

ANÁLISE DE AGRUPAMENTO EM DIFERENTES FAMÍLIAS DE CAFÉ ARÁBICA PORTADORAS DO GENE S_H3 DE RESISTÊNCIA A *Hemileia vastatrix*¹

Francielle de Matos Feitosa², Eveline Teixeira Caixeta³, Bruna Lopes Mariz⁴, Ana Carolina Andrade Silva⁵, Antonio Carlos Baião de Oliveira⁶, Antonio Alves Pereira⁷, Marcos Deon Vilela de Rezende⁸, Laércio Zambolim⁹

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, CNPq, Fapemig, INCT-Café.

² Doutoranda, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, franciellefeitosa@hotmail.com

³ Pesquisadora, DSc, Embrapa Café, Viçosa-MG, eveline.caixeta@embrapa.br

⁴ Mestranda, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, brunamariz@live.com

⁵ Mestranda, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, carolandrade95@hotmail.com

⁶ Pesquisador, DSc, Embrapa Café, Viçosa-MG, baião.embrapa@gmail.com

⁷ Pesquisador, DSc, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Viçosa-MG, tonico.epamig@gmail.com

⁸ Pesquisador, DSc, Embrapa Floresta, Viçosa-MG, marcos.deon@gmail.com

⁹ Professor, PhD, Bioagro-Biocafé, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, zambolim@gmail.com

RESUMO: O estudo da diversidade genética por meio de técnicas multivariadas é primordial para o planejamento de programas de melhoramento e para a definição de estratégias de trabalho. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi estudar a divergência genética entre famílias de café arábica originadas do cruzamento entre cafeeiros portadores do gene S_H3 de resistência a ferrugem. Foram avaliadas 23 famílias de cafeeiros arábica, sendo 21 obtidas de cruzamentos entre cultivares de interesse agrônomo de porte alto e cafeeiros portadores do gene S_H3 de resistência à *Hemileia vastatrix* (Seleções Indianas), além de duas testemunhas das cultivares Mundo Novo. O experimento foi montado no delineamento de blocos casualizados, com três repetições e seis plantas por parcela. Foram avaliadas as características: vigor vegetativo, produção, ciclo de maturação dos frutos, uniformidade de maturação dos frutos, tamanho dos frutos maduros, incidência de ferrugem e incidência de cercosporiose. A diversidade genética foi avaliada com base na divergência genotípica calculada por meio da distância euclidiana média como medida de dissimilaridade. A determinação dos grupos foi realizada pelo método de agrupamento de Tocher. Pela análise de agrupamento, as 23 famílias foram alocadas em cinco grupos distintos. A maioria das famílias (78,3%) foram alocadas no grupo 1, enquanto que as testemunhas e as outras famílias foram alocadas cada uma em grupos distintos. Estes resultados demonstram a existência de variabilidade genética entre as famílias, ao qual são de grande importância no planejamento de programas de melhoramento, pois subsidiam a indicação de genitores a serem incluídos nos cruzamentos. Conclui-se que existe divergência genética entre as 23 famílias de café arábica avaliadas e que é possível delinear cruzamentos para explorar a variabilidade genética dessa população.

PALAVRAS-CHAVE: Dissimilaridade, *Coffea arabica*, Melhoramento de café.

