

QUALIDADE E DIVERSIDADE GENÉTICA DE MUDAS DE CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA PRODUZIDAS EM TUBETES¹

Stefani Moreira da Costa²; Tiago de Oliveira Godinho³; Sarah Ola Moreira⁴

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

² Bolsista Consórcio Pesquisa Café, CPT, stefanimoreira_2013@hotmail.com

³ Engenheiro Florestal, Dr., Vale S.A., Linhares-ES, tiago.godinho@vale.com

⁴ Pesquisadora, Dra., Incaper, Linhares-ES, sarah.moreira@incaper.com.br

RESUMO: A produtividade de *Coffea arabica* L. é obtida desde a implantação do cultivo, sendo a qualidade das mudas um dos principais pontos a serem observados pelos produtores. Para a obtenção de mudas de qualidade é preciso identificar o melhor manejo a ser empregado e o material genético utilizado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de mudas de café arábica de diferentes cultivares produzidas em tubetes. Foi instalado um experimento com oito cultivares de café arábica: Arara; Catucaí Amarelo 24/137; Catucaí Vermelho IAC 44; Catucaí Vermelho 19/08; Catucaí Amarelo 2SL; Catucaí Amarelo IAC 86; Novo Mundo e Acauã. As mudas foram produzidas em tubetes de 120 cm³ preenchidas com substrato. Aos 180 dias após a sementeira foi feita a avaliação da altura da plântula (AP); diâmetro do coleto (DC), número, comprimento e largura de folha; teor de clorofila das folhas (SPAD) e relação entre AP e DC (RAD). Os dados foram submetidos a análise de variância, agrupamento das médias, estimação dos parâmetros genéticos e correlações. Além disso, foi estimada a divergência genética pelo método UPGMA. O RAD foi alto para todas as cultivares, indicando que o manejo empregado pode ter causado o estiolamento das mudas. A cultivar Arara foi agrupada entre os genótipos de maior AP e DC, tendo por isso melhor potencial produtivo. A correlação entre AP e SPAD foi alta, indicando que plantas mais bem nutridas crescem mais. Os parâmetros genéticos indicaram que há pouca variabilidade entre os genótipos estudados, o que foi corroborado pela análise de divergência genética, com a formação de apenas dois grupos. Conclui-se que os resultados dos parâmetros genéticos e da análise da divergência genética indicam condições desfavoráveis para seleção. É preciso aprimorar o manejo das mudas de café arábica produzidas em tubetes buscando melhorar o desenvolvimento das mudas e evitar o estiolamento das plântulas.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica* L., parâmetros genéticos, desenvolvimento vegetativo.

QUALITY AND GENETIC DIVERSITY OF ARABIC COFFEE CULTIVAR PRODUCTS IN TUBES

ABSTRACT: The yield of *Coffea arabica* L. is obtained since the establishment of the crop, and the quality of the seedlings is one of the main points to be observed by producers. To obtain quality seedlings, it is necessary to identify the best management to be employed and the genetic material used. The objective of this work was to evaluate the quality of arabica coffee seedlings of different cultivars produced in tubes. An experiment was set up with eight arabica coffee cultivars: Arara; Catucaí Amarelo 24/137; Catucaí Vermelho IAC 44; Catucaí Vermelho 19/08; Catucaí Amarelo 2SL; Catucaí Amarelo IAC 86; Novo Mundo, and Acauã. The seedlings were produced in 120 cm³ tubes filled with substrate. At 180 days after sowing, was evaluated seedling height (AP); stem diameter (DC), leaf number, length and width; leaf chlorophyll content (SPAD), and ratio between AP and DC (RAD). Data were subjected to analysis of variance, grouping of means, estimation of genetic parameters and correlations. In addition, genetic divergence was estimated by the UPGMA method. The RAD was high for all cultivars, indicating that the management employed may have caused the seedling estiolation. The cultivar Arara was grouped between genotypes with higher AP and DC, thus having better yield potential. The correlation between AP and SPAD was high, indicating that better-nourished plants grow larger. The genetic parameters indicated that there is little variability between the studied genotypes, which was corroborated by the analysis of genetic divergence, with the formation of only two groups. It is concluded that the results of genetic parameters and genetic divergence analysis indicate unfavorable conditions for selection. It is necessary to improve the management of arabica coffee seedlings produced in tubes aiming to improve the development of the seedlings and to avoid seedling estiolation.

