



CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E DISSIMILARIDADE ENTRE CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA CULTIVADAS NA REGIÃO DO CAPARÃO CAPIXABA

Daniel Soares Ferreira¹, Wagner Nunes Rodrigues², Sebastião Vinícius Batista Brinate², Lima Deleon Martins³, Tafarel Victor Colodetti⁴, Marcelo Antonio Tomaz⁵

¹Mestre em Produção Vegetal, Doutorando pela UFV, Viçosa-MG, daniel.s.soares@ufv.br.

²Doutor em Produção Vegetal, Professor do Centro Universitário UNIFACIG, Manhuaçu-MG, wagner.nunes@sempre.unifacig.edu.br, sebastiao.vinicius@sempre.unifacig.edu.br.

³Doutor em Produção Vegetal, Grupo *Geotechnology Applied to Global Environment* (GAGEN), CCAE-UFES, Professor do Centro Universitário São Camilo, Cachoeiro do Itapemirim-ES, limadeleon@saocamilo-es.br.

⁴Doutor em Produção Vegetal, Pós-doutorando pelo CCAE-UFES, Alegre-ES, tafarelcoldetti@hotmail.com.

⁵Doutor em Fitotecnia, professor do CCAE-UFES, Alegre-ES, marcelo.tomaz@ufes.br.

Resumo: O estudo da variabilidade de comportamentos entre cultivares de café arábica permite identificar cultivares ou grupos de cultivares que apresentem respostas diferenciadas quando exploradas em regiões ou sistemas específicos de cultivo. Esse trabalho foi executado com o objetivo de caracterizar o crescimento e a produtividade de cultivares melhoradas de cafeeiro arábica cultivadas na região do Caparaó capixaba, usando os parâmetros avaliados para estudar a dissimilaridade entre os mesmos. O experimento foi desenvolvido em Alegre-ES, avaliando seis genótipos de *Coffea arabica* L., seguindo delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Parâmetros de crescimento e produtividade foram analisados ao longo da safra 2015-2016, sendo submetidos a técnicas de análise multivariada para estimar a dissimilaridade e proceder o agrupamento das cultivares. Foi possível observar dissimilaridade na expressão de características de crescimento e produtividade, possibilitando o agrupamento das cultivares em grupos de comportamento homogêneo. Dentre os parâmetros estudados, as taxas de crescimento, a emissão de novos nós e a produtividade se destacam por apresentar maior contribuição relativa para a dissimilaridade observada entre as cultivares.

Palavras-chave: *Coffea arabica*; Genótipos; Variabilidade genética.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias.

GROWTH, CROP YIELD AND DISSIMILARITY AMONG CULTIVARS OF ARABICA COFFEE CULTIVATED IN THE CAPARÓ CAPIXABA REGION

Abstract: The study of the variability of behaviors among cultivars of Arabica coffee allows to identify cultivars or groups of cultivars that present different responses when explored in specific regions or cultivation systems. This work was carried out in order to characterize the growth and crop yield of improved cultivars of Arabica coffee cultivated in the Caparaó Capixaba region, using the evaluated parameters to study the dissimilarity among them. The experiment was developed in Alegre-ES, evaluating six genotypes of *Coffea arabica* L., following a randomized block design, with four replications. Parameters of growth and crop yield were analyzed throughout the 2015-2016 cycle, being subjected to multivariate analysis techniques to estimate the dissimilarity and to cluster the cultivars. It was possible to observe dissimilarity in the expression of characteristics of growth and yield, allowing the grouping of cultivars into groups of homogeneous behavior. Among the studied parameters, the growth rates, the emission of new nodes and the crop yield stand out for presenting greater relative contribution to the dissimilarity observed among the cultivars.

Keywords: *Coffea arabica*; Genotypes; Genetic variability.

INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma importante atividade agrícola mundial e o Brasil se destaca na produção e na exportação desse produto (ICO, 2020). O café apresenta grande importância para o desenvolvimento socioeconômico do país, apresentando profundas raízes na história brasileira (FERRÃO et al., 2008). Apesar de sua importância, a produtividade média das lavouras de café na maioria das regiões brasileiras ainda é aquém do seu potencial (CONAB, 2020). Ao longo dos anos, a produtividade brasileira tem aumentado, mas esforços ainda são necessários para acelerar esse processo e produzir dados científicos que ajudem a melhorar as atuais recomendações de tecnologias para regiões e sistemas específicos de cultivo.