CLUSTER ANALYSIS OF DIFFERENT ARABIC COFFEE FAMILIES CARRYING S_H3 GENE OF RESISTANCE TO *Hemileia vastatrix*

ABSTRACT: The study of genetic diversity by multivariate analysis is crucial for planning breeding programs and for definition of work strategies. Therefore, the objective of this work was to study the genetic divergence between arabica coffee families originated from the crossing between coffee trees carrying the orange rust resistance S_H3 gene. The study of genetic diversity by multivariate analysis is crucial for planning breeding programs and for definition of work strategies. In this sense, the aim of this research was to study the genetic diversity of arabica coffee families from a cross between coffee plants carrying S_H3 gene of resistance to coffee leaf rust. Twenty-three arabica coffee families were evaluated, which 21 were obtained from crosses between cultivars of agronomic interest of tall coffee plants and coffee plants carrying S_H3 gene of resistance to *Hemileia vastatrix* (Indian Selections), besides two witnesses of Mundo Novo cultivars. The experiment was in a randomized complete block design with three replications and six plants per plot. The traits evaluated were: vegetative vigor, yield, fruit ripening cycle, fruit ripeness uniformity, ripe fruit size, coffee leaf rust incidence and cercosporiosis incidence. Genetic diversity was evaluated based on genotypic divergence, which was calculated by means of the average Euclidean distance as a measure of dissimilarity. The formation of the clusters was performed by the Tocher's method. The 23 families were allocated into five different by cluster analysis. Most families (78.3%) were allocated to cluster 1, while the witnesses and the other families were each allocated to distinct clusters. These results demonstrate the existence of genetic variability among families, which are of great importance in the planning of breeding programs, as they support the indication of parents to be included in the crosses. In conclusion, there is genetic divergence among the 23 arabica coffee families and it is possible to define crosses to explore the genetic variability of this population.

KEY WORDS: Dissimilarity, *Coffea arabica*, Coffee breeding.

INTRODUÇÃO

O agronegócio do café é uma das atividades mais importantes no aspecto socioeconômico no mundo. Dentre as espécies de café do gênero *Coffea*, *C. arabica* é a mais importante. É conhecido que entre as cultivares de *C. arabica* a base genética é estreita (Pestana *et al.* 2015, Sousa *et al.* 2017), provavelmente devido a origem recente da espécie, ao seu modo de reprodução, a introdução de poucos genótipos no Brasil, entre outros. Mesmo com essa estreita base genética, programas de melhoramento tem desenvolvido cultivares com interesse agrônomo. No entanto, o sucesso do programa de melhoramento, principalmente de espécies perenes, depende, entre outros aspectos, do conhecimento do germoplasma disponível, da variação biológica entre espécies no gênero e entre populações dentro de espécies, e da variabilidade entre indivíduos (Costa *et al.*, 2005). O estudo da diversidade genética por meio de técnicas multivariadas é primordial para o planejamento de programas de melhoramento e para a definição de estratégias de trabalho (Guedes *et al.*, 2013).

Os estudos de dissimilaridade atendem as necessidades dos melhoristas por propiciarem informações acerca do grau de semelhança ou de diferença entre dois ou mais genótipos. Nesse contexto, a análise de agrupamento tem por objetivo alocar em um mesmo grupo, indivíduos que apresentam similaridade de acordo com características morfoagronômicas, bioquímica e ou molecular. As informações obtidas por esses estudos são de grande importância no melhoramento genético para seleção de genótipos para realizar novos cruzamentos e para avanço de geração.

Diante do exposto, objetivou-se estudar a divergência genética entre famílias de café arábica originadas do cruzamento entre cafeeiros portadores do gene S_{H3} de resistência a *H. vastatrix*. O gene S_{H3} tem fornecido resistência durável a *H. vastatrix*, fungo causador da ferrugem, e, portanto, sua introgressão em cultivares melhoradas tem sido prioridade nos programas de melhoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 23 famílias de cafeeiros arábica, sendo 21 obtidas de cruzamentos entre cultivares de interesse agrônomo de porte alto e cafeeiros portadores do fator S_{H3} de resistência à ferrugem (Seleções Indianas), além de duas testemunhas dos cultivares Mundo Novo (Tabela 1). O experimento foi conduzido no campo experimental de Três Pontas (CETP) no ano de 2007, utilizando o delineamento de blocos casualizados (DBC), com três repetições e seis plantas por parcela, no espaçamento de 3,50 x 0,80 m entre fileiras e plantas, respectivamente.

Tabela 1. Genealogia das famílias de cafeeiros originadas de cruzamentos entre cultivares de porte alto (Mundo Novo e outras) com Seleções Indianas portadores do gene S_{H3} .

