

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

MARIA JULIETE LUCINDO RODRIGUES

**CARACTERÍSTICAS DOS FRUTOS E ESTUDOS
NUTRICIONAIS EM ÓRGÃO VEGETATIVOS E
PRODUTIVOS DE GENÓTIPOS DE *Coffea canephora***

São Mateus - ES

Fevereiro de 2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**CARACTERÍSTICAS DOS FRUTOS E ESTUDOS
NUTRICIONAIS EM ÓRGÃOS VEGETATIVOS E
PRODUTIVOS DE GENÓTIPOS DE *Coffea canephora***

MARIA JULIETE LUCINDO RODRIGUES

Dissertação apresentada à
Universidade Federal do Espírito
Santo, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Agricultura Tropical, para a obtenção
do título de mestre em Agricultura
Tropical

Orientador/ professor: Dr. Fábio Luiz Partelli

**São Mateus - ES
Fevereiro de 2023**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

R696c Rodrigues, Maria Juliete Lucindo, 1996-
Características dos frutos e estudos nutricionais em órgãos
vegetativos e produtivos de genótipos de Coffea canephora. /
Maria Juliete Lucindo Rodrigues. - 2023.
81 f. : il.

Orientador: Fábio Luiz Partelli.
Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário
Norte do Espírito Santo.

1. Plantas - Nutrição. 2. Café. 3. Agricultura. I. Partelli,
Fábio Luiz. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro
Universitário Norte do Espírito Santo. III. Título.

CDU: 63

Maria Juliete Lucindo Rodrigues

Características dos frutos e estudos nutricionais em órgãos vegetativos e produtivos de genótipos de *Coffea canephora*

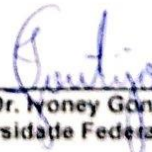
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Aprovada em 27 de fevereiro de 2023.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Fábio Luiz Partelli
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. Dr. Honey Gontijo
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Henrique Duarte Vieira
Universidade Estadual do Norte
Fluminense – Darcy Ribeiro

*Aos meus pais, João Rodrigues da Silva e Maria
Leandra Lucindo Rodrigues, os quais me apoiaram
e são merecedores dessa conquista.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por me ensinar que tudo tem o seu tempo determinado para acontecer, aprendi que os seus planos na minha vida são infinitamente maiores e melhores que os meus.

À Universidade Federal do Espírito Santo- *Campus* São Mateus (CEUNES/UFES), por possibilitar a realização do curso de pós-graduação em Agricultura Tropical – PPGAT.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo - FAPES, pela concessão da bolsa de estudos e, com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro de fundamental importância para concretização da pesquisa.

Ao professor Dr. Fábio Luiz Partelli, meu orientador, obrigada por ter aceito o desafio de me orientar mesmo sem me conhecer, pela paciência, pelos ensinamentos prestados, proporcionando o meu crescimento profissional e pessoal ao longo dessa caminhada. Obrigada por mostrar que além dos “títulos”, somos seres humanos em construção. Avance.

Aos professores do programa de pós-graduação em Agricultura Tropical (PPGAT) pelos preciosos ensinamentos passados através de suas disciplinas.

Aos professores Dr. Henrique Duarte Vieira e Dr. Alexandre Pio Viana da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), pelas grandes contribuições no texto e disponibilidade para esclarecer as minhas dúvidas.

As minhas amigas de longas datas Queila e Bruna, que apesar da distância sempre estiveram presentes, me incentivando com palavras de apoio e por sempre acreditarem em mim. Agradeço pela amizade e contribuições nos textos. Obrigada!

As novas amigas construídas no programa de pós-graduação em Agricultura Tropical (Thaís e Diana), apesar de o convívio não ter sido muito longo, são pessoas especiais na minha vida e que tornaram a caminhada mais leve e descontraída.

Agradeço de forma especial a Larícia, pela disponibilidade de me ajudar todas às vezes que precisei, pela amizade, apoio e contribuições nos textos, por todos os incentivos para nunca desistir. Meu presentinho de 2021.

Ao Cleidson pela imensa ajuda nas análises estatísticas, leitura e complementação do texto, e pela disponibilidade para sanar as minhas dúvidas.

