

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE CAFÉ CONILON PARA SISTEMAS AGROFLORESTAIS¹

João Felipe de Brites Senra²; Rodolfo Ferreira de Mendonça³; Abraão Carlos Verdin Filho⁴; João Batista Silva Araújo⁵; Matheus Wandermurem da Silva⁶; Paulo Sérgio Volpi⁷; Marcone Comério⁸; Charlene Candida Rangel⁹; Pedro Fillipe Nery Fosse¹⁰

¹Trabalho financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e o Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café;

²Pesquisador, DSc, Incaper, Cachoeiro de Itapemirim-ES, joao.senra@incaper.es.gov.br;

³Pós-Doutorando, DScs, CNPq, Cachoeiro de Itapemirim-ES, rodolfofmdonca@gmail.com;

⁴Pesquisador, MSc, Incaper, Marilândia – ES, verdin.incaper@gmail.com;

⁵Pesquisador, DSc, Incaper, Domingos Martins, araujojs@incaper.es.gov.br;

⁶Bolsista Consórcio Pesquisa Café, matheus_wandermurem@hotmail.com;

⁷ Pesquisador, Bs., Incaper, Marilândia-ES, paulovolpi@incaper.es.gov.br;

⁸ Eng. Agrônomo, Incaper, Marilândia-ES, marcone.comerio@incaper.es.gov.br

⁹Pesquisadora, MS, Movimento de Educação Promocional do Espírito Santo (MEPES), chacharangel@hotmail.com;

¹⁰Bolsista Consórcio Pesquisa Café, pedronfosse@gmail.com.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi realizar a seleção de genótipos promissores de *C. canephora* para formação de variedades para sistemas agroflorestais com Ingá de metro (*Inga Edulis* Mart). O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Bananal do Norte (FEBN), pertencente ao Centro de Pesquisa do Regional Sul do Incaper. A unidade experimental em Sistemas Agroflorestais (SAF's) e cultivo orgânico de *C. canephora* foi implantada em janeiro de 2013 utilizando a variedade "EMCAPER 8151", denominada Robusta Tropical. Para a seleção dos genótipos promissores foram avaliados 90 cafeeiros no sistema agroflorestal com Ingá num espaçamento de 3,0 x 1,0 m para os cafeeiros conduzido com quatro hastes por planta. O Ingá foi plantado nas linhas de cultivo do cafeeiro dentro do espaçamento regular de 6 x 6m, de modo que a soma de cafeeiros e espécies consorciadas manteve 3.333 pl.ha⁻¹. A adubação orgânica foi calculada para uma produtividade entre 31 a 50 sc.ha⁻¹, com base no teor de N do adubo, visando fornecer 320 kg.ha⁻¹ de N. Em cobertura foi aplicado 24 l.pl⁻¹ de composto, oriundo da mistura de cama aviária, casca de café, esterco bovino e capim colônia, parcelado em duas aplicações (novembro e março) na projeção da copa do cafeeiro. A produção foi mensurada em Kg.pl⁻¹ de café colhido na roça. A colheita de cada genótipo para mensuração da produção foi realizada quando esses apresentaram no mínimo 80% de grãos maduros nas safras de 2016, 2017 e 2018 em plantas individuais sem o uso de delineamentos experimentais. A seleção dos dez genótipos promissores utilizou os valores genotípicos estimados pela metodologia BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction* – Melhor Predição Linear Não Viciada) utilizando como base os componentes de variância preditos pelo método REML (*Restricted Maximum Likelihood* - Máxima Verossimilhança Restrita). Com base nestes dados estimou-se a distância estatística de Mahalanobis para uma análise da variabilidade genética dos acessos seguida de um agrupamento UPGMA. Pode-se concluir que: existe a possibilidade de seleção de materiais genéticos para formação de variedades de café conilon para sistemas agroflorestais e, ou orgânicos; os genótipos indicados para ensaios com maior rigor estatístico objetivando a formação de cultivares são 13, 15, 25, 26, 41, 42, 57, 62, 81 e 84; o sistema em avaliação necessita de um maior número de colheitas para uma melhor estimativa da repetibilidade e acurácia na seleção dos dados.

PALAVRAS-CHAVE: Mitigação; Mudanças climáticas; *Inga edulis*.