Coffea arabica L. (o cafeeiro arábica) é uma das principais espécies de café cultivadas no mundo. No Brasil, o cultivo dessa espécie de café cobre uma área de mais de 1,75 milhões de hectares, que permitiu a produção de mais de 49 milhões de sacas de 60 kg na safra passada (2018-2019). A produtividade média das lavouras brasileiras de café arábica foi de 23,66 sacas por hectare (CONAB, 2020), produtividade ainda bem aquém do potencial que as cultivares podem alcançar. Desta forma, visando a melhoria da produtividade, além da qualidade do produto, diversas novas tecnologias estão disponíveis para os cafeicultores (REIS; CUNHA, 2010).

Um exemplo dessas tecnologias é o uso de cultivares mais novas e adaptadas para condições edafoclimáticas brasileiras. O Brasil detém alguns dos principais programas de melhoramento das espécies do gênero *Coffea* do mundo, sendo responsável pelo desenvolvimento e lançamento de diversas novas cultivares ao longo dos anos. Atualmente, um grande número de cultivares melhoradas estão disponíveis para o cultivo, as quais apresentam, além de potencial produtivo superior, vantagens agrônomicas em relação às cultivares antigas, como maior rendimento, qualidade de bebida e resistência a estresses bióticos e abióticos (BRACCINI et al., 2005; CARVALHO, 2008).

A disponibilidade de novas cultivares amplia a possibilidade de escolha de mudas com potencial para alcançarem melhores produtividades, além de permitir a escolha por cultivares que apresentem melhor adaptação a condições de cultivo de regiões específicas e melhor resposta ao emprego de outras tecnologias. Desse modo, os atuais programas brasileiros de desenvolvimento agrícola têm estimulado a execução de testes de novas cultivares em diferentes regiões para auxiliar nas recomendações específicas para cada sistema de produção (SEAG, 2010).

Assim, o estudo da variabilidade de comportamentos entre cultivares de café arábica é uma ferramenta essencial, de modo a identificar cultivares ou grupos de cultivares que apresentam respostas diferenciadas quando exploradas em regiões ou sistemas específicos de cultivo. A existência de diversidade pode embasar tanto a execução de trabalhos aprofundados para tornar a recomendação de cultivares mais racional quanto para fornecer informações úteis aos programas de melhoramento (CRUZ, 1990).

Neste sentido, esse trabalho foi executado com o objetivo de estudar a dissimilaridade entre cultivares melhoradas de cafeeiro arábica, baseada nas características de crescimento e produtividade, quando cultivadas na região do Caparaó capixaba.

METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido em um campo de competição de cultivares, instalado na Região do Caparaó do Estado do Espírito Santo, localizado no interior do município de Alegre (latitude de 20°52'07"S e longitude de 41°28'43"W). A área apresenta altitude de 642 m e relevo ondulado-acidentado. A temperatura média do ar durante o período do estudo foi de 20,85 °C e a precipitação acumulada anual foi de 1.290 mm, obtidos com auxílio de estação meteorológica instalada no local do experimento.

O experimento seguiu delineamento de blocos ao acaso, com seis genótipos de *Coffea arabica* L. avaliados em quatro repetições e com quatro plantas por parcela experimental. O espaçamento do campo foi de 2,50 x 1,00 m, totalizando uma população de 4.000 plantas por hectare. As plantas foram conduzidas com um caule ortotrópico e sob sequeiro, as práticas de manejo seguiram as recomendações para o cultivo do café arábica (PREZOTTI et al., 2007; REIS; CUNHA, 2010; SAKIYAMA et al., 2015).

As seis cultivares utilizadas foram Paraíso MG H419-1, Catucaí Amarelo 24/137, Sacramento MG1, Catucaí Vermelho IAC 144, Catucaí Amarelo 2SL e Oeiras MG 6851. As cultivares são originadas de programas de melhoramento de instituições consideradas referências mundiais no desenvolvimento de cultivares de café arábica, sendo selecionadas pelas suas características de interesse agrônomo e pelo seu potencial para renovação de plantios na região onde este estudo foi desenvolvido.