Aos colegas do Laboratório de Pesquisas Cafeeiras (Alex Campanharo, Gleison Olios, Niquessi José Alberto, Henrique Falqueto, Henzo Pezzin, Guilherme Kröhling, Pablo Santana, Vinicius Miotto), pelo apoio das atividades na fazenda experimental, pelas trocas de ideias e momentos de descontração.

Ao agricultor Marcos Luiz Stocco, por permitir a coleta de dados em sua propriedade.

Aos meus amigos de república (Gabriella, Leo e Fernanda), pelo acolhimento, desde o início, com todo amor e carinho.

À minha família, o meu maior tesouro, por todo amor, incentivo e apoio incondicional. Agradeço à minha mãe, o meu pai e meus irmãos por todo o carinho, atenção e dedicação, principalmente nas horas difíceis, sempre me apoiando para nunca desistir dos meus sonhos e também pela compreensão das inúmeras ausências durante este tempo.

À banca examinadora, por aceitar o convite e engrandecer o trabalho com excelentes contribuições;

Enfim, agradeço a todos os que contribuíram na realização e conclusão deste trabalho, muito obrigada.

Acredite! Vai passar.

“A palavra tem poder
E se você ora e crê
O milagre se fará
Pega a mão de Deus, segura
Que é depois da noite escura
Que o sol volta a brilhar

Flores morrem todo dia
E às vezes esquecemos
Todo dia nascem flores
Em meio a toda essa magia
É normal que alegria
Se misture com as dores

É difícil, é complicado
Olhar pra todo lado
E não ver solução
Se você tá respirando
Continue acreditando
E não se entrega não

Vai passar, acredite vai passar
Chore se for preciso
E acredite, vai passar”.

— Rick & Renne

SUMÁRIO

RESUMO	VIII
ABSTRACT	X
INTRODUÇÃO GERAL	XI
REFERÊNCIAS	XIII
2 CAPÍTULOS	1
2.1 EQUILÍBRIO NUTRICIONAL E DIVERSIDADE GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE <i>Coffea</i>	
<i>canephora</i>	2
RESUMO	2
ABSTRACT	3
1 INTRODUÇÃO	4
2 MATERIAL E MÉTODOS	5
2.1 Localização e descrição dos genótipos	5
2.2 Coleta e avaliações dos frutos	7
2.3 Relação grão e palha	8
2.4 Análise de dados estatísticos	8
3 RESULTADOS	9
3.1 Parâmetros genéticos e concentração de nutrientes em grãos e palha	9
3.2 Acúmulo de nutrientes em frutos	14
3.3 Características do grão, palha e fruto	15
3.4 Análise de agrupamento	17
4 DISCUSSÃO	22
4.1 Parâmetros genéticos	22
4.2 Concentração e acúmulo de nutrientes no grão e palha	23
4.3 Características dos grãos, palha e frutos	25
4.4 Dissimilaridade entre genótipos e contribuição relativa da concentração de nutrientes	25
5 CONCLUSÃO	27
6 REFERÊNCIAS	27
2.2 REPARTIÇÃO DE NUTRIENTES NOS ÓRGÃOS PRODUTIVOS, RAMOS E FOLHAS EM	
GENÓTIPOS DE <i>Coffea canephora</i>	33
RESUMO	33
ABSTRACT	34
1 INTRODUÇÃO	35
2 MATERIAL E MÉTODOS	36
2.1 Condições experimentais e genótipos	36
2.2 Identificação e coleta dos ramos plagiotrópicos	37
2.3 Análise nutricional dos órgãos vegetais	37
2.4 Análise estatística	38
3 RESULTADOS	38
3.1 Acúmulo de massa seca em órgãos produtivos, ramos e folha em três fases fenológicas	38

