pesquisador, DSc, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, renato.amabile@embrapa.br

<sup>4</sup> Professor, DSc, Universidade de Brasília, Brasília-DF, fagioli@unb.br

<sup>5</sup> Analista, MS, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, juaci.malaquias@embrapa.br

<sup>6</sup> Analista, BS, Embrapa Cerrados, Brasília-DF, francisco.delvico@embrapa.br

<sup>7</sup> Doutorando, MS, Universidade de Brasília, Brasília-DF, pedroivo.sala@gmail.com

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi quantificar a variabilidade genética de 213 genótipos de café conilon, cultivar Robusta Tropical, baseado em seis características químicas dos grãos crus e identificar acessos promissores para o programa de melhoramento genético do café conilon irrigado no Cerrado. O experimento foi realizado no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Cerrados, utilizando genótipos da coleção desta unidade da Embrapa. Os genótipos foram plantados no campo experimental, sem repetição. Os genótipos foram avaliados quanto ao teor de sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável total, extrato etéreo, teor de proteína e teor de cafeína presentes nos grãos crus. Os dados foram submetidos à análise de variância, a à análise de componentes principais com os dados padronizados e foi determinada a distância de dissimilaridade a partir da última. Os genótipos foram agrupados pelo método da mínima variância (Wards) utilizando a distância euclidiana quadrática como medida de similaridade. A análise de componentes principais mostrou que 72,64% da variação total dos dados foi explicada pelos três primeiros componentes principais. Todas as características, com exceção do pH, se correlacionaram com os três componentes. Os acessos avaliados mostraram divergência genética em relação às características químicas de qualidade analisadas, indicando o potencial genético para uso em programas de melhoramento. Os genótipos mais dissimilares foram CPAC 160 que se apresenta promissor na seleção para altos teores de sólidos solúveis e de cafeína, e CPAC 32 que se mostra promissor na seleção para baixos teores de cafeína.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, diversidade genética, análise multivariada, composição química.

## GENETIC VARIABILITY OF QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF IRRIGATED CONILON COFFEE IN THE CERRADO

**ABSTRACT:** The objective of this work was to quantify the genetic variability of 213 genotypes of conilon coffee, cultivar Robusta Tropical, based on six chemical characteristics of raw beans and to identify promising accessions for the breeding program of irrigated conilon coffee in the Cerrado. The experiment was carried out at the Embrapa Cerrados Food Science and Technology Laboratory, using genotypes from the collection of this Embrapa unit. The genotypes were planted in the experimental field without repetition. Genotypes were evaluated for total soluble solids content, pH, total titratable acidity, ether extract, protein content and caffeine content present in the raw grains. Data were subjected to analysis of variance, principal component analysis with standardized data and the distance of dissimilarity from the last one was determined. The genotypes were grouped by the minimum variance method (Wards) using the quadratic Euclidean distance as a measure of similarity. Principal component analysis showed that 72.64% of the total data variation was explained by the first three principal components. All characteristics except pH correlated with the three components. The evaluated accessions showed genetic divergence in relation to the quality chemical characteristics analyzed, indicating the genetic potential for use in breeding programs. The most dissimilar genotypes were CPAC 160, which is promising for selection for high soluble solids and caffeine, and CPAC 32, which is promising for selection for low caffeine.

**KEY WORDS:** *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, genetic diversity, multivariate analysis, chemical composition.

## INTRODUÇÃO

A espécie *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, conhecida mundialmente de forma genérica como robusta e, no Brasil, como conilon, vem obtendo destaque em decorrência do aumento no hábito do consumo de café solúvel e por sua participação cada vez maior nos *blends* de cafés torrados e moídos. Tem sua aceitação favorecida devido à maior concentração de sólidos solúveis, o que representa um maior rendimento industrial, e pelo preço mais reduzido (ILLY; VIANNI, 1996; FONSECA et al., 2013; ABIC, 2016).

Segundo Charrier e Berthaud (1988), os programas de melhoramento de *C. canephora* buscam, prioritariamente, a produtividade, a estabilidade de produção em diferentes ambientes e a qualidade da produção, além de características dos grãos, como teor de sólidos solúveis totais, teor de cafeína, conteúdo de proteínas e conteúdo de lipídios (EIRA et al., 2007; LEROY et al., 2006), propriedades importantes para a qualidade do café, pois durante a torração geram outros compostos relacionados com o sabor e aroma da bebida (FLAMENT, 2001).

O estudo da divergência genética é de suma importância em um programa de melhoramento genético, pois cruzamentos envolvendo genitores geneticamente divergentes podem produzir maior efeito heterótico e variabilidade nas gerações segregantes, viabilizando a formação de populações com ampla base genética e proporcionando maior ganho genético nos sucessivos ciclos de seleção. (RAO et al., 1981).

