

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS PROMISSORES DE CAFÉ CONILON ORIUNDOS DA CULTIVAR 'ES8152'

Fernanda Gomes da Silva, Josimar Aleixo da Silva, Idalina Sturião Milheiros, Eduarda Gonçalves Raimundo, Amanda Oliveira da Conceição, João Felipe Brites Senra, Marlon Dutra Degli Esposti.

Instituto de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural/Fazenda Experimental de Bananal do Norte, Rodovia João Domingo Zago, Km 2,5, Pacotuba –29.323-000–Cachoeiro de Itapemirim-ES, Brasil: Fehgomes16@outlook.com, josimaraleixo_@hotmail.com.br, idalinasturiao@gmail.com, eduardagoncalves.ega89@gmail.com, amandadeoliveira1@hotmail.com, joao.senra@incaper.es.gov.br, mesposti@incaper.es.gov.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de genótipos do cafeeiro conilon da cultivar 'ES8152' em comparação a clones comerciais. O experimento foi está instalado na Fazenda Experimental Bananal do Norte pertencente ao Centro de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação Sul do Incaper. .O campo experimental foi implantado em um espaçamento de três metros entre linhas de cultivo e um metro entre plantas seguindo o delineamento em blocos aumentados de Federer com três blocos, quatro tratamentos não regulares (testemunhas) e 240 tratamentos regulares (genótipos). As testemunhas foram os clones A1, LB1, V8 e V12 de variedade comerciais. Foram avaliadas as características produção de café cereja em Kg.pl⁻¹, peso de 100 frutos cerejas em gramas e porcentagem de grãos bóa. A análise dos dados foi realizada pelo método de máxima verossimilhança restrita e melhor predição linear não viesada.E com dados analisados e possível a percepção de indivíduos promissores.

Palavras-chave: Seleção Genética, *Coffea canephora*, REML/BLUP

Área do Conhecimento: Engenharia agrônômica - Agronomia

Introdução

A cafeicultura é uma atividade estratégica do agronegócio brasileiro ocupando 2,16 milhões de hectares do território nacional (CONAB, 2019). A produção estimada para o ano de 2019 (RESENDE; ALVES, 2020) foi de 50,92 milhões de sacas de 60 Kg de café beneficiado, sendo 13,92 milhões de café conilon (CONAB, 2019). A cadeia produtiva do café envolve 287 mil cafeicultores distribuídos em 1.900 municípios em 15 estados brasileiros (MAPA, 2018). O estado do Espírito Santo ocupa menos de 0,5% do território brasileiro e destaca-se como o segundo maior produtor nacional, (CONAB, 2018).

A cafeicultura do conilon é a principal atividade agrícola na maioria dos municípios situados em regiões quentes do caracterizada pela diversidade de ambientes de cultivos, tamanhos das propriedades, topografia e perfil dos produtores quanto a fatores de ordem cultural, social, econômica e tecnológica. (RESENDE; ALVES, 2020). A alta produtividade das lavouras capixabas se deve a gama de tecnologias disponíveis aos produtores rurais, que envolve técnicas de manejo atualizadas, nutrição equilibrada e o uso de cultivares com produtividade e qualidade da bebida.

O café conilon é uma espécie alógama e diplóide, com autoincompatibilidade gametofítica (MORAES *et al.*, 2018; TRAN *et al.*, 2017) e desta forma a reprodução por sementes resulta em uma população altamente diversificada, em que cada planta pode diferir das demais em termos de arquitetura, forma e tamanho de grãos e folhas, padrão de maturação e suscetibilidade a estresses bióticos e abióticos (DUBBERSTEIN *et al.*, 2020). O plantio de cultivares propagadas por sementes garante maior variabilidade natural da espécie nas lavouras, sendo considerado um método simples e a principal estratégia para exploração da heterose (SOUZA *et al.*, 2021). Dentre as cultivares propagadas por sementes presentes no mercado pode-se citar a variedade 'Conquista-ES8152'. Essa cultivar é formada pelo processo de recombinação em campos isolados de 56 genótipos superiores do programa de melhoramento do Incaper, apresentando ampla base genética, rusticidade, adaptação a múltiplos ambientes, alto vigor vegetativo e produtividade (FERRÃO, 2019). Cultivares propagadas por