3.2 Concentração dos nutrientes nos órgãos produtivos, ramos e folhas em três fases fenológicas.....	41
3.3 Porcentagem dos órgãos produtivos, ramos e folhas em três fases fenológicas.....	48
4 DISCUSSÃO.....	49
4.1 Acúmulo de massa seca em órgãos produtivos, ramos e folhas em três fases fenológicas.....	49
4.2 Concentração dos nutrientes nos órgãos produtivos, ramos e folhas em três fases fenológicas.....	50
4.3 Porcentagem dos órgãos produtivos, ramos e folha em três fases fenológicas.....	53
5 CONCLUSÃO.....	54
ANEXO I.....	60

RESUMO

RODRIGUES; Maria Juliete Lucindo; M.Sc. Universidade Federal do Espírito Santo; fevereiro de 2023; **Características dos frutos e estudos nutricionais em órgãos vegetativos e produtivos de genótipos de *Coffea canephora***. Orientador: Fábio Luiz Partelli.

O presente estudo é composto por dois capítulos que abordam a diversidade genética e características nutricionais nos órgãos produtivos, ramos e folhas em genótipos de *Coffea canephora* no norte do estado do Espírito Santo, Brasil. No primeiro capítulo teve como objetivo estudar as características dos frutos (peso, porcentagem de palha/grão), foi determinada a concentração e acúmulos de nutrientes em frutos, grãos e palha, bem como verificada a existência de diversidade genética em 20 genótipos de *C. canephora*. A coleta de frutos foi realizada de forma manual nas 20 plantas entre maio e junho de 2021, na maturação completa dos genótipos. Para determinar o acúmulo e concentração dos nutrientes, coletou-se uma amostra de 2,0 kg de café fresco, a qual foi encaminhada ao laboratório, onde foram acondicionadas em bandejas e seca em estufa de ventilação de ar forçada, a 50°C até massa constante, seguido do beneficiamento manual, separando os grãos, as palhas e submetido às análises químicas. Para a relação grãos/palha foram coletados um total de 120 frutos de cada genótipo para o beneficiamento, foram submetidos à análise de variância, teste de Scott-Knott para o agrupamento das médias. A diversidade genética foi analisada através do método hierárquico UPGMA, método de Tocher e a importância relativa dos acúmulos de nutrientes, porcentagem de grão/palha para predição a diversidade genética. A variação genética entre os genótipos para as características analisadas foi observada. Os genótipos foram divididos em seis grupos, com os genótipos 8, 2 e 13 permanecendo isolados. Os genótipos 7, 8, 16 e 17 apresentaram rendimentos de 60% de grãos em relação à palha. Os genótipos 8 e 1 destacaram por obter maior peso de frutos e grãos. Os nutrientes N- K- Ca e Fe- Mn- B são acumulados em maior quantidade nos frutos, havendo necessidade de adequar as dosagens de fertilizante mineral e os parcelamentos. Já no segundo capítulo, teve como objetivo avaliar a repartição das concentrações de nutrientes nos órgãos produtivos, folhas e ramos em cinco genótipos de café conilon. A coleta dos ramos plagiotrópicos pré-identificados para cada genótipo foi realizada em três fases fenológicas (floração, granação e maturação). Os ramos foram enviados para o laboratório onde foi realizada a separação das partes (flores, frutos, folhas e ramos), posteriormente determinou-se a massa fresca, em seguida as amostras seguiram

para a estufa de ar forçada a 65° C, até a massa constante, para determinar a massa seca e análises químicas. As concentrações e massa seca dos órgãos produtivos, ramos e folhas foram submetidas à análise de variância pelo teste F ($p < 0,01$ e $p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram processadas no programa computacional SAS (*Statistical Analysis System*). Para todos os órgãos estudados, as concentrações dos nutrientes foram elevadas no período da floração, e apresentando tendência de redução nas últimas avaliações. As maiores concentrações foram observadas para os órgãos produtivos, considerados os drenos temporários de nutrientes, variando conforme os genótipos. O N e K foram os macronutrientes encontrados em maiores concentrações para as três fases fenológicas e órgãos estudados, sendo o Fe o micronutriente mais acumulado nas mesmas condições. Os genótipos apresentaram acúmulo acima de 50% de massa seca para as folhas na floração, e na fase de maturação mais de 70% dos ramos plagiotrópicos foram compostos por frutos. O genótipo Verdim TA apresentou menores valores de massa seca para os ramos nas duas primeiras fases fenológicas.