As plantas foram cultivadas até o estabelecimento do ciclo fenológico reprodutivo, sendo avaliadas durante a safra 2015-2016 (em seu quarto ano de idade). Ao final da colheita do ciclo anterior, dois ramos plagiotrópicos localizados na região central do dossel de cada planta, representativos do estado geral da planta, foram marcados e seu crescimento foi monitorado. Foram avaliados parâmetros de crescimento dos ramos plagiotrópicos e ortotrópicos ao longo do ciclo 2015-2016.

A altura (ALT; m) e o diâmetro de copa (DIA; m) das plantas foram avaliados por meio de régua graduada. A taxa de crescimento dos ramos ortotrópicos (TCO; cm/dia) foi calculada com base na variação temporal do comprimento dos ramos verticais (do nível do solo ao ápice da planta). A taxa de crescimento dos ramos plagiotrópicos (TCP; cm/dia) foi calculada com base na variação temporal do comprimento horizontal dos ramos plagiotrópicos (da inserção no ramo ortotrópico ao ápice do ramo plagiotrópico). Essas avaliações foram realizadas utilizando a metodologia descrita por Silva et al. (2000). O número de novos nós emitidos nos ramos ortotrópicos (NNO; unid.) e plagiotrópicos (NNP; unid.) foi monitorado ao longo do ciclo, resultando no número absoluto de novos nós que suportavam estruturas vegetativas ou reprodutivas desenvolvidas durante o ciclo 2015-2016.

Ao final do ciclo, as folhas dos ramos plagiotrópicos foram coletadas e analisadas com um integrador de área (Areometer LI-3100C, Li-Cor, precisão de 0,01 cm²) para determinar a área foliar total por ramo plagiotrópicos (AFP; cm²). Os frutos maduros foram coletados e a produção de grãos de café determinada pelo peso total em cada parcela experimental, convertendo-se o peso da produção com o número total de plantas por hectare para se estimar a produtividade média (PRO; sacos de 60 kg/ha).

Os dados coletados foram analisados inicialmente por meio de parâmetros estatísticos descritivos para cada variável amostrada. Procedeu-se a análise multivariada dos parâmetros de crescimento e produção de modo a determinar a dissimilaridade entre os genótipos de café arábica, obtida pela matriz de distâncias generalizadas de Mahalanobis. As estimativas das medidas de dissimilaridade foram empregadas para confecção de um dendograma usando o método hierárquico “*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*”) e para agrupamento das cultivares usando o método de otimização de Tocher. As contribuições relativas das variáveis de crescimento e produção foram calculadas pelo método de otimização de Singh (1981). As análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico computacional Genes (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças entre os genótipos para todos os parâmetros de crescimento e produtividade, com quadrados médios genotípicos de 153,73 para PRO; 0,08 para ALT; 0,04 para DIA; 0,009 para TCO; 0,041 para TCP; 39,69 para NNO; 2,37 para NNP e 4.875,26 para AFP. A existência de diferenças significativas entre os genótipos é um indicativo inicial de que os parâmetros empregados podem ser explorados para estudar a variabilidade de comportamentos entre as cultivares, com a possibilidade de identificação de genótipos com melhor desempenho na região de estudo.

A análise descritiva dos resultados para os parâmetros de crescimento e produtividade é apresentada na Tabela 1. No geral, a produtividade média alcançou 46,03 sacas de 60 kg por hectare, que representa um valor cerca de 133% superior à média estadual (CONAB, 2020). A cultivar Catucaí Amarelo 2SL produziu, em média, 57,57 sc/ha, enquanto a cultivar Paraíso MG H419-1 produziu 30,11 sc/ha, demonstrando a discrepância de potencial produtivo expresso durante esse ciclo.

Tabela 1 – Análise descritiva dos parâmetros de crescimento e produtividade dos genótipos de café arábica (Alegre-ES, 2015-2016).