Família	Geração	Genealogia
UFV 315-83	F ₃	CIFC H315/2 = Mundo Novo (CIFC 1535/181) x S.795 (CIFC 1344/19)
UFV 327-15	F ₃	CIFC H101/39 = S.333 (CIFC 254/14) x Dilla & Alghe (CIFC 128/2)
UFV 328-04	F ₃	CIFC H153/11 = Geisha (CIFC 87/1) x S.288/23 (CIFC 33/1)
UFV 328-70		
UFV 335-08	F ₃	CIFC H315/3 = Mundo Novo (CIFC 1535/181) x S.795 (CIFC 1344/19)
UFV 335-12		
UFV 335-15		
UFV 335-68		
UFV 335-70		
UFV 339-100	F ₂	CIFC H527 = Caturra Amarelo CIFC1637/48 x CIFC H79/1 (S.4 Agaro CIFC 110/5 x S.288/23 CIFC 33/1)
UFV 341-15	F ₃	CIFC H309/9 = S.353 4/5 (CIFC 34/13-53) x S.4 Agaro (CIFC 110/5)
UFV 402-21	F ₃	CIFC H214/6 = S.333 (CIFC 254/14) x S.12 Kaffa (CIFC 635/3/6)
UFV 402-36		
UFV 409-05	F ₃	CIFC H315/4 = Mundo Novo (CIFC 1535/181) x S.795 (CIFC 1344/19)
UFV 409-18		
UFV 409-30		
UFV 409-34		
UFV 409-42		
UFV 409-48		
UFV 480-12	F ₃	CIFC H101/? = S.333 (CIFC 254/14) x Dilla & Alghe (CIFC 128/2)
UFV 480-26		
Mundo Novo (UFV 2190)	F _n	Testemunha 1
Mundo Novo (UFV 2164)		Testemunha 2

As populações analisadas neste trabalho fazem parte do Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em parceria com a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Café). As plantas que deram origem a essas populações, por serem potenciais fontes de resistência à ferrugem, foram introduzidas pela UFV, no início da década de 1970, oriundas do Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC), localizado em Oeiras/Portugal.

Avaliou-se no ano de 2010 as características: vigor vegetativo, produção, ciclo de maturação dos frutos, uniformidade de maturação dos frutos, tamanho dos frutos maduros, incidência de ferrugem e incidência de cercosporiose (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição das características fenotípicas avaliadas no ano de 2010.

Característica	Descrição
Produção	Produção em litros de café recém-colhido/planta.
Vigor Vegetativo	Notas de 1 a 10. 1: Planta totalmente depauperada. 10: Planta considerada com vigor máximo.
Ciclo de maturação dos frutos	Notas de 1 a 5. 1 = precoce; 2 = média para precoce; 3 = média; 4 = média para tardia; 5 = tardia
Uniformidade de Maturação dos frutos	(Notas de 1 a 4). 1 = uniforme; 2 = medianamente uniforme; 3 = medianamente desuniforme; 4 = desuniforme.
Tamanho dos Frutos Maduros	(Notas de 1 a 3) Nota 1 = pequeno, 2 = médio, 3 = graúdo.
Incidência de Ferrugem	(Notas de 1 a 5). Plantas com nota 1 ou 2 = Resistentes; 3 a 5 = Suscetíveis.
Incidência de Cercosporiose	(Notas de 1 a 5). Nota 1: sem cercóspora; 2 a 5: folhas com cercóspora.

O estudo de diversidade genética foi realizado com base na divergência genotípica calculada por meio da distância euclidiana média como medida de dissimilaridade. A determinação dos grupos foi realizada pelo método de agrupamento de Tocher (RAO, 1952).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de agrupamento multivariada pelo método de Tocher, o qual se baseia na formação de grupos cujas distâncias dentro dos grupos sejam menores que as distâncias entre grupos, as 23 famílias foram alocadas em cinco grupos distintos (Tabela 3). Por meio desse resultado é possível inferir que existe variabilidade genética nessa população que pode ser explorada no melhoramento genético.