Com base nas características de qualidade para o café, o objetivo deste trabalho foi avaliar a divergência genética entre acessos de café conilon irrigados no Cerrado por meio da análise de componentes principais e identificar variáveis passíveis de descarte para futuras análises, a fim de economizar recursos e auxiliar a seleção de materiais promissores para qualidade a serem utilizados no programa de melhoramento genético do café conilon irrigado no Cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Cerrados utilizando a coleção de trabalho desta unidade da Embrapa. Foram avaliados grãos crus de 213 genótipos de café conilon, dentro de uma coleção de 3.500 genótipos, oriundos de cruzamentos naturais da cultivar Robusta Tropical (EMCAPA 8151) (FERRÃO et al., 2000) em um campo experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural do Espírito Santo – Incaper.

A coleção foi implantada com espaçamento de 1,0 m entre plantas e 3,5m entre fileiras de plantas, em abril de 2009, no campo experimental da Embrapa Cerrados, em Planaltina, Distrito Federal, situado a 15°35'57" de latitude Sul, 47°42'38" de longitude Oeste e à altitude de 1.007 m, em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, argiloso, e irrigado por pivô central.

O manejo da irrigação foi baseado no Programa de Monitoramento de Irrigação do Cerrado proposto por Rocha et al. (2008) e para uniformização da florada, foi utilizado manejo de estresse hídrico sugerido por Guerra et al. (2005).

Para a realização do presente estudo, a colheita foi realizada manualmente durante os meses de junho e julho de 2014 sendo coletados apenas frutos no estágio cereja de cada planta. Os frutos foram processados separadamente por via seca, em terreiro convencional, secos até 12% de umidade, e posteriormente acondicionados em sacos de papel e armazenados em local arejado. Foram realizadas análises para determinação do teor de cafeína, proteína, sólidos solúveis totais (SST), extrato etéreo (EE), pH, acidez titulável total, em triplicata, em Delineamento Inteiramente Casualizado.

As análises de determinação do pH foram realizadas com o auxílio de um peagâmetro; sólidos solúveis com o auxílio de um refratômetro digital de bancada; acidez titulável total pelo método AOAC (1990); o teor de proteína pelo método Kjeldhal (WILES et al, 1998); cafeína conforme Adolf Lutz (2008) com a utilização de espectrofotômetro e; extrato etéreo determinado em extrator de gordura com éter de petróleo (AOAC, 1990).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Com os dados padronizados foi realizada a análise de componentes principais e foram mensuradas as distâncias de dissimilaridade a partir desta. Os genótipos foram agrupados pela Análise de Cluster em função de similaridades observadas no comportamento dos dois primeiros componentes principais sendo utilizado o método da mínima variância (Wards) e como medida de similaridade optou-se pela distância euclidiana quadrática. Todas estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional livre R versão 3.3.0 (2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que existem diferenças significativas a 1% entre os acessos para todas as características avaliadas, indicando a presença de variabilidade genética. Essas verificações possibilitaram o emprego de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética além de permitir inferir que estes acessos representam fonte de variação genotípica para o programa de melhoramento genético do café conilon sob irrigação no Cerrado.

A ACP realizada para as características avaliadas revelou que a variabilidade existente entre os genótipos é explicada, em 72,64%, pelos três primeiros CP. As variáveis que mais estão correlacionadas com o CP1 (29,08%) são proteína e cafeína, enquanto acidez e sólidos solúveis totais (SST) estão para o CP2 (27,81%), e extrato etéreo (EE) para o CP3 (15,75%) (Tabela 1), sugerindo que essas características são as que mais variam na população estudada. O caractere pH se apresentou mais correlacionado com o quarto componente (CP4), contribuindo menos para a variabilidade.

Para avaliar a significância de um componente principal deve-se verificar seu autovalor. Sendo o autovalor desse componente maior que 1,0, então, em teoria, o componente associado tem inerentemente mais informações do que teria uma única variável isolada. Todos os componentes principais com um autovalor maior que 1,0 são, então, sujeitos a interpretação. Existem razões para acreditar que qualquer CP é significativo se este explica certa porcentagem da variação total no conjunto de dados (KAISER, 1960; IEZZONI; PRITTS, 1991), o que ocorre para o terceiro componente, que ao incluí-lo na análise acumula-se 72,65% da variância total (Tabela 1).