Parâmetro	Média±DP*	Máximo (cultivar)	Mínimo (cultivar)
PRO (sc/ha)	46,03±6,59	57,57 (Catucaí Amarelo 2SL)	30,11 (Paraíso MG H419-1)
ALT (m)	1,64±0,15	1,87 (Oeiras MG 6851)	1,24 (Catucaí Amarelo 2SL)
DIA (m)	1,44±0,12	1,61 (Sacramento MG1)	1,11 (Oeiras MG 6851)
TCO (cm/dia)	0,10±0,05	0,21 (Oeiras MG 6851)	0,04 (Catucaí Amarelo 2SL)
TCP (cm/dia)	0,18±0,10	0,49 (Oeiras MG 6851)	0,09 (Catucaí Amarelo 24/137)
NNO (unid.)	16,31±3,15	23,22 (Sacramento MG1)	9,73 (Paraíso MG H419-1)
NNP (unid.)	3,38±0,85	5,69 (Sacramento MG1)	2,34 (Catucaí Amarelo 2SL)
AFP (cm ²)	491,20±78,49	682,56 (Catucaí Amarelo 24/137)	344,92 (Catucaí Amarelo 2SL)

*Desvio padrão. Fonte: os autores.

Tal comportamento condiz com o descrito na literatura, onde diversos autores destacam que para um mesmo genótipo de cafeeiro, existe a possibilidade de ocorrerem respostas fenotípicas

distintas em função da influência de fatores ambientais, como as condições ambientais locais (PEZZOPANE et al., 2009; SOBREIRA et al., 2016; ZAIDAN et al., 2016; BARBOSA et al., 2019). De modo que, mesmo para um germoplasma de cafeeiro arábica com menor variabilidade genética, alguns genótipos podem vir a apresentar comportamentos fenotípicos divergentes em função da localização geográfica, características topográficas e do manejo de cultivo adotado (ANTHONY et al., 2002; RODRIGUES et al., 2014; 2016b; SOBREIRA et al., 2016; ZAIDAN et al., 2016; SETOTAW et al., 2010; MARTINS et al., 2019).

Em média, as copas das plantas apresentaram 1,64 m de altura e 1,44 m de diâmetro ao final do ciclo amostrado, com taxas de crescimento de 0,10 mm/dia verticalmente e 0,18 mm/dia radialmente. Houve a emissão média de 16,31 nós nos ramos ortotrópicos e 3,38 nós nos ramos plagiotrópicos. A área foliar média desenvolvida por ramo foi de 491,20 cm² (Tabela 1).

No geral, a cultivar Paraíso MG H419-1 apresentou plantas com produtividade relativamente menor, além de uma menor emissão de nós em seus ramos ortotrópicos. Tal comportamento se justifica pelo fato de que essa cultivar tem demonstrado baixo desempenho produtivo para cultivos em condição de sequeiro em regiões de transição entre o cultivo de cafeeiro arábica e conilon (RODRIGUES et al., 2016a; FERREIRA, 2019). A cultivar Sacramento MG1, por outro lado, apresentou plantas com diâmetro de copa relativamente maior, além de exibir maior emissão de novos nós em seus ramos, tanto em ramos ortotrópicos quanto em ramos plagiotrópicos, demonstrando um maior investimento em pontos de crescimento para sustentar novas estruturas durante os próximos ciclos fenológicos.

A cultivar Catucaí Amarelo 2SL se destacou pela produtividade de suas plantas, sendo também caracterizada por plantas de porte mais baixo, de crescimento em altura mais lento, com menos emissão de novos nós em seus ramos plagiotrópicos durante o ciclo e menor desenvolvimento de área foliar por ramo. A cultivar Catucaí Amarelo 24/137 apresentou plantas com abundante enfolhamento de seus ramos plagiotrópicos, que cresceram em comprimento de maneira mais lenta. A cultivar Oeiras MG 6851 apresentou plantas com rápido crescimento de seus ramos, tanto na vertical quando na horizontal, chegando ao final do ciclo mais altas; no entanto, nem sempre esse crescimento se converteu em ramos plagiotrópicos mais longos. A plantas da cultivar Catucaí Vermelho IAC 144 apresentaram crescimento e produtividade intermediárias entre as demais, não se destacando em um ou em um grupo de parâmetros específicos.