SELECTION OF CONILON COFFEE GENOTYPES FOR AGROFORESTRAL SYSTEMS

ABSTRACT: The objective of this work was to carry out the selection of promising *C. canephora* genotypes for the formation of varieties for agroforestry systems with metro Ingá (*Inga Edulis* Mart). The experiment was conducted at the Experimental Farm of Bananal do Norte (FEBN), belonging to the Southern Regional Incaper Research Center. The experimental unit in Agroforestry Systems (SAF's) and organic cultivation of *C. canephora* was implanted in January 2013 using the variety "EMCAPER 8151", called Tropical Robusta. For the selection of the promising genotypes, 90 coffee trees were evaluated in the agroforestry system with Ingá at a 3.0 x 1.0 m spacing for the coffee trees conducted with four stems per plant. Ingá was planted in coffee lines within the regular spacing of 6 x 6m, so that the sum of coffee trees and intercropped species maintained 3,333 pl.ha⁻¹. The organic fertilization was calculated for a yield between 31 and 50 sc.ha⁻¹, based on the N content of the fertilizer, in order to provide 320 kg.ha⁻¹ of N. Covered was applied 24 l.pl⁻¹ of compound, from the mixture of avian litter, coffee husks, cattle manure and grass colonies, divided in two applications (November and March) in the projection of the coffee canopy. Production was measured in Kg.pl⁻¹ of coffee harvested in the field. The harvest of each genotype for production measurement was performed when they presented at least 80% of mature grains in the 2016, 2017 and 2018 crops in individual plants without the use of experimental designs. The selection of the ten promising genotypes used the genotype values estimated by the Best

Linear Unbiased Prediction (BLUP) methodology based on the components of variance predicted by the Restricted Maximum Likelihood (REML) method. Based on these data the statistical distance of Mahalanobis was estimated for an analysis of the genetic variability of the accesses followed by a UPGMA clustering. It can be concluded that: there is the possibility of selecting genetic material for the formation of conilon coffee varieties for agroforestry and / or organic systems; the genotypes indicated for tests with greater statistical rigor aiming at the formation of cultivars are 13, 15, 25, 26, 41, 42, 57, 62, 81 and 84; the system under evaluation needs a greater number of harvests for a better estimation of the repeatability and accuracy in data selection.

KEY WORDS: Mitigation; Climate changes; *Inga edulis*.