Palavras-chave: variabilidade genética, equilíbrio nutricional, café conilon.

ABSTRACT

RODRIGUES; Maria Juliete Lucindo; M.Sc. Universidade Federal do Espírito Santo; fevereiro de 2023; **Fruit characteristics and nutritional studies on vegetative and productive organs of *Coffea canephora* genotypes.** Orientador: Fábio Luiz Partelli.

The present study consists of two chapters that address the genetic diversity and nutritional characteristics in the productive organs, branches and leaves in *Coffea canephora* in the north of the state of Espírito Santo, Brazil. The first chapter to study the characteristics of the fruits (weight, percentage of straw/grain), the concentration and accumulation of nutrients in fruits, grains and straw was determined, as well as verify the existence of genetic diversity in 20 genotypes of *C.canephora*. Fruit collection was carried out manually on the 20 plants between May and June 2021, at the complete maturation of the genotypes. To determine the accumulation and concentration of nutrients, a 2,0 kg sample of fresh coffee was collected and sent to the laboratory, where it was placed in trays and dried in an oven with forced air ventilation at 50°C until mass constant temperature, followed by manual processing, separating the grains and straw and submitting them to chemical analyses. For the grain and straw ratio, a total of 120 fruits of each genotype were collected for processing, submitted to analysis of variance, Scott-Knott test for grouping the means. Genetic diversity was analyzed using the UPGMA hierarchical method, Tocher's method and the relative importance of nutrient accumulations, percentage of grain/straw for predicting genetic diversity. Genetic variability was observed between genotypes for the evaluated traits. The genotypes were divided into six groups, with genotypes 8, 2 and 13 remaining isolated. Genotypes 7, 8, 16 and 17 showed yields of 60% of grains compared to straw. Genotypes 8 and 1 stood out for obtaining greater weight of fruits and grains. Nutrients N-K-Ca and Fe-Mn-B are accumulated in greater quantities in the fruits, making it necessary to adapt mineral fertilizer dosages and splitting. In the second chapter, the objective was to evaluate the distribution of nutrient concentrations in the productive organs, leaves and branches in five conilon coffee genotypes. The collection of pre-identified plagiotropic branches for each genotype was carried out in three phenological phases (flowering, graining and maturation). The branches were sent to the laboratory where the parts were separated (flowers, fruits, leaves and branches), later the fresh mass was determined, then the samples were sent to the forced air oven at 65 °C, until mass constant, to determine the dry mass and to chemical analysis. The concentrations and dry mass of reproductive organs, branches and leaves were submitted to analysis of variance by the F test ($p < 0.01$ and $p \leq 0.05$). Statistical analyzes

were processed using the SAS (Statistical Analysis System) computer program. For all organs studied, nutrient concentrations were high during the flowering period, and tended to decrease in the last evaluations. The highest concentrations were observed for the productive organs, considering the temporary drains of nutrients, varying according to the genotypes. N and K were the macronutrients found in higher concentrations for the three phenological stages and organs studied, with Fe being the most accumulated micronutrient under the same conditions. The genotypes presented an accumulation above 50% of dry mass for the leaves at flowering, and in the maturation phase, more than 70% of the plagiotropic branches were composed of fruits. The Verdim TA genotype showed lower dry mass values for the branches in the first two phenological stages.

Keywords: genetic variability, nutrients balance, conilon coffee

INTRODUÇÃO GERAL

O café é uma espécie tropical de porte arbustivo, ciclo perene, pertencente ao gênero *Coffea*. As espécies *Coffea arabica* L. (café arábica) e *Coffea canephora* Pierre Ex Freiner (café conilon e/ou robusta) se destacam devido à grande importância comercial, sendo a produção mundial quase que exclusivamente relacionadas a essas duas espécies (DAVIS et al., 2011). O Brasil é considerado o maior produtor e exportador de café, em 2021, a produção nacional foi de 47,72 milhões de sacas de café beneficiados, o que representa 70 % da produção mundial (170,83 milhões de sacas) (CONAB, 2022).