As maiores estimativas de dissimilaridade, baseadas nas distâncias generalizadas de Mahalanobis (Tabela 2), foram observadas entre a cultivar Oeiras MG 6851 e as cultivares Catucaí Amarelo 2SL ($D^2=184,14$) e Sacramento MG1 ($D^2=158,93$). Esse comportamento possivelmente ocorreu em virtude da possível variabilidade genética existente entre os genótipos de linhas de melhoramento diferentes, assim como, para os genótipos que possuem apenas um antecedente comum, como o Híbrido de Timor (VIANA et al., 2018) ou Catucaí (BONOMO et al., 2004), conforme destacado na literatura.

Tabela 2 – Estimativas das medidas de distância generalizada de Mahalanobis (D^2), baseada em oito parâmetros de crescimento e produtividade, entre pares de cultivares de café arábica (Alegre-ES, 2015-2016).

Pares	Catucaí 24/137 ^[2]	Sacramento ^[3]	Catucaí 144 ^[4]	Catucaí 2SL ^[5]	Oeiras ^[6]
Paraíso ^[1]	38,26	150,87	66,27	70,09	148,94
Catucaí 24/137 ^[2]	-	118,44	38,26	68,19	74,72
Sacramento ^[3]	-	-	55,04	52,15	158,93
Catucaí 144 ^[4]	-	-	-	32,71	70,44
Catucaí 2SL ^[5]	-	-	-	-	184,14

^[1]Paraíso MG H419-1; ^[2]Catucaí Amarelo 24/137; ^[3]Sacramento MG1; ^[4]Catucaí Vermelho IAC 144; ^[5]Catucaí Amarelo 2SL;

^[6]Oeiras MG 6851. Fonte: os autores.

Observa-se ainda, analisando a Tabela 2, que as menores dissimilaridades foram observadas entre a cultivar Catucaí Vermelho IAC 144 e as cultivares Catucaí Amarelo 2SL ($D^2=32,71$) e Catucaí Amarelo 24/137 ($D^2=38,26$); e entre esta última e a cultivar Paraíso MG H419-1 ($D^2=38,26$). Esse comportamento pode ser explicado em virtude da menor variabilidade genética entre genótipos que possuem pelo menos um antecedente em comum (BONOMO et al., 2004; RODRIGUES et al., 2016a; VIANA et al., 2018; MARTINS et al., 2019), haja visto que essas cultivares (Catucaí Vermelho IAC 144, Catucaí Amarelo 2SL, Catucaí Amarelo 24/137, Paraíso MG H419-1) são oriundas de cruzamentos que possuem Catucaís como parentais em comum (CARVALHO et al., 2008).

O dendograma gerado, empregando a matriz de dissimilaridade, é apresentado na Figura 1. Inicialmente, nota-se a separação da cultivar Oeiras MG 6851 das demais, indicando sua maior

dissimilaridade em relação ao grupo estudado, conforme também pode observado pela sua participação em muitas das maiores estimativas de distância generalizada de Mahalanobis (Tabela 2). Empregando-se a dissimilaridade média calculada de 67% como ponto de corte (MOJENA, 1977), observa-se a separação das demais cultivares em mais dois agrupamentos, sendo o primeiro formado por Paraíso MG H419-1 e Catucaí Amarelo 24/137, e o segundo formado por Catuaí Vermelho IAC 144, Catucaí Amarelo 2SL e Sacramento MG1.