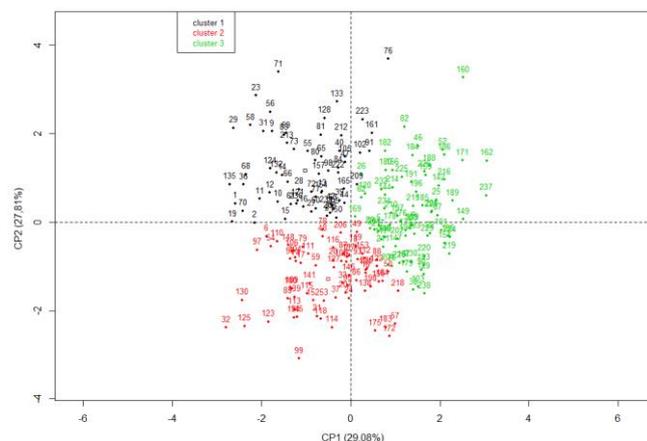
**Tabela 1.** Estimativas dos autovalores ( $\lambda_j$ ) correspondentes às percentagens de variação explicadas pelos componentes principais e respectivos autovetores (AV) e correlação (Cor) das variáveis cafeína, proteína, extrato etéreo (EE), sólidos solúveis totais (SST), pH e acidez titulável total avaliadas em 213 genótipos de café conilon, cv. Robusta Tropical, sob irrigação no Cerrado. Planaltina, Distrito Federal, 2016.

		CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
<b>Autovalores</b>	$\lambda_j$	1,745	1,669	0,945	0,819	0,464	0,358
	$\lambda_j$ (%)	29,08	56,9	72,65	86,3	94,03	100
<b>Cafeína</b>	AV	0,552	-0,257	0,223	-0,360	0,643	0,192
	Cor	<b>0,729</b>	-0,332	0,217	-0,326	0,438	0,115
<b>Proteína</b>	AV	0,591	-0,230	-0,049	-0,255	-0,728	0,008
	Cor	<b>0,781</b>	-0,298	-0,048	-0,230	-0,496	0,005
<b>EE</b>	AV	0,300	0,105	-0,904	0,201	0,202	0,027
	Cor	0,396	0,136	<b>-0,879</b>	0,182	0,138	0,016
<b>SST</b>	AV	0,159	-0,571	0,124	0,606	0,084	-0,509
	Cor	0,209	<b>-0,738</b>	0,120	0,549	0,057	-0,304
<b>pH</b>	AV	0,373	0,406	0,310	0,618	-0,057	0,463
	Cor	0,493	0,524	0,301	<b>0,560</b>	-0,039	0,277
<b>Acidez</b>	AV	-0,302	-0,615	-0,140	0,125	-0,077	0,699
	Cor	-0,399	<b>-0,795</b>	-0,136	0,113	-0,053	0,419

Os maiores valores de correlação de cada característica estão destacados.

Outra aplicação da análise de componentes principais destacada por Mardia (1979) e Cruz e Regazzi (1997) é a de ajudar na identificação das variáveis de maior e menor contribuição para variação acumulada. Os caracteres de maior contribuição são aqueles que exibem maiores coeficientes de ponderação (autovetores) nos componentes de maior autovalor, e os de menor contribuição são aqueles que exibem maiores autovetores nos componentes de menor autovalor, em valores absolutos. Deste modo, quando se levanta um grande número de variáveis, é possível que algumas destas características tenham pouca relevância na discriminação dos materiais avaliados, possibilitando seu descarte, conforme sugerido por Alvares (2011) em estudo de diversidade em acessos de pimenta coletadas no estado de Goiás. Com base nesse critério, mesmo que a variável acidez titulável total esteja mais correlacionada com o segundo componente (CP2), a mesma apresentou seu maior autovetor (0,699) no sexto componente (Tabela 1), sugerindo que esta característica pode ser desconsiderada em futuros estudos sobre a diversidade genética desta população de café conilon com base em parâmetros de qualidade, acarretando maior economicidade em análises qualitativas.

A partir da análise de cluster, em relação aos dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) foi possível separar os genótipos em três grupos ou *clusters*, em função de similaridades observadas no comportamento das variáveis, optando-se pelo arranjo de agrupamentos de menor variância, sendo a delimitação do ponto de corte do dendrograma feito mediante análise visual, no ponto de alta mudança de nível (Figura 1).



**Figura 1.** Análise de Cluster de 213 genótipos de *Coffea canephora*, cv. Robusta Tropical, sob irrigação no Cerrado em relação ao primeiro e segundo componente principal obtidos com base em análises de seis variáveis (cafeína, proteína, extrato etéreo bruto, sólidos solúveis totais, pH e acidez total titulável) em grãos crus. Planaltina, Distrito Federal, 2016.

As medidas de dissimilaridade genética, obtida pela matriz Euclidiana, em relação aos dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2), variaram de 0,013 a 7,768 entre os genótipos de café conilon. Essa amplitude de valores

evidencia a análise de acessos com diferentes graus de dissimilaridade. Os genótipos CPAC 160 e CPAC 32 foram os que exibiram o maior valor de dissimilaridade (7,768).

O resultado gráfico mostrado na Figura 1 associado à matriz de dissimilaridade são de grande importância no planejamento de programas direcionados à obtenção de híbridos heteróticos, pois subsidiam a indicação de genitores nos cruzamentos.