sementes possuem uma grande variabilidade genética, representando uma oportunidade de seleção de genótipos superiores. Senra e colaboradores (2022) avaliaram a diversidade genética, por meio de características morfoagronômica, de uma população formada por genótipos dessa cultivar e destacaram a grande diversidade genética dos acessos e identificaram genótipos com comportamento similar a clones elites da cafeicultura capixaba. Desta forma considerando a grande importância da cultivar 'ES8152' e a possibilidade de selecionar genótipos promissores para composição de novas variedades de *Coffea canephora*, este trabalho objetivou selecionar indivíduos promissores oriundos da cultivar 'Conquista' com alta produção e qualidade física dos frutos.

Metodologia

O campo experimental foi instalado em novembro de 2019 na Fazenda Experimental Bananal do Norte (FEBN), pertencente ao Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Sul (CPDI Sul) do Incaper em Pacotuba, distrito do município de Cachoeiro de Itapemirim. A FEBN está localizada na latitude 20°45'39"S e longitude 41°17'39" W, no sul do estado do Espírito Santo, Brasil, a 140 metros de altitude. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, clima com verão chuvoso e inverno seco. A região possui topografia ondulante e apresenta precipitação e temperatura média anual de 1.200 mm e 23°C respectivamente.

O campo experimental foi implantado em novembro de 2019 em um espaçamento de três metros entre linhas de cultivo e um metro entre plantas seguindo o delineamento em blocos aumentados de Federer (Federer, 1956), com três blocos, quatro tratamentos não regulares (testemunhas) e 240 tratamentos regulares (genótipos). Os genótipos são provenientes da variedade de café conilon Incaper ES8152 "Conquista", localizado na FEBN. Cada testemunha foi representada por seis plantas em cada bloco.

A adubação de plantio e condução seguiu o manual de adubação e calagem para o estado do Espírito Santo (PREZOTTI *et al.*, 2007) e os tratamentos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com a exigência da cultura, seguindo as recomendações atuais para o café conilon (FERRÃO *et al.*, 2017).

As testemunhas foram os clones comerciais: A1 (clone oito da variedade "Diamante" Incaper ES8112); LB1 (clone um da variedade "Jequitibá" Incaper ES8122); V8 e V12 (clones oito e 12 da variedade "Vitória" Incaper ES8142 respectivamente).

As plantas foram avaliadas aos 36 meses após o plantio, representando a primeira colheita. Foram colhidos os genótipos quando apresentaram pelo menos 80% de frutos maduros sendo avaliadas as seguintes características:

- Produção de café cereja por planta (kg): Foi determinada em balança de precisão, pela pesagem da produção total de frutos por planta;

- Massa de 100 frutos (g): Foi realizado uma amostragem de 100 de frutos na fase de maturação cereja seguido da pesagem em balança de precisão.

- Porcentagem de grãos bóia (%): Após a mensuração da massa de 100 frutos a amostra imersa em um recipiente com água para determinação da porcentagem de frutos flutuantes.

A análise dos dados foi realizada pelo método de máxima verossimilhança restrita e melhor predição linear não viesada (REML/BLUP), utilizando-se o software Selegen (RESENDE, 2016), modelo 74 (Equação 1).

$$y = X_m + Z_g + W_b + T_p + e \quad \text{Equação 1}$$

Em que y é o vetor de dados, m é o vetor dos efeitos assumidos como fixo (medições), g é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), b é o vetor dos efeitos ambientais de blocos (assumidos como aleatórios), p é o vetor dos efeitos de ambientes permanentes (assumidos como aleatórios), e e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

A significância dos efeitos aleatórios do modelo estatístico foi testada pela análise de deviance usando o teste de razão de verossimilhança (LRT) de acordo com a seguinte expressão:

$$LTR = -2(\text{Log}L - \text{Log}L_R) \quad \text{Equação 2}$$

Em que $\text{Log}L$ é o logaritmo do máximo (L) da função de verossimilhança restrita do modelo completo; e $\text{Log}L_R$ é o logaritmo do máximo (L_R) da função de verossimilhança restrita do modelo

CIÊNCIAS BÁSICAS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

A interface dos saberes para a sociedade

reduzido (sem o efeito ser testado). A LRT foi analisada considerando o teste de qui-quadrado com um grau de liberdade a 1 e 5 % de significância.