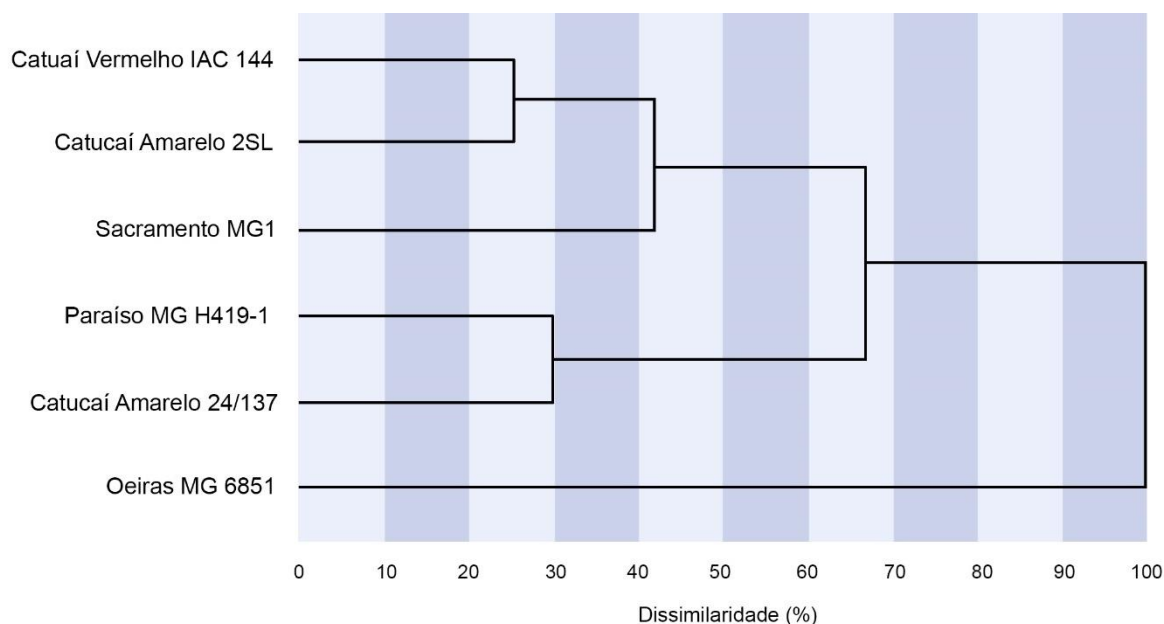


Figura 1 – Dendrograma representativo da dissimilaridade entre seis cultivares de café arábica, agrupadas utilizando o método UPGMA e as medidas de distâncias generalizadas de Mahalanobis (Alegre-ES, 2015-2016) (Fonte: os autores).

Pelo método de agrupamento de Tocher, notou-se a formação de três grupos de cultivares, coerentes com o observado pela separação hierárquica do método UPGMA. A maior parte das cultivares foi agrupada no Grupo I, enquanto as cultivares Sacramento MG1 e Oeiras MG 6851 formaram isoladamente os Grupos II e III (Tabela 4).

Tabela 4 – Agrupamento das cultivares de café arábica pelo método de otimização de Tocher, com base nas medidas de distâncias generalizadas de Mahalanobis, estimadas pela análise de parâmetros de crescimento e produtividade (Alegre-ES, 2015-2016).

Grupos	Cultivares
Grupo I	Paraíso MG H419-1; Catucaí Amarelo 24/137; Catuaí Vermelho IAC 144; Catucaí Amarelo 2SL
Grupo II	Sacramento MG1
Grupo III	Oeiras MG 6851

Fonte: os autores.

As contribuições de cada parâmetros de crescimento e produtividade avaliado para a determinação da dissimilaridade observada entre as cultivares é apresentada na Tabela 3. Nota-se uma elevada contribuição das taxas de crescimento e do número de novos nós formados nos ramos ortotrópicos, além de uma contribuição de 12,06% da produtividade das cultivares. A área foliar e o diâmetro de copa não apresentaram uma contribuição considerável, demonstrando uma menor variabilidade relativa entre cultivares para esses parâmetros. Esse comportamento é especialmente importante, já que demonstra a existência de contribuição de variáveis que são alvos dos programas de melhoramento. Os programas de melhoramento genético para o cafeeiro tem preconizado a seleção de genótipos que possuem elevada produtividade (CAIXETA et al., 2015), adicionalmente, as taxas de crescimento e o número de novos nós são variáveis que apresentam correlação significativa e positiva

com a produtividade (CARVALHO et al., 2010). Esse fato reforça que ainda é possível observar variabilidade entre os genótipos, indicando a possibilidade de possíveis seleções de cultivares com produtividade e crescimento diferenciados para o sistema de cultivo e para a região de estudo.

Tabela 3 – Contribuição relativa de cada parâmetro de crescimento e produtividade para a dissimilaridade observada entre os genótipos de café arábica (Alegre-ES, 2015-2016).