KEY WORDS: *Coffea arabica* L., genetic parameters, vegetative development.

INTRODUÇÃO

A implantação de cafezais com cultivares da espécie *Coffea arabica* L. é realizada a partir de mudas formadas por sementes, o que é vantajoso devido a facilidade de produção de mudas, de plantio, a redução do custo de formação do cafezal e ao bom desenvolvimento radicular (TATAGIBA et al., 2010). Por ser uma cultura perene, o plantio do cafezal deve ser feito com mudas de boa qualidade, uma vez que já foi observada correlação positiva entre o crescimento inicial

do cafeeiro e sua produtividade. Carvalho et al. (2010), avaliando 25 cultivares de café arábica em cinco ambientes observaram que plantas com maior diâmetro de caule, altura de planta, número e comprimento de ramos plagiotrópicos possuem maior produtividade.

Para o café, mudas de qualidade garantem um bom pegamento, diminui os gastos com a operação de replantio e promove um rápido crescimento inicial das plantas. Mudas vigorosas são caracterizadas por terem folhas verdes e brilhantes, caule espesso e sistema radicular abundante de raízes absorventes (HENRIQUE et al., 2011). É preciso ainda ter um bom equilíbrio entre a parte aérea e o sistema radicular das mudas, bem como, entre a altura da planta e o diâmetro do coleto. Esse tipo de avaliação é importante para evitar distorções provenientes de técnicas de manejo inadequadas, como o excesso de nitrogênio, a deficiência luminosa ou adensamento das mudas no viveiro, o que pode causar o estiolamento das mudas.

Para avaliar a qualidade das mudas, alguns índices são utilizados, dentre eles o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960); a relação da matéria seca da parte aérea com a matéria seca de raízes (RPAR); e a relação entre a altura da plântula e o diâmetro do coleto (RAD) (MARANA et al., 2008). Entre eles, o RAD tem sua importância destacada por ser uma análise não destrutiva, de fácil mensuração e possível de ser utilizada por viveiristas de modo frequente, permitindo o acompanhamento dos resultados das técnicas de manejo empregadas.

Outro fator a ser considerado no desenvolvimento das mudas é o material genético utilizado. Cultivadas sobre as mesmas condições, os materiais genéticos comerciais de café arábica possuem diferentes padrões de crescimento. Freitas et al. (2007) observaram diferenças da ordem de 45,3% na altura de plantas de 12 cultivares de café arábica, indicando que é necessário conhecer o padrão de desenvolvimento do material genético a ser utilizado para estabelecer o método de produção de mudas de modo mais assertivo. Além disso, o crescimento inicial das mudas pode ser utilizado como parâmetro para seleção indireta e precoce de materiais mais produtivos, acelerando o processo de melhoramento da cultura, conforme relatado por Carvalho et al. (2010).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade de mudas de diferentes cultivares comerciais de café arábica produzidas em tubetes, bem como, a divergência genética dessas cultivares em relação ao desenvolvimento inicial das plântulas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em viveiro localizado no Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Serrano (CPDI Serrano) do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), localizado no município de Domingos Martins, ES (20°21'16"S; 41°03'50"W), a 956 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é temperado com verão ameno (Cfb), com temperatura média do ar mensal de 18,2°C e precipitação anual de 1.263 mm (ALVARES et al., 2013).

Foram utilizadas oito cultivares de café arábica: Arara; Catucaí Amarelo 24/137; Catucaí Vermelho IAC 44; Catucaí Vermelho 19/08; Catucaí Amarelo 2SL; Catucaí Amarelo IAC 86; Novo Mundo e Acauã. Os grãos de café foram colhidos separadamente, descascados, despulpados e secos à sombra sobre telado. Após esse procedimento, as sementes foram levadas ao viveiro para o plantio.

As mudas foram produzidas em tubetes de 120 cm³ preenchidas com substrato Plantmax® acrescido com 10 Kg de adubo de liberação lenta por m³ de substrato (MARANA et al., 2008). A composição do adubo era de 7,4% de NO₃; 8,6% de NH₄; 8% de P₂O₅; 12% de K₂O; 2% MgO; 5% de SO₄; 0,4% de B; 0,02% de Zn; 0,05% Cu; 0,06% de Mn e 0,015% Mo e o tempo de liberação de seis meses. Para cada genótipo foram preenchidos 96 tubetes, dispostos em uma única bandeja, sendo consideradas úteis as 15 mudas centrais.