INTRODUÇÃO

O processo de mudanças climáticas está gerando uma pressão crescente no desenvolvimento de tecnologias que promoverão a mitigação destes efeitos na agricultura. Entre as tecnologias em destaque os sistemas consorciados ou agroflorestais estão entre os mais solicitados. Esses sistemas estão entre os que menos emitem CO₂ na atmosfera (POWLSON et al., 2014; VANDENBYGAART, 2016), contudo a adoção destes carece de estudos para sua aplicação no cultivo do *Coffea canephora*. As árvores de sombra fornecem uma série de serviços ao agroecossistema, tais como: controle de pragas (JONSSON et al., 2014); melhoria da qualidade do solo (MEYLAN et al., 2017); criação de habitat para espécies tropicais nativas (MOGUEL e TOLEDO, 1999); e renda adicional pela produção de frutas e, ou, recursos madeireiros aos agricultores (CERDA et al., 2014; SOMARRIBA et al., 2014) além dos recursos florestais não madeireiros. Os sistemas de cultivo consorciado possibilitam a atenuação dos estresses abióticos sobre o cafeeiro em regiões onde o ambiente limita o desenvolvimento da cultura (SILVA et al., 2013). As análises sistemáticas das estratégias de mitigação e adaptação à vulnerabilidade climática para o *C. canephora* indicam que o cultivo em sistemas agroflorestais e, ou, arborizados podem ser recomendados para regiões no norte e noroeste do estado do Espírito Santo (MARTINS et al., 2017). Desta forma em virtude da importância dos sistemas agroflorestais este trabalho objetivou realizar a seleção de genótipos promissores de *C. canephora* para formação de variedades para sistemas agroflorestais com Ingá de metro (*Inga Edulis* Mart).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Experimental de Bananal do Norte (FEBN), pertencente ao Centro de Pesquisa do Regional Sul do Incaper em Pacotuba, distrito do município de Cachoeiro de Itapemirim. A unidade experimental em Sistemas Agroflorestais (SAF's) e cultivo orgânico de *C. canephora* foi implantada em janeiro de 2013 utilizando a variedade "EMCAPER 8151", denominada Robusta Tropical (FERRÃO et al., 2000). A área de 0,62 ha é dividida em cinco talhões, sendo um cultivo solteiro e quatro sistemas consorciados com Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), Gliricídia (*Gliricídia sepium* Jacq. Steud), Bananeira cv. Japira, (*Musa spp*) e Ingá de metro (*Inga edulis* Mart). Para seleção dos genótipos promissores foram avaliados 90 cafeeiros no sistema agroflorestal com Ingá. Os cafeeiros foram plantados no espaçamento de 3,0 x 1,0 m, conduzido com quatro hastes por planta. O Ingá foi plantado nas linhas de cultivo do cafeeiro dentro do espaçamento regular de 6 x 6m, de modo que a soma de cafeeiros e espécies consorciadas manteve 3.333 pl.ha⁻¹. A adubação foi baseada no manual de adubação e calagem para o estado do Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2007). A quantidade de adubo orgânico foi calculada para uma produtividade entre 31 a 50 sc.ha⁻¹, com base no teor de N do adubo, visando fornecer 320 kg.ha⁻¹ de N. Em cobertura foi aplicado 24 l.pl⁻¹ de composto, oriundo da mistura de cama aviária, casca de café, esterco bovino e capim colônia, parcelado em duas aplicações (novembro e março) na projeção da copa do cafeeiro. A produção foi mensurada em Kg.pl⁻¹ de café colhido na roça. A colheita de cada genótipo para mensuração da produção foi realizada quando esses apresentaram no mínimo 80% de grãos maduros nas safras de 2016, 2017 e 2018 em plantas individuais sem o uso de delineamentos experimentais. A seleção dos dez genótipos promissores visando a composição de variedades de café conilon para sistemas agroflorestais orgânicos utilizou os valores genotípicos estimados pela metodologia BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction* – Melhor Predição Linear Não Viciada) utilizando como base os componentes de variância preditos pelo método REML (*Restricted Maximum Likelihood* - Máxima Verossimilhança Restrita). Os componentes de variância estimados por REML foram: variância fenotípica permanente entre plantas (V_{fp}), variância de ambiente temporário (V_{et}), variância fenotípica individual (V_f), repetibilidade individual (r), repetibilidade média entre as três colheitas (r_m), acurácia da seleção baseada na média de m colheitas (A_{cm}) e a média geral do experimento. Com base nestes dados estimou-se a distância estatística de Mahalanobis para uma análise da variabilidade genética dos acessos seguida de um agrupamento UPGMA. Todas as análises estatísticas realizadas no presente trabalho foram conduzidas no aplicativo computacional SELEGEN-REML/BLUP (RESENDE, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os componentes de variância estimados pela REML são apresentados na Tabela 1. Os valores do coeficiente de repetibilidade e acurácia de seleção não apresentam um bom nível de confiança para a seleção de genótipos para comporem diretamente variedades para sistemas agroflorestais, sendo necessária um maior número de colheitas para atingir esta meta. Contudo para as etapas iniciais dos programas de melhoramento estes dados permitem uma análise exploratória para a prospecção de genótipos para composição de ensaios de competição com um delineamento mais rígido para formar uma nova variedade. Na Tabela 2 são destacados os componentes de média da produção dos dez genótipos mais produtivos com valores fenotípicos permanentes superiores.

Tabela 1. Estimativa dos componentes de variância da produção de *Coffea canephora* em Kg.pl^{-1} nas colheitas de 2016, 2017 e 2018, no sistema sistemas de manejo com Ingá.

Componentes de Variância	
V_{fp}	0.016584
V_{et}	1.540524
V_f	1.557108
R	0.010651
r_m	0.031285
Acm	0.176876
M (Kg.pl^{-1})	1.11973

V_{fp} : variância fenotípica permanente entre plantas; V_{et} : variância de ambiente temporário; V_f : variância fenotípica individual; r: repetibilidade individual; r_m : repetibilidade média entre as três colheitas; Acm: acurácia da seleção baseada na média de m colheitas (A_{cm}) ($m = 3$); M (Kg.pl^{-1}): Média geral do experimento em Kg.pl^{-1}

Tabela 2. Estimativas dos componentes das médias da produção (Kg.pl^{-1}) dos dez genótipos mais promissores e os dez menos indicados no sistema consorciado com Ingá.