Parâmetro	Contribuição relativa (%)*
TCO (cm/dia)	32,26
NNO (unid.)	26,07
TCP (cm/dia)	16,62
PRO (kg frutos/ha)	12,06
NNP (unid.)	7,16
ALT (m)	5,83
AFP (cm ²)	-
DIA (m)	-

*Estimadas pelo método de Singh (1981). Fonte: os autores.

A existência de respostas diferentes entre as cultivares ao cultivo na região fornece bases para trabalhos voltados à sua adaptação, de modo a identificar aquelas que consigam expressar suas características de interesse na forma de vantagens agronômicas. Esses resultados demonstram a possibilidade de exploração de cultivares com crescimento mais vigoroso e produtividade superior para a região do Caparaó capixaba, demonstrando a importância de trabalhos que monitorem a expressão de diversidade, a longevidade e a adaptação de cultivares de café para sistemas específicos.

CONCLUSÃO

É possível observar diferenças entre as cultivares de café arábica estudadas na região do Caparaó capixaba para características de crescimento e produtividade.

A dissimilaridade na expressão de características de crescimento e produtividade possibilita estudar agrupamentos entre as cultivares de café arábica. Dentre os parâmetros estudados, as taxas de crescimento, a emissão de novos nós e a produtividade se destacam por apresentar maior contribuição relativa para a dissimilaridade observada entre as cultivares.

REFERÊNCIAS

- ANTHONY, F.; COMBES, M. C.; ASTORGA, C.; BERTRAND, B.; GRAZIOSI, G.; LASHERMES, P. The origin of cultivated *Coffea arabica* L. varieties revealed by AFLP and SSR markers. **Theoretical and Applied Genetics**, v.104, p. 894-900, 2002.
- BARBOSA, I. P.; COSTA, W. G.; NASCIMENTO, M.; CRUZ, C. D.; OLIVEIRA, A. C. B. Recommendation of *Coffea arabica* genotypes by factor analysis. **Euphytica**, v. 215, p.178, 2019.
- BONOMO, P.; CRUZ, C. D.; VIANA, J. M. S.; PEREIRA, A. A.; OLIVEIRA, V. R.; CARNEIRO, P. C. S. Evaluation of coffee progenies from crosses of Catuaí Vermelho and Catuaí Amarelo with "Híbrido de Timor" descentes. **Bragantia**, v. 63, n. 2, p. 207-219, 2004.
- BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; BRACCINI, M. C. L.; BORGES, S. C.; ALBRECHT, L. P. Características agronômicas e produção de frutos e grãos em resposta ao aumento na densidade populacional do cafeeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 2, p. 269-279, 2005.
- CARVALHO, A. M.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; GONÇALVES, 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**, v. 45, n. 3, p. 269-275, 2010.
- CARVALHO, C. H. S.; FAZUOLI, L. C.; CARVALHO, G. R.; GUERREIRO FILHO, O.; PEREIRA, A. A.; ALMEIDA, S. R.; MATIELO, J. B.; BARTHOLO, G. F.; SERA, T.; MOURA, W. M.; MENDES, A. N. G.; REZENDE, J. C.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; NACIF, A. P.; SILVAROLLA, M. B.; BRAGHINI,

M. T. Cultivares de café arábica de porte baixo. In: CARVALHO, C. H. S. **Cultivares de café**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 157-226.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: café**. Brasília: Conab, 2020. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 24 ago. 2020. 58p.

CRUZ, C. D. **Aplicações de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1990. 188p.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, p. 271-276, 2013.

CAIXETA, E. T.; PESTANA, K. N.; PESTANA, R. K. N. **Melhoramento do cafeeiro: ênfase na aplicação dos marcadores moleculares**. IN: GARCIA, G. O.; REIS, E. F.; LIMA, J. S. S.; XAVIER, A. C.; RODRIGUES, W. N. Tópicos Especiais em Produção Vegetal, v. 1. Alegre: CCAUFES, 2015. 671p.

