

AVALIAÇÃO DE DESCRITORES FISIOLÓGICOS PARA CARACTERIZAÇÃO DE GENÓTIPOS DE CAFÉ CONILON NO CAPARAÓ CAPIXABA

Mateus Sturião da Costa Lima¹, João Paulo Canal Valli¹, Danielle Inácio Alves¹, João Felipe Pereira Franco¹, Julio César Fiório Vettorazzi¹, Sávio da Silva Berilli¹, Ana Paula Candido Gabriel Berilli¹

¹Instituto Federal do Espírito Santo /Instituto de Ciência e Tecnologia, Rodovia ES-482 (Cachoeiro de Itapemirim-Alegre) km-47, 29500-00 Distrito de Rive, Alegre-ES, Brasil, mateus.sturiao08@gmail.com, joapaulovalli9@gmail.com, danielle.inacio@hotmail.com, joaofelipepereira124@gmail.com, juliocesar.f.v@hotmail.com, berilli@gmail.com, ana.berilli@ifes.edu.br

Resumo

Os testes de DHE estabelecidos pelo Serviço Nacional de Registro de Cultivares do MAPA estabelecem descritores mínimos para a caracterização da variabilidade genética dos materiais em análise, para que sejam distintos das demais cultivares já em uso, estáveis e homogêneos durante os sucessivos plantios. Desta forma, o objetivo desta pesquisa é caracterizar, quanto aos descritores fisiológicos das folhas, 31 clones de café conilon cultivados na região sul capixaba para realização futura de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade. Avaliaram-se critérios de balanço de nitrogênio, clorofila total, antocianina, flavonoides e índice de clorofila da planta. Os resultados mostraram que para a maioria das variáveis analisadas houve diferença significativa entre os clones pelo teste de Skott-Knott à 5% de probabilidade, indicando a possibilidade de seleção de clones mais promissores do que outros para estas características. A pesquisa revela que mais parâmetros precisarão ser utilizados para permitir a discriminação dos clones.

Palavras-chave: Melhoramento genético vegetal. *Coffea canephora*. fisiologia vegetal, diversidade genética.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica – Agronomia.

Introdução

A cafeicultura desempenha um papel fundamental na agropecuária brasileira. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), essa cultura atualmente sustenta cerca de 8 milhões de empregos, diretos e indiretos. A cafeicultura impulsiona significativamente a economia do Brasil, com exportações para 122 países que, em 2022, alcançaram um recorde de receita cambial de US\$ 9,233 bilhões (CECAFE, 2022).

Segundo Ferrão (2013), o café Conilon é a principal fonte de renda em 80% das propriedades rurais nas regiões quentes do Espírito Santo, contribuindo com 37% do PIB agrícola do estado. Atualmente, são cultivados 283 mil hectares de Conilon, distribuídos em 40 mil propriedades rurais em 63 municípios, envolvendo 78 mil famílias. No total, 131 mil famílias no estado são produtoras de café, sendo que 73% delas são pequenos agricultores, que operam em módulos menores e utilizam mão de obra familiar.

Porém, a região sul do Espírito Santo colabora com apenas 11% da produção estadual, portanto, é importante conhecer a estrutura genética da população cafeeira para que seja realizada a seleção de plantas matrizes mais promissoras, destacando-se as variâncias genéticas e fenotípicas dos clones bem como sua capacidade adaptativa (PEDEAG, 2023).

O processo fotossintético é essencial para as plantas, servindo como a força impulsionadora das reações metabólicas. A clorofila tem um papel crucial nesse processo, sendo a molécula que converte a energia da luz em energia química. A falta de nitrogênio (N) resulta em uma diminuição das reações bioquímicas do metabolismo do carbono e na produção de clorofila (STREIT, 2019). Esta deficiência também reduz a área foliar, o que diminui a capacidade da planta de capturar e utilizar a luz solar, que é vital para funções como a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, impacta negativamente a

produtividade da cultura. O uso de parâmetros de fluorescência da clorofila tem se popularizado, especialmente para estudar a capacidade fotossintética das plantas. Como essa técnica é não destrutiva, ela permite realizar análises qualitativas e quantitativas sobre como a luz é absorvida e utilizada pelo sistema fotossintético. Essa metodologia tem proporcionado uma compreensão mais detalhada dos processos fotoquímicos e não fotoquímicos que ocorrem na membrana dos tilacóides, além de permitir o estudo da capacidade de absorção e transferência de energia luminosa na cadeia de transporte de elétrons (Oliossi, 2017).