No Brasil, para ambas as espécies, os principais estados produtores concentram-se na região sudeste. A maior produção proveniente da variedade conilon, encontra-se no estado do Espírito Santo, que contribui com 68 % da produção nacional do café (CONAB, 2022). O avanço de pesquisas e tecnologias no estado levou a cafeicultura a um notável crescimento nos últimos anos, com base em estudos de seleção de materiais genéticos, lançamento de novos genótipos (PARTELLI et al., 2020; DUBBERSTEIN et al., 2020).

O *C. canephora* é uma espécie diploide, alógama e apresenta autoincompatibilidade do tipo gametofítica, o que leva à formação de novas populações heterozigotas com alta variabilidade genética (GILES et al., 2018). Essas características facilitam o desenvolvimento de genótipos com maiores habilidades adaptativas e de aclimatação, além de diferentes respostas ao desenvolvimento em condições hídricas do solo (RAMALHO et al., 2014; RIBEIRO et al., 2018).

A escolha dos genótipos aliada às práticas corretas de manejo conforme as recomendações técnicas, refletem em maiores produtividades para a cultura (PARTELLI et al., 2018). Os genótipos devem ser arranjados em combinações geneticamente divergentes com diversidade de alelos compatíveis, para melhorar a eficiência da polinização e pegamento da florada (FERRÃO et al., 2019; SOUZA et al., 2021), além de um manejo nutricional específicos para essas plantas.

A adubação é a principal forma de repor os nutrientes exportados anualmente na colheita, visto que é extraído cerca de 2,95 kg de N e 3,02 kg de K nos frutos para a produção de uma saca de 60 kg de café pilado (BRAGANÇA et al. 2001). Plantas com alta capacidade produtiva apresentam maiores exigências nutricionais, acumulando grandes quantidades em seus tecidos (SERRANO et al., 2011). Em geral, no cafeeiro os nutrientes nitrogênio (N), cálcio (Ca) e potássio (K) são os macronutrientes acumulados em maiores quantidades, enquanto fósforo (P), magnésio (Mg) e enxofre (S) são exigidos em menores

quantidades, e para os micronutrientes, o ferro (Fe), e boro (B) são mais acumulados em relação ao magnésio (Mn), ao zinco (Zn) e ao cobre (Cu) (COVRE et al., 2016).

Além das características genéticas individuais dos genótipos, os nutrientes podem ser considerados móveis, parcialmente móveis ou imóveis dentro da planta, sendo assim mobilizados de forma natural e simultânea do sistema radicular para a parte aérea (AMARAL et al., 2011). Porém, a quantidade dos nutrientes retidas nos tecidos do cafeeiro podem variar conforme as condições de cultivo, localização e época do ano, idade da planta, tecido ou órgão vegetal e principalmente, o genótipo estudado (LAVIOLA et al., 2008; PARTELLI et al., 2014; MARRE et al., 2015; COVRE et al., 2016).

Algumas estruturas e fases do ciclo produtivo do cafeeiro apresentam uma maior demanda por nutrientes devido a fatores fisiológicos essenciais, como a fotossíntese, abertura estomática, polinização e formação dos frutos, bem como, o seu ciclo de maturação, que apresentam diferentes comportamentos de acúmulo de nutrientes (MARRE et al., 2015; OLIOSI et al., 2020; SCHMIDT et al., 2022; TORRES et al., 2022).

Dentro da fase reprodutiva do café, especificamente nos estádios da floração e granação dos frutos, a ocorrência de estiagem afeta negativamente a produção (DA MATTA et al., 2006; PEZZOPANE et al., 2010). A abertura das flores ocorre de forma simultânea em todas as plantas, contudo, é importante salientar que para concluir a completa maturação (colheita), os genótipos são diferenciados por ciclo: precoce (216 dias), intermediário e tardio (244 dias), super tardio (300 dias) (PARTELLI et al., 2014).

Considerando os aspectos comportamentais dos genótipos ao longo do ciclo de produção em lavouras irrigadas, observa-se que as plantas intensificam o crescimento vegetativo nos dias mais longos e temperaturas elevadas (primavera/verão), ao contrário do que ocorre nos dias curtos e temperaturas amenas (outono/inverno), o que gera perda na taxa fotossintética (RONCHI et al., 2007).