FERRÃO, R. G.; FORNAZIER, M. J.; FERRÃO, M. A. G.; PREZOTTI, L. C.; FONSECA, A. F. A. da.; ALIXANDRE, F. T.; FERRÃO, L. F. V. Estado da arte da cafeicultura no Espírito Santo. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; JESUS JUNIOR, W. C.; PEZZOPANE, J. R. M. **Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre: CCAUFES, 2008. p. 29-47.

FERREIRA, D. S. **Genótipos e regimes hídricos em zona de transição: reflexos na qualidade do café arábica**. 2019, 78f. Dissertação de mestrado. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre-ES. 2019.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION – ICO. **Monthly export statistics**: may 2020. London: ICO, 2020. Disponível em: <<http://www.ico.org/prices/m1-exports.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

MARTINS, L. D.; FERREIRA, D. S.; RODRIGUES, W. N.; COLODETTI, T. V.; BRINATE, S. V. B.; CÔGO, A. D.; BARROS, V. M. S.; PARTELLI, F. L.; AMARAL, J. F. T.; TOMAZ, M. A. Exploring the nutritional efficiency of genotypes of *Coffea arabica* L. from different parental lineages in contrasting environments for N availability. **African Journal of Biotechnology**, v. 18, p. 435-443, 2019.

MOJENA R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**, v. 20, n. 4, p. 359-363, 1977.

PEZZOPANE, G. C.; FAVARIN, J. C.; MALUF, M. P.; PEZZOPANE, J. C. M.; GUERREIRO, F. O. Atributos fenológicos e agrônômicos em cultivares de cafeeiro Arábica. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 711-717. 2009.

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

REIS, P. R.; CUNHA, R. L. **Café arábica**: do plantio à colheita. Lavras: Epamig, 2010. 896p.

RODRIGUES, W. N.; BRINATE, S. B. V.; MARTINS, L. D.; COLODETTI, T. V.; TOMAZ, M. A. Genetic variability and expression of agromorphological traits among genotypes of *Coffea arabica* being promoted by supplementary irrigation. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 2, p. 1-12, 2016a.

RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, M. A.; FERRÃO, M. A. G.; MARTINS, L. D.; COLODETTI, T. V.; BRINATE, S. V. B.; AMARAL, J. F. T.; SOBREIRA, F. M.; APOSTÓLICO, M. A. Biometry and diversity of Arabica coffee genotypes cultivated in a high density plant system. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, p. 1-12, 2016b.

RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; FERRÃO, M. A. G.; COLODETTI, T. V.; APOSTOLICO, M. A.; CHRISTO, L. F. Biometrical studies on characteristics of plagiotropic branches in *Coffea arabica* L. cultivated with high plant density. **Australian Journal of Crop Science**, v. 8, p. 1239-1247, 2014.

SETOTAW, T. A.; PENA, G. F.; ZAMBOLIN, E. M.; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S. Breeding potential and genetic diversity of "Híbrido do Timor" coffee evaluated by molecular markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 10, p. 298-304. 2010.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, ABASTECIMENTO, AQUICULTURA E PESCA – SEAG. **SEAG 2007-2009**. Vitória: Governo do Estado do Espírito Santo, 2010. 151p.

SILVA, E. A. **Periodicidade do crescimento vegetativo em *Coffea arabica* L.:** relações com a fotossíntese em condições de campo. 2000. 31f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2000.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetics e Plant Breeding**, v. 41, p. 237-245, 1981.

SOBREIRA, F. M.; OLIVEIRA, A. C. B.; PEREIRA, A. A.; GONÇALVES, M. A.; SAKIYAMA, N. S. Divergence among arabica coffee genotypes for sensory quality. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 10, p. 1442-1448, 2016.

VIANA, T. R. V.; GUEDES, J. M.; MAURI, J.; SILVA, E. A.; CASTANHEIRA, D. T.; GAMA, T. C. P. Variabilidade genética em genótipos de café resistentes à ferrugem utilizados em programas de melhoramento. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 1, p. 80-89, 2018.

ZAIDAN, U. R.; CORRÊA, P. C.; FERREIRA, W. P. M.; CECON, P. R. Ambiente e Variedades influenciam a qualidade de cafés das Matas de Minas. **Coffee Science**, v. 12, n. 2, p. 240-247. 2017.