Foram semeadas duas sementes por tubete. Após a semeadura, as bandejas foram cobertas com palhada até a germinação. Posteriormente, foi feita a retirada da palhada e as mudas mantidas sobre sombrite com 50% de sombreamento e realizado o desbaste, deixando apenas uma plântula por tubete. A irrigação foi feita por microaspersão. A avaliação foi realizada 180 dias após a semeadura, considerando o delineamento inteiramente ao acaso com oito tratamentos (cultivares de café) e 15 repetições. Foram avaliados: altura da plântula (AP), em cm, medida com régua graduada em mm, a partir do coleto até a gema apical; diâmetro do coleto (DC), em mm; número de folhas (NF); comprimento e largura de folha, (CF e LF, respectivamente) em mm; teor de clorofila das folhas (SPAD), adimensional; e relação entre altura da plântula e o diâmetro do coleto (RAD). O DC, CF e LF foram medidos com auxílio de um paquímetro digital; o SPAD foi medido com auxílio do clorofilômetro *Soil Plant Analysis Development* (SPAD-502, Minolta), sendo feitas três medições por planta e estimado o valor médio por repetição.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao agrupamento das médias pelo teste de Scott Knott. Foram estimadas as variâncias e as correlações fenotípica, genotípica e ambiental, a herdabilidade, o coeficiente de variação genético e o índice de variação. Em seguida, foi calculada a matriz de dissimilaridade genética pelo método de Mahalanobis e o agrupamentos dos genótipos pelo método hierárquico de ligação média entre grupos (UPGMA) com ponto de corte estabelecido de acordo com Mojema (1977). O ajuste entre a matriz de dissimilaridade genética e agrupamento foi verificado pelo coeficiente de correlação cofenética (CCC) e sua significância foi avaliada pelo Teste de Mantel. A importância relativa dos caracteres para a divergência foi estimada pelo método de Singh. Todas as análises genético-estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Genes (CRUZ, 2016) integrado ao R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção do comprimento e do número de folhas, todas as demais variáveis analisadas foram significativas, indicando haver variabilidade entre os genótipos estudados (Tabela 1). Em média, as mudas atingiram altura de 15,36 cm, com diâmetro do coleto de 2,68 mm e 11,06 folhas por muda. A AP e o DC obtidos nesse trabalho foram superiores ao relatado por Marana et al. (2008), que também estudaram mudas produzidas em tubetes, porém inferiores ao observado por Tatagiba et al. (2010), com mudas produzidas em sacolas de polietileno. Isso indica que as mudas de café arábica produzidas em tubetes propiciam menor desenvolvimento das plântulas, como também já foi observado por Dardengo et al. (2013) para o café conilon. Os coeficientes de variação ficaram entre 14,27% para RAD e 21,03% para CF, considerados medianos.

Tabela 1. Análise de variância de sete variáveis morfofisiológicas avaliadas em oito cultivares de café arábica.

FV	GL	Quadrados Médios						
		AP	DC	NF	CF	LF	SPAD	RAD
Genótipos	7	71,98*	0,83*	5,70 ^{ns}	343,33 ^{ns}	81,77*	1050,45*	6,92*
Repetição	112	6,45	0,21	2,84	186,72	33,07	99,45	0,68
Média		15,36	2,68	11,06	64,98	31,47	56,32	5,78
CV (%)		16,53	16,99	15,25	21,03	18,27	17,71	14,27

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns}: não significativo.

AP: altura de plântula (cm); DC: diâmetro do coleto (mm); NF: número de folhas; CF: comprimento de folha (mm); LF: largura de folha (mm); SPAD: teor de clorofila na folha; RAD: relação entre a altura da plântula e o diâmetro do coleto.

A altura das plântulas variou de 12,02 cm para a cultivar Acauã a 17,88 cm para a “Arara”, que também teve maior DC. Por outro lado, o “Catucaí Amarelo 2SL” está no grupo com menor AP e DC (Tabela 2). Essas variáveis são importantes, pois segundo Carvalho et al. (2010), tanto a altura como o diâmetro da planta estão fortemente correlacionados com a produtividade do cafezal. Nesse sentido, a “Arara” tem maior expectativa produtiva frente às demais cultivares analisadas.

Tabela 2. Agrupamento das médias de sete variáveis morfofisiológicas avaliadas em oito cultivares de café arábica.