Sendo assim, o presente estudo está dividido em dois capítulos: o primeiro pretende estudar características dos frutos (peso, porcentagem de palha/grão), determinar a concentração e acúmulos de nutrientes em frutos, grãos e palha, bem como verificar a existência de diversidade genética em 20 genótipos de *C. canephora*, enquanto no segundo capítulo objetivou-se avaliar concentração nutricional de macro e micronutrientes nos órgãos produtivos, folhas e ramos em cinco genótipos de *C. canephora*.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. F. T.; MARTINEZ, H. E. P.; LAVIOLA, B. G.; FERNANDES FILHO, E. I.; CRUZ, C. D. Eficiência de utilização de nutrientes por cultivares de cafeeiro. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 621–9, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000027>.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café Conilon para o estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Café**. Brasília: CONAB, v. 9, n. 3, Safra 2022. P. 1-65. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>>. Acesso: 21 novembro de 2022.
- COVRE, A. M.; RODRIGUES, W. P.; VIEIRA, H. D.; BRAUN, H.; RAMALHO, J. C.; PARTELLI, F. L. Nutrient accumulation in bean and fruit from irrigated and nonirrigated *Coffea canephora* cv. Conilon. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 28, n. 6, p. 402-409, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.9755/ejfa.2016-04-341>.
- DA MATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. R. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian journal of plant physiology**, v. 18, p. 55-81, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100006>.
- DAVIS, A. P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M. F. growing coffee: psilanthus (rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data 31 implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *coffea*. **Botanical journal of the linnean society**, v. 167, n. 4, p. 357-377, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2011.01177.x>.
- DUBBERSTEIN, D.; PARTELLI, F. L.; GUILHEN, J. H. S.; RODRIGUES, W. P.; RAMALHO, J. C.; RIBEIRO-BARROS, A. I. Biometric traits as a tool for the identification and breeding of *Coffea canephora* genotypes. **Genetics and Molecular Research**, v.19, n. 2, 2020. Doi: <https://doi.org/10.4238/gmr18541>.
- FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; SOUZA, E. M. R.; FERRÃO, R. G. Autoincompatibilidade e Produção Sustentável de Café Conilon. In: Ferrão RG, Fonseca AFA, Ferrão MAG, Muner LH (Eds). Café Conilon. 3rd ed, Vitória: Incaper, p. 203-221, 2019.
- GILES, J. A. D. Partelli, F. L.; FERREIRA, A.; RODRIGUES, J. P.; OLIOSI, G.; SILVA, F. H. Genetic diversity of promising ‘conilon’ coffee clones based on morpho-agronomic variables. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, p. 2437-2446, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170523>.
- LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D.; MENDONÇA, S. M.; ROSADO, L. D. S. Acúmulo em frutos e variação na concentração foliar de NPK em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. **Revista de Biociências**, v. 24, n. 1, p. 19-31, 2008.
- MARRÉ, W. B.; PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C.; DIAS, J. R. M.; GONTIJO, I.; VIEIRA, H. D. Micronutrient Accumulation in Conilon Coffee Berries with Different Maturation Cycles.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 39, p. 1456-1462, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbcS20140649>.

OLIOSI, G.; PARTELLI, F. L.; DA SILVA, C. A.; DUBBERSTEIN, D.; GONTIJO, I.; TOMAZ, M. A. Seasonal variation in leaf nutrient concentration of conilon coffee genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 44, n. 1, p. 74-85, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1792492>.

PARTELLI, F. L.; ESPINDOLA, M. C.; MARRE, W. B.; VIEIRA, H. D. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of Conilon coffee with different ripening cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 214–22, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000100021>.

PARTELLI, F. L.; GILES, J. A. D.; OLIOSI, G.; COVRE, A. M.; FERREIRA, A.; RODRIGUES, E. V. M. Tributun: a coffee cultivar developed in partnership with farmers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1590/1984-70332020v20n2c21>.