Resultados

Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros genéticos estimados, onde verifica-se que as variâncias genotípicas foram superiores a residual. Os valores de herdabilidade e acurácia seletiva foram elevados, o que possibilita o processo de seleção estimados. O resultado da análise de Deviance, Tabela 2, demonstra que os efeitos genéticos foram significativos para todas as características em estudo. Contudo o efeito dos blocos não demonstrou significância, o que destaca a homogeneidade da unidade experimental. Desta forma é possível selecionar os dez melhores genótipos para cada característica.

Tabela 1- Estimativa dos parâmetros genéticos obtidos pelo método de máxima verossimilhança restrita para o cafeeiro conilon, variedade ES8152 "Conquista", para a primeira colheita no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil.

Parâmetro Genético	Produção de café cereja (kg)	Peso de 100 Frutos(g)	Porcentagem de frutos Bóia
Variância Genotípica	5.4558	441.6647	36.2828
Variância Ambiental entre blocos	0.0009	0.0115	1.04184
Variância Residual	3.1525	19.9913	22.9623
Variância Fenotípica	8.6092	461.6677	60.2869
Herdabilidade de parcelas individuais	0.6337	0.9566	0.60183
Coeficiente de Determinação do efeito dos blocos	0.0001	0.0002	0.0172
Herdabilidade média	0.6337	0.9567	0.6018
Acurácia da seleção de genótipos	0.7961	0.9781	0.7758
Média Geral do Experimento	6.1635	94.1329	6.5981

Fonte: o autor (2022).

Tabela 2- Análise de Deviance estimada pelo teste de razão de verossimilhança (LRT) para o cafeeiro conilon, variedade ES8152 "Conquista", para a primeira colheita no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil.

Produção de café cereja (kg)				
Efeito	Deviance	LRT	Componente de variância	Coeficiente de determinação
Genético	666.4833	10.1533	5.4558	0.6338**
Bloco	656.3300	0	0.0009	0.0001ns
Modelo completo	656.3300			
Peso de 100 Frutos(g)				
Efeito	Deviance	LRT	Componente de variância	Coeficiente de determinação
Genético	1483.2000	14.6800	441.6647	0.9567**
Bloco	1468.5200	0	0.01156	0.0000 ns
Modelo completo	1468.5200			
Porcentagem de Bóia				
Efeito	Deviance	LRT	Componente de variância	Coeficiente de determinação
Genético	1064.6700	5.0500	36.2828	0.6124*
Bloco	1060.5500	0.9300	1.04185	0.0173ns
Modelo completo	1059.6200			

Teste da razão de verossimilhança (LRT) e qui-quadrado com um grau de liberdade a 1 e 5 % de significância, respectivamente. Fonte: o autor (2022).

CIÊNCIAS BÁSICAS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A interface dos saberes para a sociedade

Na Tabela 3 pode-se observar os valores genotípicos e o ordenamento dos 10 genótipos promissores com os maiores valores para produção de café cereja e peso de 100 frutos, além daqueles com menor porcentagem de frutos boa. Verifica-se que os genótipos 101 e 171, além clone LB1, ocuparam as primeiras posições no ordenamento para produção. Os genótipos 33, 61 e 180 foram materiais que se destacaram para peso de 100 frutos. O clone V12 e os genótipos 64 e 61 ocuparam as primeiras posições no ordenamento para a porcentagem de bóa.

Tabela 3- Ordenamento dos maiores valores genotípicos estimados para produção e peso de 100 frutos e os menores valores de Boia, preditos pelo método de BLUP para o cafeeiro conilon, variedade ES8152 “Conquista”, para a primeira colheita no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil.

Ordem	Produção		Peso 100 Fruto		% Bóia	
	Genótipo	Valor genotípico	Genótipo	Valor genotípico	Genótipo	Valor genotípico
1	101	12.5248	33	215.9066	V12	1.7000
2	171	12.1996	61	182.0304	64	2.0131
3	LB1	11.6778	180	146.5112	61	2.0131
4	214	11.0906	20	144.8631	59	2.0131
5	127	10.446	155	144.66	52	2.0131
6	112	10.3826	171	134.256	40	2.0131
7	173	10.311	63	134.2439	39	2.0131
8	11	9.8952	186	131.1181	30	2.0131
9	93	9.6728	195	130.9746	29	2.0131
10	A1	9.6179	91	130.2523	62	2.6255

Fonte: o autor (2022).