Ordem	Genótipo	f_p	$u + f_p$
1	15	0.0630	1.1827
2	13	0.0604	1.1802
3	84	0.0500	1.1697
4	62	0.0481	1.1679
5	41	0.0462	1.1659
6	81	0.0428	1.1625
7	25	0.0406	1.1603
8	42	0.0363	1.1561
9	26	0.0350	1.1548
10	57	0.0334	1.1532

f_p : efeito fenotípico permanente; u = média geral do experimento; f_p+u : valor fenotípico permanente

Analisando o dendrograma obtido a partir da distancia estatística de Mahalanobis, Figura 1, observa-se a formação de três grupos compactos executando um corte a 35% do nível de fusão. Os genótipos selecionados agrupam-se em um único grupo, destacando a diferença destes dos demais materiais.

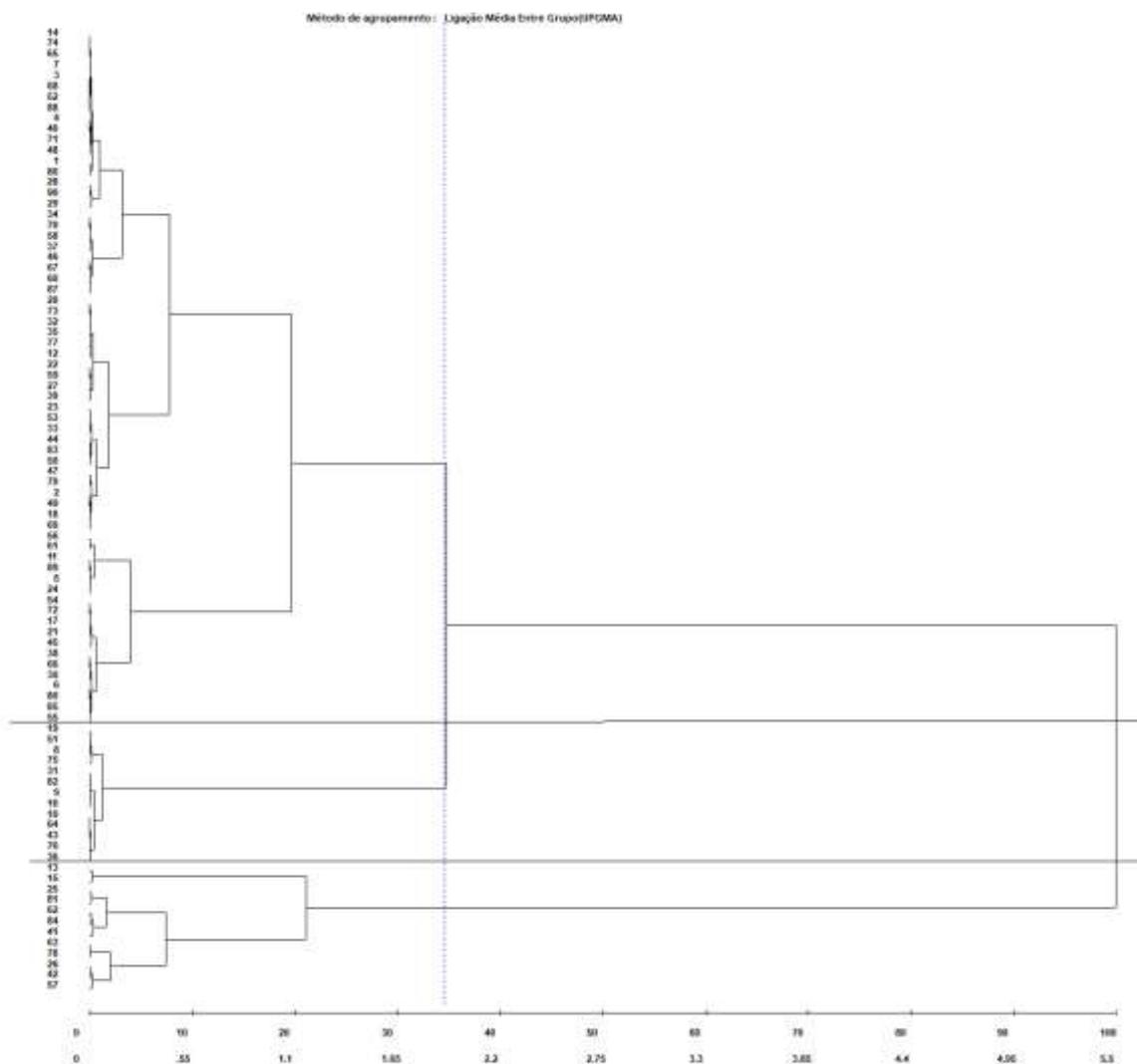


Figura 1: Dendrograma obtido pelo método UPGMA baseado na distância estatística de Mahalanobis dos dados referentes produção das safras 2016, 2017 e 2018.