PARTELLI, F. L.; OLIVEIRA, M. G.; COVRE, A. M.; VIEIRA, H. D.; DIAS, J. R. M.; BRAUN, H. Nutritional standards and nutritional diagnosis of the Conilon coffee plants in phenological growth stages. **Journal of Plant Nutrition**, v.41, n.19, p.1-11, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1510513>.

PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; BONOMO, R.; SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para café Conilon no Espírito Santo, Brasil. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, p. 341-348, 2010.

RAMALHO, J. C.; DA MATTA, F. M.; RODRIGUES, A. P.; SCOTTI-CAMPOS, P.; PAIS, I.; BATISTA-SANTOS, P.; PARTELLI, F. L.; RIBEIRO, A.; LIDON, F. C.; LEITÃO, A. E. Impacto ao frio e resposta de aclimação de *Coffea* spp. plantas. **Fisiologia Teórica e Experimental de Plantas**, v. 26, p. 5-18, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1007/s40626-014-0001-7>.

RIBEIRO, W. R.; Pinheiro, A. A.; Ferreira, D. S.; Gonçalves, M. S.; Aparecida, C.; Reis, E. F. Deficiência hídrica como fator limitante ao crescimento inicial do café conilon variedade diamante. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 22, n. 5, p. 1-11, 2018.

RONCHI, C. P.; Da MATTA, F. M. **Aspectos fisiológicos do Café Conilon**. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. (Ed.). *Café Conilon*. Vitória, ES: INCAPER, p. 95- 119, 2007.

SCHMIDT, R.; SILVA, C. A. D.; DUBBERSTEIN, D.; DIAS, J. R. M.; VIEIRA, H. D.; PARTELLI, F. L. Genetic Diversity Based on Nutrient Concentrations in Different Organs of Robusta Coffee. **Agronomy**, v. 12, n. 3, p. 640, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy12030640>.

SERRANO, L. A. L.; DA SILVA, V. M.; FORMENTINI, E. A. Use of organics compounds in the planting coffee conilon trees. **Rev. Ceres**, v. 58, p. 100-107, 2011.

SOUZA, L. C.; FERRAO, M. A. G.; CARVALHO, R. D.; FERRAO, R. G.; FONSECA, A. F. D.; PINHEIRO, P. F.; SOARES, T. C. Molecular characterization of parents and hybrid progenies of conilon coffee. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, 2021

TORRES, J. D., DE ARAÚJO, L. F. B., ESPINDULA, M. C., CAMPANHARO, M., ROCHA, R. B. Export of macronutrients for coffee fruits submitted to different doses of formulation 20-00-20. **Journal of Plant Nutrition**, v. 45, n. 18, p. 2737-2747, 2022. Doi: 10.1080/01904167.2022.2027975.

2 CAPÍTULOS

2.1 EQUILÍBRIO NUTRICIONAL E DIVERSIDADE GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE *Coffea canephora*

Resumo

Os nutrientes acumulados nos frutos são importantes ferramentas para gerenciar as exigências nutricionais da próxima safra. Objetivou-se no presente estudo avaliar as características dos frutos (peso, porcentagem de palha/grão), determinar a concentração e acúmulo de nutrientes nos frutos, grãos e palha, bem como verificar a existência de diversidade genética em 20 genótipos de *Coffea canephora*. O experimento foi realizado em uma lavoura com quatro anos, composta por 20 genótipos, em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e cinco plantas em cada parcela. Para o estudo do acúmulo de nutrientes, coletaram-se uma amostra de 2,0 kg de frutos frescos. Os materiais foram secos em estufa, beneficiados, separando os grãos e as palhas, em seguida encaminhados para determinação do teor nutricional. Para a relação grãos e palha foram coletados 120 frutos de cada genótipo para o beneficiamento. Os dados foram submetidos à análise de variância seguida de comparação de médias e estimativas de parâmetros genéticos e agrupamento pelo método hierárquico (UPGMA). Os nutrientes N- K- Ca e Fe- Mn- B são acumulados em maior quantidade nos frutos. Os genótipos 8, 2 e 13 apresentaram maior dissimilaridade. Os genótipos 7, 8, 16 e 17 apresentaram rendimentos de 60% de grãos por fruto. Existe variabilidade genética entre os genótipos para as características avaliadas. O conhecimento das respostas de cada genótipo quanto à exportação de nutrientes nos frutos pode melhorar o manejo da colheita e a recomendação de adubações.