Posto isso, esta pesquisa tem por objetivo caracterizar trinta clones de café conilon cultivadas na região sul capixaba por meio de descritores fisiológicos para fins de estudo de diversidade genética entre os clones.

Metodologia

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia / Ifes Campus de Alegre, localizado no município de Alegre, na região sul do estado do Espírito Santo com latitude 20°45'50" Sul e longitude 41°28'25" Oeste, e altitude de 150 m em relação ao nível do mar. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo "Cwa", com duas estações bem definidas: inverno frio e seco e verão quente e úmido.

Os genótipos foram dispostos em um delineamento de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições e seis plantas por parcela. O plantio foi realizado em outubro de 2022 com o espaçamento de 2 metros entre linhas e 1 metro entre plantas, totalizando 744 plantas de café.

Os 31 clones utilizados nesse experimento foram fornecidos pelo agricultor parceiro a esta pesquisa, sendo dois desses materiais já estabelecidos na região como cultivares conhecidas (A1 e P2).

Foi realizada uma leitura utilizando o aparelho Spad Plus 502, para estimação do índice de clorofila da folha, medindo-se ao acaso três folhas do quarto par de folhas de cada planta e posteriormente foi estimada a média de cada leitura. Houve também análises com o fluorômetro Multiplex® 330, um sensor óptico multiparâmetro de campo, capaz de excitar a fluorescência de moléculas que são inacessíveis. As moléculas fluorescentes que são medidas em tempo real são particularmente as fitoalexinas. Esses polifenóis são produzidos pela planta na presença de agentes causadores de estresses, inclusive os patogênicos. A leitura foi feita apenas de um lado das plantas, apontando o equipamento para a copa de cima para baixo em um ângulo aproximadamente de 45 graus. As leituras ocorreram em folhas verdes no período da manhã, após dois meses do plantio em toda a lavoura experimental.

Para interpretação e análise dos dados do experimento, foram verificadas a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk. Após, os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de média de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade. Foram utilizados o programa R Studio e o pacote ExpDes.pt (Ferreira et al., 2011).

Resultados

De acordo com a tabela 1, quase todas as características relacionadas as análises fisiológicas apresentaram diferença significativa, indicando que os clones produziram quantidades diferentes para os fatores relacionados a fotossíntese, com exceção da ANTH_RB que não se diferiu estatisticamente entre os tratamentos analisados. Para o estudo em questão, esses índices são importantes pois os clones que apresentam elevado teor de clorofila possuem taxa fotossintética maior, indicando um melhor potencial de produção do clone. Para todas as características, com exceção da ANTH_RG que teve um valor mais elevado, houve um CV adequado, indicando uma alta precisão experimental.

Tabela 1: Resultado do teste de média de Scott Knott, à 5% de probabilidade, dos dados fisiológicos obtidos por Multiplex e Spad, dos diferentes genótipos de *Coffea canephora*.

TRAT	SFR_G	SFR_R	FLAV	ANTH_RG	ANTH_RB	NBI_G	NBI_R	Spad
1	2.267 b	2.330 b	0.663 b	0.053 a	0.627 a	0.583 b	0.534 b	30.433 b
2	2.693 b	2.785 a	0.770 a	0.028 b	0.638 a	0.533 b	0.519 b	37.090 a
3	2.841 a	2.838 a	0.595 b	0.031 b	0.631 a	0.795 a	0.738 a	36.290 a