Genótipos	AP	DC	NF	CF	LF	SPAD	RAD
Arara	17,88a	3,12a	11,40a	69,86a	34,96a	62,76b	5,80b
Catucaí Amarelo 24/137	17,31a	2,56c	11,27a	61,86b	29,18b	72,88a	6,80a
Catucaí Vermelho IAC 44	16,73a	2,85b	11,33a	72,84a	33,28a	59,90b	5,90b
Catucaí Vermelho 19/08	15,92b	2,60c	11,47a	63,95b	30,61b	49,01c	6,13b
Catucaí Amarelo 2SL	12,21c	2,35c	11,20a	62,54b	30,32b	48,17c	5,23c
Catucaí Amarelo IAC 86	15,15b	2,54c	9,87b	68,37a	34,30a	53,07c	6,08b
Novo Mundo	15,71b	2,76b	11,60a	59,45b	29,30b	52,98c	5,78b
Acauã	12,02c	2,71b	10,33b	61,01b	29,82b	51,82c	4,49d

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. AP: altura de plântula (cm); DC: diâmetro do coleto (mm); NF: número de folhas; CF: comprimento de folha (mm); LF: largura de folha (mm); SPAD: teor de clorofila na folha; RAD: relação entre a altura da plântula e o diâmetro do coleto.

Quando se avalia a relação entre a altura de plantas e o diâmetro do coleto (RAD), observou-se que o “Catucaí Amarelo 24/137” teve maior média, o que pode indicar o estiolamento das mudas, já que esse genótipo teve AP alta e DC baixo. Marana et al. (2008) indicam valores de RAD entre 3,5 a 4,0 para mudas de café arábica produzidas em tubetes aos 150 dias após a sementeira. Para esses autores, valores maiores indicam estiolamento das mudas e menores indicam baixo crescimento. Aos 180 dias após a sementeira, o menor valor de RAD obtido nesse experimento foi de 4,49, indicando que algum manejo precisa ser ajustado para melhorar a qualidade das mudas, como corrigir a incidência solar, aumentar o espaçamento entre as mudas ou ajustar a adubação.

O teor de clorofila nas folhas, medido por meio do índice SPAD, foi maior para o “Catucaí Amarelo 24/137”, superando em 29,4% a média geral obtida. Em seguida, vem os genótipos “Arara” e “Catucaí Vermelho IAC 44”. Esses três materiais também foram os genótipos com maior AP (Tabela 2), o que corrobora com a alta correlação obtida entre essas variáveis (Tabela 3). De acordo com Godoy et al. (2008), a medição do teor da clorofila das folhas pelo método utilizado nesse estudo é eficiente para avaliar a quantidade de nitrogênio da planta. Garcia et al. (2011) relatam que o N é o macronutriente de maior demanda para o desenvolvimento inicial de mudas em viveiros e nos plantios no campo, proporcionando maior resposta em termos de produtividade das plantas de café. Por esse motivo, a relação entre o índice SPAD e a AP era esperada.

Na grande maioria das relações avaliadas, as correlações genotípicas superaram as fenotípicas, conservando o mesmo sinal, indicando boa amostragem experimental (Tabela 3). As exceções foram DC x RAD e NF x CF, o que pode ser explicado pela correlação ambiental maior que as correlações genotípicas e fenotípicas, indicando que o fator ambiental prejudicou as avaliações. Correlações genotípicas superiores a 70% foram identificadas entre AP x SPAD e RAD; CF x LF, indicando que a altura das plantas pode ser utilizada para a seleção indireta de plantas com maior teor de clorofila e maior qualidade. A correlação entre CF x LF de 0,99 indica que apenas uma dessas variáveis pode ser utilizada para a caracterização dos genótipos, facilitando a obtenção dos dados.

Tabela 3. Correlações fenotípica, genotípica e ambiental entre sete variáveis morfofisiológicas avaliadas em oito cultivares de café arábica.

Características ¹		DC	NF	CF	LF	SPAD	RAD
AP	r_{fe}	0,57	0,45	0,47	0,39	0,70	0,80
	r_{ge}	0,58	0,52	0,67	0,48	0,76	0,84
	r_a	0,64	0,49	0,16	0,20	0,07	0,41
DC	r_{fe}		0,28	0,48	0,51	0,35	-0,02
	r_{ge}		0,29	0,65	0,65	0,40	0,05
	r_a		0,28	0,26	0,26	0,14	-0,42
NF	r_{fe}			-0,08	-0,26	0,22	0,30
	r_{ge}			0,04	-0,36	0,32	0,37
	r_a			-0,20	-0,14	0,02	0,25
CF	r_{fe}				0,90	0,22	0,22
	r_{ge}				0,99	0,39	0,38
	r_a				0,69	-0,14	-0,13
LF	r_{fe}					0,09	0,11
	r_{ge}					0,15	0,18
	r_a					-0,11	-0,11
SPAD	r_{fe}						0,61
	r_{ge}						0,68
	r_a						-0,08

AP: altura de plântula; DC: diâmetro do coleto; NF: número de folhas; CF: comprimento de folha; LF: largura de folha; SPAD: teor de clorofila na folha; RAD: relação entre a altura da plântula e o diâmetro do coleto.