CONCLUSÕES

1. Existe a possibilidade de seleção de materiais genéticos para formação de variedades de café conilon para sistemas agroflorestais e, ou, orgânicos;
2. Os genótipos indicados para ensaios com maior rigor estatístico objetivando a formação de cultivares são 13, 15, 25, 26, 41, 42, 57, 62, 81 e 84.
3. O sistema em avaliação necessita de um maior número de colheitas para uma melhor estimativa da repetibilidade e acurácia na seleção dos dados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a concessão de bolsas e apoio financeiro a FAPES, o Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café, o CNPq e o MEPES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CERDA R., DEHEUVELS O., CALVACHE D.; NIEHAUS, L.; SAENZ, Y.; KENT, J.; VILCHEZS, S.; VILLOTA, A.; MARTINEZ, C.; SOMARRIBA, E. Contribution of cocoa agroforestry systems to family income and domestic consumption: looking toward intensification. *Agroforestry Systems*, n. 88, 957–981, 2014.
- FERRÃO, R. G., FONSECA, A. F. A. D., FERRÃO, M. A. G., BRAGANÇA, S. M., & FERRÃO, L. M. V. EMCAPER 8151-Robusta tropical: variedade melhorada de café conilon de propagação por sementes para o estado do Espírito Santo. 2000.

- JONSSON M., RAPHAEL I.A., EKBOM B., KYAMANYWA S., KARUNGI J. Contrasting effects of shade level and altitude on two important coffee pests. *Journal of Pest Science*, n. 88, 281–287, 2014.
- MARTINS, L. D.; EUGENIO, F. C.; RODRIGUES, W. N.; JESUS JÚNIOR, W. C.; TOMAZ, M. A.; RAMALHO, J. D. C.; SANTOS, A. R. *Climatic Vulnerability in Robusta Coffee - Mitigation and Adaptation*. 1. ed. Alegre-ES: CAUFES, 2017. v. 1. 54p.
- MEYLAN L., GARY C., ALLINNE C., ORTIZ J., JACKSON L., RAPIDEL B., Evaluating the effect of shade trees on provision of ecosystem services in intensively managed coffee plantations. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, n. 245, 32–42, 2017.
- MOGUEL P., TOLEDO V.M. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13, 11–21, 1999.
- POWLSON, D.S., STIRLING, C.M., JAT, M.L., GERARD, B.G., PALM, C.A., SANCHEZ, P.A., CASSMAN, K.G., 2014. Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation. *Nat. Clim. Chang.* 4, 678–683.
- PREZOTTL L. C; GOMES. J. A.; DADALTO. G. G; OLIVEIRA. J. A. de. *Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo - 5ª aproximação*. Vitória, ES. SEEA/INCAPER/CEDAGRO. 2007. 305p.
- RESENDE, M.D.V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, n. 16, p. 330-339, 2016.
- SILVA, F. C.; SILVA, F. M.; SILVA, A. C.; BARROS, M. M.; PALMA, M. A. Z. Desempenho operacional da colheita mecanizada e seletiva do café em função da força de desprendimento dos frutos. *Coffee Science*, v.8, n.1, p.53-60, 2013.
- SOMARRIBA, E.; SUÁREZ-ISLAS, A.; CALERO-BORGE, W.; VILLOTA, A.; CASTILHO, C.; VÍLCHEZ, S.; DEHEUVELS, O.; CERDA, R. Cocoa–timber agroforestry systems: Theobroma cacao–Cordia alliodora in Central America. *Agroforestry Systems*, n. 88, 1001–1019, 2014.
- VANDENBYGAART, A.J., 2016. The myth that no-till can mitigate global climate change. *Agric. Ecosyst. Environ.* 216, 98–99.