Tabela 3. Agrupamento baseado nas características morfoagronômicas avaliadas, pelo método de Tocher, com base na distância euclidiana média das progênes de café arábica de porte alto no ano de 2010.

Grupos	Famílias					
1	UFV 339-100	UFV 328-70	UFV 315-83	UFV 409-42	UFV 480-26	UFV 409-34
	UFV 335-68	UFV 335-08	UFV 409-30	UFV 335-70	UFV 402-21	UFV 328-04
	UFV 327-15	UFV 335-15	UFV 409-18	UFV 335-12	UFV 480-12	UFV 409-48
2	Mundo Novo	Mundo Novo				
	UFV 2190	UFV 2164				
3	UFV 341-15					
4	UFV 402-36					
5	UFV 409-05					

No primeiro grupo foram alocados 18 famílias (78,3%), este resultado indica a existência de variabilidade genética entre as famílias, porém essa variabilidade é baixa. Esses resultados corroboram com Sousa *et al.* (2017) que também encontraram baixa variabilidade genética entre variedades de café arábica. O grupo 2 foi composto pelas duas cultivares comerciais utilizadas como testemunhas. O grupo 3, 4 e 5 apresentaram apenas uma família cada. Estes resultados são de grande importância no planejamento dos programas de melhoramento, pois subsidiam a indicação de genitores a serem incluídos nos cruzamentos. Cruzamentos entre genótipos de interesse mas que sejam divergentes otimizam os ganhos genéticos na sua progênie. Nesse contexto, melhoristas buscam explorar ao máximo a variabilidade genética em cruzamentos dirigidos. Usando as informações de agrupamento, para se conseguir máximo de divergência, deve-se cruzar genótipos pertencentes a grupos distintos. Para as famílias analisadas, os dados sugerem o cruzamento de UFV 341-15, UFV 402-36 e UFV 409-05 entre eles ou com genótipos do grupo 1. Cruzamentos entre as famílias do grupo 1 devem ser evitados.

Cruzamentos entre cafeeiros da família UFV 402-36 (grupo 4) e UFV 402-21 (grupo 1) devem ser também evitados, pois apesar de serem de grupos distintos apresentam a mesma genealogia. As duas famílias são provenientes do cruzamento entre S.333 (CIFC 254/14) e S.12 Kaffa (CIFC 635/3/6). O mesmo deve ser considerado para a família UFV 409-05 (grupo 5) e os cafeeiros da mesma genealogia presentes no grupo 1.

CONCLUSÕES

1. Existe divergência genética entre as 23 famílias de café arábica avaliadas que pode ser explorada no melhoramento genético.
2. Por meio da análise de agrupamento é possível delinear cruzamentos para utilizar de forma eficiente a variabilidade genética dessa população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, R.B. da; RESENDE, M.D.V. de; CONTINI, A.Z.; REGO, F.L.H.; ROA, R.A.R.; MARTINS, W.J. Avaliação genética de indivíduos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) na região de Caarapó, MS, pelo procedimento REML/BLUP. *Ciência Florestal*, v.15, p.371-376, 2005.
- GUEDES, J. M., VILELA, D. J. M., REZENDE, J. C., SILVA, F. L., BOTELHO, C. E., CARVALHO, S. P. Genetic divergence between coffee trees of the Maragogipe germplasm. *Bragantia*, v. 72, n. 2, p. 127 – 132, 2013.
- PESTANA, K. N., CAPUCHO, A. S., CAIXETA, E. T. *et al.* Inheritance study and linkage mapping of resistance loci to *Hemileia vastatrix* in Híbrido de Timor UFV 443-03. *Tree Genet Genomes*, v.11, p. 72, 2015.
- RAO, C. R. Advanced statistical methods in biometric research. New York: John Wiley & Sons; 1952. 390p.
- SOUSA, T. V.; CAIXETA, E. T.; ALKIMIM, E. R.; OLIVEIRA, A. C. B.; PEREIRA, A. A.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S. Molecular markers useful to discriminate *Coffea arabica* cultivars with high genetic similarity. *Euphytica*, v. 213, p. 75, 2017.