4	2.597 b	2.411 b	0.813 a	0.042 a	0.625 a	0.459 b	0.388 b	32.423 a
5	2.931 a	2.779 a	0.782 a	0.043 a	0.610 a	0.526 b	0.468 b	28.823 b
10	2.910 a	2.977 a	0.800 a	0.048 a	0.619 a	0.506 b	0.484 b	35.800 a
11	2.945 a	2.789 a	0.687 b	0.045 a	0.604 a	0.716 a	0.644 a	36.548 a
12	2.878 a	2.778 a	0.775 a	0.064 a	0.613 a	0.578 b	0.576 b	35.350 a
13	3.002 a	2.845 a	0.733 a	0.019 b	0.629 a	0.591 b	0.542 b	28.980 b
14	2.897 a	2.966 a	0.687 b	0.029 b	0.611 a	0.519 b	0.657 a	33.275 a
15	2.857 a	2.720 a	0.674 b	0.030 b	0.640 a	0.558 b	0.626 a	33.965 a
16	2.922 a	2.810 a	0.717 b	0.046 a	0.591 a	0.648 a	0.561 b	33.983 a
21	2.692 b	2.643 a	0.689 b	0.036 a	0.628 a	0.658 a	0.589 b	31.375 b
22	2.408 b	2.318 b	0.652 b	0.056 a	0.646 a	0.681 a	0.579 b	27.233 b
23	3.203 a	3.004 a	0.801 a	0.031 b	0.600 a	0.533 b	0.492 b	33.035 a
24	2.552 b	2.642 a	0.750 a	0.042 a	0.633 a	0.485 b	0.480 b	30.750 b
25	3.125 a	2.905 a	0.818 a	0.030 b	0.646 a	0.478 b	0.443 b	36.110 a
30	3.120 a	2.840 a	0.790 a	0.035 b	0.630 a	0.511 b	0.462 b	29.233 b
31	2.381 b	2.778 a	0.556 b	0.015 b	0.652 a	0.708 a	0.805 a	29.250 b
32	3.116 a	2.939 a	0.767 a	0.044 a	0.624 a	0.580 b	0.518 b	34.965 a
33	2.912 a	2.733 a	0.789 a	0.020 b	0.631 a	0.538 b	0.486 b	31.158 b
34	2.407 b	2.654 a	0.781 a	0.021 b	0.637 a	0.448 b	0.471 b	33.335 a
35	2.523 b	2.386 b	0.915 a	0.056 a	0.625 a	0.366 b	0.538 b	28.183 b
36	3.118 a	2.926 a	0.698 b	0.023 b	0.623 a	0.663 a	0.603 a	31.300 b
37	3.077 a	2.967 a	0.611 b	0.023 b	0.613 a	0.827 a	0.779 a	27.558 b
38	2.621 b	2.573 b	0.593 b	0.040 a	0.642 a	0.709 a	0.667 a	26.690 b
39	2.593 b	2.737 a	0.742 a	0.037 a	0.611 a	0.538 b	0.546 b	28.803 b
40	2.876 a	2.792 a	0.674 b	0.018 b	0.628 a	0.647 a	0.622 a	30.975 b
41	2.803 a	2.635 a	0.661 b	0.030 b	0.613 a	0.722 a	0.618 a	31.235 b
42	2.834 a	2.681 a	0.755 a	0.051 a	0.620 a	0.592 b	0.614 a	29.290 b
A1	2.559 b	2.438 b	0.685 b	0.038 a	0.662 a	0.579 b	0.537 b	31.208 b
P2	3.071 b	2.888 a	0.619 b	0.023 b	0.608 a	0.790 a	0.712 a	33.735 a
Média	2.804	2.735	0.720	0.036	0.625	0.596	0.572	31.820
CV %	13.320%	7.950%	13.640%	39.860%	5.100%	26.670%	23.520%	13.080%

Onde: TRAT= tratamento; SFR_G e SFR_R= clorofila total; FLAV=flavonoides; ANTH_RG e ANTH_RB= antocianina; NBI_G e NBI_R =balanço de nitrogênio e SPAD. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott- knott ao nível de 5% de probabilidade.

Discussão

No geral, entre as variáveis analisadas, o clone 11 se destacou como superior aos demais na maioria das características, revelando possuir maior atividade fotossintética.

Para a variável clorofila total (SFR_G e SFR_R), os clones 2, 3, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 23, 24, 25, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 42 e o comercial P2, saíram em destaque para esta característica. De acordo com Ramos et al (2017), as clorofilas são os principais pigmentos ligados à eficiência fotossintética e está relacionada ao crescimento, vigor e produtividade das plantas em diferentes condições de manejo, podendo, ao ser determinada, servir de suporte na tomada de decisões, principalmente sobre a adubação nitrogenada química ou orgânica. Isto se deve ao fato de a clorofila apresentar alta relação com o rendimento para inúmeras culturas.

Segundo Miranda et al.,(2016), as antocianinas (ANTH_RG ANTH_RB) e os flavonoides (FLAV), são compostos fenólicos presentes nas plantas de café, desempenham um papel crucial no desenvolvimento do aroma e sabor característicos. Além de protegerem contra raios ultravioleta, essas substâncias também atraem polinizadores e dispersores de sementes, contribuindo para a reprodução e sobrevivência da planta. Foi possível caracterizar clones 2, 4, 5, 10, 11, 12, 16, 21, 22, 24, 32, 35, 38, 39, 42 e o A1 com melhores resultados para flavonoides.