Os parâmetros genéticos indicaram forte influência ambiental para NF, CF e LF, indicado pela alta variância ambiental e, por consequência, a baixa herdabilidade (Tabela 4). Por outro lado, as variáveis AP, SPAD e RAD tiveram alta herdabilidade, indicando que para essas variáveis a seleção é facilitada, já que seu genótipo é refletido no fenótipo. Porém, para todas as variáveis estudadas, foi observado índices de variação abaixo de 1,0, o que prejudica a seleção pela falta de variabilidade existente entre os genótipos estudados, o que também foi observado no agrupamento dos genótipos pelo método UPGMA (Figura 1).

Tabela 4. Variância fenotípica (σ_f^2), genotípica (σ_g^2) e ambiental (σ_a^2), herdabilidade (h^2), coeficiente de variação genético (CV_g) e índice de variação (CV_g/CV_e) de sete variáveis morfofisiológicas avaliadas em oito cultivares de café arábica.

Parâmetros Genéticos	AP	DC	NF	CF	LF	SPAD	RAD
σ_f^2	4,80	0,054	0,38	22,89	5,45	70,03	0,46
σ_a^2	0,43	0,012	0,19	12,45	2,20	6,63	0,05
σ_g^2	4,37	0,040	0,19	10,44	3,24	63,40	0,42
h^2	91,04	70,40	50,11	45,61	59,55	90,53	90,18
CV_g	13,60	7,47	3,94	4,97	5,72	14,13	11,17
CV_g/CV_e	0,82	0,44	0,26	0,24	0,31	0,80	0,78

AP: altura de plântula; DC: diâmetro do coleto; NF: número de folhas; CF: comprimento de folha; LF: largura de folha; SPAD: teor de clorofila na folha; RAD: relação entre a altura da plântula e o diâmetro do coleto.

No agrupamento das cultivares estudadas pelo método de UPGMA foi observada a separação de dois grupos, sendo o Grupo I composto exclusivamente pela “Catucaí Amarelo 24/137”, e o Grupo II pelos demais genótipos (Figura 1). Esse resultado corrobora com os obtidos por Silva et al. (2013), que observaram baixa diversidade genética entre 88 acessos de café arábica quando se avalia caracteres quantitativas e multicategóricas isoladamente. Diante disso, os autores sugeriram converter os dados quantitativos em multicategóricos e integrar os dados de diferentes naturezas favorece a melhor visualização da divergência genética entre os acessos por eles avaliados.

O coeficiente de correlação cofenética foi de 71,59%, o que indica aderência mediana entre a matriz de dissimilaridade genética e o dendrograma formado. Na concepção de Sokal & Rohlf (1962), valores de correlação cofenética superiores a 0,80 indicam bom ajuste entre as matrizes originais de distância e as derivadas das distâncias gráficas. Ressaltaram também que os dendogramas formados pelo método UPGMA são os de maior confiabilidade.

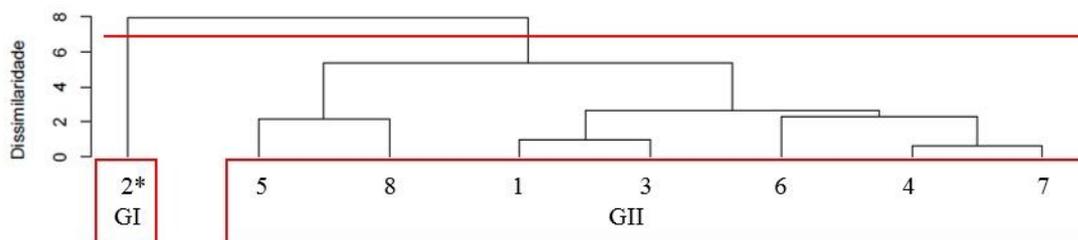


Figura 1. **Dendrograma** de dissimilaridade genética entre oito cultivares de café arábica obtido pelo método hierárquico de ligação média entre grupos (UPGMA), com base em sete variáveis morfofisiológicas. CCC = 0,7159. 1 = Arara; 2 = Catucaí Amarelo 24/137; 3 = Catucaí Vermelho IAC 44; 4 = Catucaí Vermelho 19/08; 5 = Catucaí Amarelo 2SL; 6 = Catucaí Amarelo IAC 86; 7 = Novo Mundo; 8 = Acauã