Discussão

Os parâmetros genéticos estimados apresentam alta acurácia, demonstrando uma adequada precisão experimental. A alta herdabilidade e as deviances significativas evidenciam a existência de variabilidade genética. Senra e colaboradores (2022) utilizando análises multivariadas também destacaram a diversidade genética da variedade ‘Conquista’.

A acurácia seletiva é o parâmetro estatístico mais relevante para determinação da qualidade experimental e dos valores genotípicos (RESENDE; ALVES, 2020). Este parâmetro reflete a quantidade e qualidade das informações e procedimentos utilizados na predição de valores genéticos e depende da herdabilidade e repetibilidade da característica analisada (RESENDE; DUARTE, 2007), a partir das expressões apresentadas na Tabela 1, permite observar análises de variância relacionados ao nível de acurácia, podendo-se observar na Tabela uma alta acurácia, assim tendo a possibilidade de indivíduos promissores, podendo ter grandes chances de variabilidade genética.

Na Tabela 2 e possível a percepção da significância do método de análise de Deviance mostra o teste de razão de verossimilhança (LRT) da primeira colheita de Cachoeiro de Itapemirim, o teste de razão de verossimilhança para a independência entre grupos de variáveis permite identificar se existe uma relação de dependência entre eles, não foram observadas diferenças entre blocos. Desta forma é possível selecionar os dez melhores genótipos para cada característica. A avaliação genotípica compreende a estimação de componentes de variância (parâmetros genéticos) e a predição de valores genotípicos, as estimativas dos parâmetros genéticos como herdabilidade e correlações genéticas são fundamentais para estratégia de melhoramentos eficientes, e com alguns materiais fazer a diferença entre as deviances para os modelos sem e com o efeito a ser testado, obtendo a razão de verossimilhança. A herdabilidade, é fundamental que seja a mais real possível, devido à sua importância na predição de ganhos genéticos de um material dependendo do controle experimental, do local e de anos quantos anos o experimento foi implantado, e das características avaliadas. De acordo com Resende e Alves (2020) valores de herdabilidade maiores que 50 % são considerados altos, entre

15 e 50 % moderados e se menores que 15 % baixos. Vale ressaltar que, a herdabilidade possui papel preditivo muito importante, pois expressa a confiança com que o valor fenotípico representa o valor genético. As estimativas de parâmetros, como a herdabilidade, são essenciais para orientar na definição das melhores estratégias de seleção no melhoramento do cafeeiro (PEREIRA *et al.*, 2013; ALKIMIM *et al.*, 2021).

Analisando a Tabela 3 verifica-se que as características avaliadas do desempenho agrônômico de genótipos de café conilon da cultivar 'ES8152'. Podendo-se observar na Tabela 10 genótipos com os maiores valores para produção de café cereja e peso de 100 frutos, além daqueles com menor porcentagem de frutos boia. Podendo então chegar ao objetivo de ter indivíduos que tenham ótima produção para frutos cerejas e que tenha uma menor quantidade de frutos boia.

Conclusão

Os genótipos em estudos apresentaram desempenho diferenciado para as características produção, peso de 100 frutos, porcentagem de boia.

Os genótipos 101, 171, 33, 61 e 64 apresentaram melhor desempenho agrônômico, sendo os promissores para seleção.

Neste estudo podem ser selecionados genótipos para orientar cruzamentos controlados visando explorar a heterose e assim obter indivíduos superiores para mais de uma característica.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito do Santo ao Consórcio de Pesquisas Cafeeiras, e ao Instituto Capixaba de Pesquisa e Assistência Técnica e Extensão Rural pelo apoio financeiro e estrutural e bolsa de pesquisa.