Já para antocianina não houve diferença significativa entre os clones, indicando que para esta característica eles não diferem entre si.

De acordo com Dubberstein (2014) o nitrogênio é um nutriente altamente exigido e o mais acumulado pelo cafeeiro. O conteúdo deste macronutriente nas plantas de café conilon é fundamental tanto ao crescimento estrutural da planta (folhas, caule, ramos e raízes), como também ao florescimento e à frutificação abundantes. Para essa característica os clones 3, 11, 14, 15, 16, 21, 22, 31, 36, 37, 38, 40, 41, 42 e P2 foram os mais promissores.

O índice de clorofila das plantas dado pelo SPAD teve diferença entre os clones testados, se destacando os clones 2, 3, 4, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 23, 25, 32, 34 e o P2. Em um trabalho feito por Martineli et al (2020), em que testou respostas fisiológicas em mudas de café conilon tratadas com doses de sódio, cromo e lodo de curtume, teve média de 27,38 para índice de clorofila, enquanto este trabalho encontrou média de 31.82, isso indica que há uma boa disponibilidade de nutrientes as plantas especialmente o nitrogênio, que é essencial para síntese de clorofila.

Conclusão

Com base nos descritores relacionados a parâmetros fisiológicos da planta foi possível encontrar variabilidade genética entre os clones de *Coffea canephora*, indicando que estes materiais possuem potencial para serem indentificados como sendo diferentes genótipos a serem registrados no futuro ou serem incorporados em programas de melhoramento genético de cafeeiro.

Referências

CECAFE. **Relatório mensal dezembro de 2021**. 2022. Disponível em: <http://www.consorcioesquisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/dezembro/CECAFE-Relatorio-Mensal-DEZEMBRO-2021.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2024.

DUBBERSTEIN, D. et al. Acúmulo de potássio em frutos de cafeeiro em diferentes manejos de adubação. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa**, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1015566/1/acumulonitrogenio8994.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2024.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental Designs: um pacote R para análise de experimentos. **Revista da Estatística da UFOP**, v. 1, p. 1-9, 2011.

FERRÃO, R. G. et al. No ES Cafeicultura Responde por 43% da Produção Agrícola. **Visão Agrícola**, v. 12, p. 95-96, 2013

FORCE-A. **Fluorímetro portátil de campo para la detección precoz de las enfermedades**. Centre Universitaire Paris Sud, 2013. Acesso: 11 ago. 2024
<https://estaticos.qdq.com/swdata/files/397/397890546/Folleto-MULTIPLEX-330-SP.pdf>

KRAUSE, G. H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 42, p. 313-349, 1991.

MARTINELI, L. et al. Respostas fisiológicas de mudas de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre) tratadas com doses de sódio, cromo e lodo de curtume. In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos - Anais**, 2020.

MIRANDA, G. B. et al. Compostos fenólicos no café arábica em função da poda programada de ciclo. **Boletim Técnico Incaper**, 2017. Disponível em: <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2527/1/BRT-compostosfenolicosnocafearabicaemfuncaodapodaprogramadadeciclo-verdin.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2024.

OLIOSI, G. et al. Fluorescência transiente da clorofila a e crescimento vegetativo em cafeeiro conilon sob diferentes fontes nitrogenadas. **Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa**, 2017. Disponível em: <http://tot.dti.ufv.br/handle/123456789/8668>. Acesso em: 17 ago. 2024.

PEDEAG. Novo Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura: novo PEDEAG 2007-2025. 2010. Disponível em: https://seag.es.gov.br/Media/Seag/Importacao/SEAG_Pedag_4_Completo_v2023-1.pdf. Acesso em: 05 ago. 2024.

RAMOS, J. G. et al. Parâmetros fisiológicos do milho cultivado sob adubação organomineral de NPK, água amarela e manipueira. **Irriga**, v. 24, n. 2, p. 444-459, 2019.

STREIT, N. M. et al. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 4, p. 748-755, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/dWwJymDzZRFwHhchRTpvbqK/>. Acesso em: 14 ago. 2024.

Agradecimentos

O grupo de pesquisa agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento à pesquisa e as bolsas de iniciação científica. Ao Instituto Federal do Espírito Santo Campus de Alegre (IFES). À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação do Ifes (RPPG), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes) e ao produtor rural parceiro desta pesquisa sr. Pedro Euzébio Fiorese.