Os materiais mais dissimilares, CPAC 160 e CPAC 32, apresentaram valores discrepantes de SST (39,16 e 22,5%, respectivamente) e cafeína (2,34 e 1,81%, respectivamente), valores que certamente contribuíram para o valor absoluto da maior distância. Em café conilon, estes são atributos importantes, pois o teor SST está relacionado ao corpo da bebida enquanto a cafeína pode atribuir amargor à bebida além de possuir propriedades farmacológicas.

## CONCLUSÕES

1 - A análise de componentes principais mostra que existe divergência genética para as características de qualidade de grãos crus entre os 213 genótipos de café conilon sob irrigação no Cerrado avaliados.

2 - Todos os caracteres avaliados, com exceção do pH, contribuíram para a variabilidade genética entre os 213 genótipos de café conilon.

3 - A variável acidez titulável total, apesar de estar mais correlacionada com o segundo componente principal, é passível de descarte em futuras avaliações, para a população de café conilon estudada, por ter apresentado seu maior autovetor no último componente, de menor autovalor.

4 - Existem acessos promissores para o uso no programa de melhoramento de café conilon produzido sob irrigação no Cerrado.

5 - Os materiais mais dissimilares foram o material CPAC 160 que se apresenta promissor na seleção para altos teores de sólidos solúveis e de cafeína e o material CPAC 32 que se mostra promissor na seleção para baixos teores de cafeína.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, R. C. Divergência genética entre acessos de *Capsicum chinense* Jacq. coletados no sudoeste goiano. (*Dissertação de Mestrado*), UFG, Jataí, 58f., 2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of the Association of Official Analytical Chemists*. 15 ed. Washington, 1990. 684p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2 ed., Viçosa, UFV, 1997. 390 p.

EIRA, M. T. S.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M. B.; FERRAO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; SERA, T.; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S.; ZAMBOLIM, L.; CARVALHO, C. H. S.; PADILHA, L.; SOUZA, F. F. Bancos de germoplasma de café no Brasil: base do melhoramento para produtividade e qualidade. In: Simpósio De Pesquisa Dos Cafés Do Brasil, 5., 2007, Águas de Lindóia, SP. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Café, 2007.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, L. M. V. EMCAPA 8151 – Robusta Tropical: variedade melhorada de café conilon de propagação por sementes para o estado do Espírito Santo. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1. 2000. *Resumos Expandidos...* Poços de Caldas, MG. Embrapa Café, 2000.

FLAMENT, I. *Coffee flavor chemistry*. Chichester: J. Wiley and Sons, 2001. 424p.

FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G. Vantagens e riscos no uso de mudas clonais de *Coffea canephora*. *Visão Agrícola*, n 12, 2013. p. 17-18.

GUERRA, A.F.; ROCHA, O.C.; RODRIGUES, G.C.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J.B.R.; SILVA, H.C.; ARAÚJO, M.C. de. *Irrigação do Cafeeiro no Cerrado*: estratégia de manejo de água para uniformização de florada. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2005. 4p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 122).

IEZZONI, A. F.; PRITTS, M. P. Applications of principal component analysis to horticultural research. *HortScience*, Alexandria, v. 26, n. 4, p. 334-338, 1991.

ILLY, A.; VIANNI, R. *Espresso coffee: the chemistry of quality*. San Diego: Academic, 1996. 253p.

KAISER, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20 p. 141-151, 1960.

LEROY, T.; RIBEYRE, F.; BERTRAND, B.; CHARMETANT, P.; DUFOUR, M.; MONTAGNON, C.; MARRACCINI, P.; POT, D. Genetics of coffee quality. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1):229-242, 2006.

ADOLF LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4 ed. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 1020p. 2008.

MARDIA, K. V.; KENT, J. T. & BIBBY, J. M. *Multivariate analysis*. Academic Press, London. 521p. 1979.

R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 06 mai. 2016.

RAO, A.V.; PRASAD, A.S.R.; SAI KRISHNA, T.; SESHU, D.V.; SRINIVASAN, T.E. Genetic divergence among some brown planthopper resistant rice varieties. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, v.41, n. 2, p.179-185, 1981.

ROCHA, O. C.; GUERRA, A.F.; SILVA, F.A.M.; MACHADO JÚNIOR, J. R. R.; ARAUJO, M. C.; SILVA, H. H. Programa para monitoramento de irrigação do cafeeiro no cerrado. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada, 8, 2006, Araguari. *Anais...* Araguari: ACA, 2006. p.61-64.

WILES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSLING, R.C. Routine analysis of proteins by Kjeldahl and Dumas methods: Review and interlaboratory study using dairy products. *Journal Association of Official Analytical Chemists*, v. 81, p. 620-632, 1998.