Referências

ALKIMIM, E.R.; CAIXETA, E.T.; SOUSA, T.V.; GOIS, I. B.; SILVA, F. L.; SAKIYAMA, N. S.; ZAMBOLIM, L.; ALVES, R. S.; RESENDE, M. D. V. **Designing the best breeding strategy for Coffea canephora: Genetic evaluation of pure and hybrid individuals aiming to select for productivity and disease resistance traits.** *PLoS One*, v. 16, p. e0260997, 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Segundo acompanhamento da safra brasileira de café.** V.5 - SAFRA 2019 - N.2 - Segundo levantamento | MAIO 2019. ISSN: 2318-7913. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO [CONAB].

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO [CONAB]. **Acompanhamento da safra brasileira de café – Safra 2018.** Acompanhamento da Safra Brasileira, v.5, n.2, p.1-70, 2018.

DUBBERSTEIN, D. et al. **Biometric traits as a tool for the identification and breeding of Coffea canephora genotypes.** *Genetics and Molecular Research*, 19(2):1- 17, 2020.

FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; FONSECA, A. F. A. da; SENRA, J. F. B.; MENDONÇA, R. F. de; COMÉRIO, M.; FERRÃO, L. M. V.; TRAGINO, P. H.; TÓFANO, J. L. KAULZ, M. **'Conquista ES 8152': cultivar melhorada de café Conilon propagada por sementes para o Espírito Santo.** Vitória, ES: Incaper, 2019b. (Incaper – Documento nº 263).

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. **Café Conilon, segunda edição atualizada e ampliada.** Vitória, ES. Incaper, 2017. 784p. ISBN 978-85-89274-26-5

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO [MAPA]. **Café no Brasil.** Disponível em: . Acesso em: 12 Julho 2018.

MORAES, M S ; TEIXEIRA, A L ; RAMALHO, A R ; ESPINDULA, M C ; FERRAO, M A G ; ROCHA, R B. **Characterization of gametophytic self-incompatibility of superior clones of Coffea**

canephora. Genetics and Molecular Research, v. 17, p. 1-11, 2018.
<https://www.geneticsmr.com/articles/18018>

PEREIRA, T. B.; CARVALHO, J. P. F.; BOTELHO, C. E.; RESENDE, M. D. V.; REZENDE, J. C.; MENDES, A. N. G. **Eficiência da seleção de progênies de café F4 pela metodologia de modelos mistos (REML/BLUP)**. Bragantia, Campinas, v. 72, n. 3, p.230- 236, 2013.

PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória: INCAPER, 2007. 305p.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G.G. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. 5. ed. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305 p.

RESENDE MDV, ALVES RS. **Linear, Generalized, Hierarchical, Bayesian and Random Regression Mixed Models in Genetics/Genomics in Plant Breeding**. Functional Plant Breeding Journal 2020; 2:1–31. <https://doi.org/http%3A//dx.doi.org/10.35418/2526-4117/v2n2a1>

RESENDE, M. D. V.; ALVES, R. S. **Linear, Generalized, Hierarchical, Bayesian and Random Regression Mixed Models in Genetics/Genomics in Plant Breeding**. Functional Plant Breeding Journal, v. 3, n. 2, p. 121-152, 2020. <https://doi.org/http%3A//dx.doi.org/10.35418/2526-4117/v2n2a1>.

RESENDE, M. D. V.; ALVES, R. S. **Linear, Generalized, Hierarchical, Bayesian and Random Regression Mixed Models in Genetics/Genomics in Plant Breeding**. Functional Plant Breeding Journal, v. 3, n. 2, p. 121-152, 2020. <https://doi.org/http%3A//dx.doi.org/10.35418/2526-4117/v2n2a1>.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. **Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182- 194, 2007.

SENRA, J. F. B. .; SILVA, J. A. da .; FERRÃO, M. A. G.; ESPOSTI, M. D. D. .; MILHEIROS, I. S. .; FASSARELLA, K. M. . **Genetic variability of conilon coffee population from cultivar 'ES8152' based on morphoagronomic variables**. Coffee Science - ISSN 1984-3909, [S. l.], v. 17, p. e171986, 2022. DOI: 10.25186/v17i.1986. Disponível em: <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1986>. Acesso em: 29 aug. 2022.

SOUZA, L. C. et al. **Molecular characterization of parents and hybrid progenies of conilon coffee**. Annals of the Brazilian Academy of Sciences, 93:e20201649, 2021.