Como observado no agrupamento das médias, o “Catucaí Amarelo 24/137” foi o material com maior teor de clorofila nas folhas (SPAD) e maior relação entre a altura da planta e diâmetro do coleto (RAD) (Tabela 2), o que explica a sua separação dos demais genótipos. Essas características somadas contribuem com 37,41% da divergência genética, não superando, porém, a altura da planta, com 42,70% (Tabela 5). Também por essa análise, o CF pode ser descartado da análise de diversidade genética em mudas de café arábica, uma vez que ela não altera o padrão de agrupamento dos genótipos.

Tabela 5. Importância relativa de sete caracteres morfofisiológicos para a divergência genética entre oito cultivares de café arábica.

Caracteres	S _i	Valor em %
Altura de Plântula (AP)	57,23	42,70
Diâmetro do Coleto (DC)	11,16	8,33
Número de Folhas (NF)	4,88	3,64
Comprimento de Folha (CF)	3,26	2,44
Largura de Folha (LF)	7,35	5,49
Teor de clorofila nas folhas (SPAD)	40,89	30,51
Relação entre RAD	9,24	6,90

CONCLUSÕES

1. Apesar de haver variabilidade genética entre as cultivares de café arábica, os parâmetros genéticos e a análise da divergência genética entre os materiais indicam condições desfavoráveis para seleção;
2. Por ter maior altura de plântula e diâmetro do coleto, além de alto teor de clorofila nas folhas, a cultivar “Arara” é o material genético de melhor expectativa produtiva;
3. Técnicas de produção de mudas de café arábica em tubetes precisam ser aprimoradas para proporcionar o melhor o desenvolvimento das mudas e evitar o estiolamento das plântulas.

AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café pelo financiamento do projeto e concessão de bolsa à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A. ; STAPE, J. L. ; SENTELHAS, P. C. ; GOLÇALVES, J. L. de M. ; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22: 711-728, 2013.
- CARVALHO, A. M. ; MENDES, A. N. G. ; CARVALHO, G. R. ; BOTELHO, C. E. ; GONÇALVEZ, F. M. A. ; FERREIRA, A. D. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(3): 262-275, 2010.

- CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 38(4): 547-552, 2016.
- DARDENGO, M. C. J. D. ; SOUZA, E. F.; REIS, E. F.; GRAVINA, G. A. Crescimento e qualidade de mudas de café conilon produzidas em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. *Coffee Science*, 8(4): 500-509, 2013.
- GARCIA, A. L. A. ; PADILHA, L. ; GARCIA, A. W. R. ; MENDES, A. N. G. ; CARVALHO, C. H. S. Efeito da uréia com inibidor de urease no crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Coffee Science*, 6(1): 1-7, 2011.
- GODOY, L. J. G. ; SANTOS, T. S. ; VILLAS BÔAS, R. L. ; LEITE JÚNIOR, J. B. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 32: 217-226, 2008.
- MARANA, J. P. ; MIGLIORANZA, E. ; FONSECA, E. P. ; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. *Ciência Rural*, 38(1): 39-45, 2008.
- MOJENA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. *The Computer Journal*, 20(4): 359-363, 1977.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. *A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. 2006. Disponível em: <www.r-project.org>. Acesso em 08 ago. 2019.
- SILVA, F. L. ; BAFFA, D. C. F. ; OLIVEIRA, A. C. B. ; PEREIRA, A. A. ; BONOMO, V. S. Integração de dados quantitativos e multicategóricos na determinação da divergência genética entre acessos de cafeeiro. *Bragantia*, 72(3): 224-229, 2013.
- SOKAL, R. R. ; ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon*, 11:30-40, 1962.
- TATAGIBA, S. D. ; PEZZOPANE, J. E. M. ; REIS, E. F. Crescimento vegetativo de mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes níveis de sombreamento *Coffee Science*, 5(3): 251-261, 2010.