Palavras-chave: Exportação de nutrientes, diversidade genética, eficiência de adubação, café conilon.

NUTRITIONAL BALANCE AND GENETIC DIVERSITY OF *Coffea canephora* GENOTYPES

Abstract

Nutrients accumulated in the fruits are important tools to manage the nutritional requirements of the next crop. Our objectives were to study the characteristics of the fruits (weight, percentage of straw/grain), to determine the concentration and accumulation of macro and micronutrients in the fruits, grains and straw, as well as to verify the existence of genetic diversity in 20 genotypes of *Coffea canephora*. The experiment was carried out in a four-year-old crop, consisting of 20 genotypes, in a randomized block design, with four replications and five plants in each plot. For the study of nutrient accumulation, a 2 kg sample of dried fruits was collected. The materials were dried in an oven, processed, separating the grains and straws, then sent to the nutritional theory. To study the accumulation of nutrients, a sample of 2.0 kg of fresh fruits was collected. The data were subjected to analysis of variance followed by comparison of means and estimates of genetic parameters and grouped by the hierarchical method (UPGMA). Nutrients N-K-Ca and Fe-Mn-B are accumulated in greater quantities in fruits. Genotypes 7, 8, 16 and 17 presented yields of 60% grain per fruit. There is genetic variability among genotypes for the evaluated traits. The knowledge of the responses of each genotype regarding the export of nutrients in the fruits can improve the management of the harvest and the recommendation of fertilizers.

Keywords: Nutrient export, genetic diversity, fertilization efficiency, conilon coffee.

1 Introdução

Na economia mundial, o Brasil se destaca como o maior produtor e exportador de café (ICO, 2022). As espécies *Coffea arabica* (arábica) e *C. canephora* (conilon e/ou robusta) são as mais conhecidas e com maior relevância econômica no mundo (DAVIS et al., 2011). O cultivo do café conilon encontra-se em vários estados brasileiros, em condições de baixa altitude, principalmente no Espírito Santo, Bahia e Rondônia (CONAB, 2022).

Por se tratar de uma planta com alto potencial produtivo, o café, necessita de elevados teores de nutrientes, pois acumula grande quantidade em seus tecidos vegetais e reprodutivos (GOMES et al., 2016; COVRE et al., 2016; DUBBERSTEIN et al., 2019; SANTOS et al., 2021; SCHMIDT et al., 2022a). Desta forma, seu manejo nutricional, exige um equilíbrio entre o conjunto de nutrientes fornecidos e a quantidade extraída na colheita dos frutos.

A fase reprodutiva, é marcada por cinco estádios bem definidos até a colheita dos frutos. Com início logo após a florada, a formação dos frutos, é caracterizada pelas fases chumbinho, expansão rápida, crescimento suspenso, granação e maturação (PARTELLI et al., 2014; DUBBERSTEIN et al., 2016; COVRE et al., 2016).

Os períodos de inflorescência e frutificação atuam como principais fontes de dreno temporários para a partição de nutrientes na planta (DUBBERSTEIN et al., 2019). Quando inicia o desenvolvimento dos frutos, esses nutrientes são translocados de forma lenta para os órgãos em formação, seguido por um período de maior concentração e acúmulo de nutrientes, na qual, coincide com a época das chuvas, expansão e enchimento dos frutos, por fim, novamente a absorção estabiliza, encerrando o ciclo (COVRE et al., 2018; OLIOSI et al., 2020).

Os principais nutrientes exigidos pelo cafeeiro e acumulados nos tecidos vegetais seguem essa ordem nitrogênio (N)> potássio (K)> cálcio (Ca)> fósforo (P)> magnésio (Mg)> enxofre (S)>ferro (Fe)> boro (B)> manganês (Mn)> cobre (Cu)> zinco (Zn) (SANTOS et al., 2021). Apesar de serem requeridos em quantidades distintas, variando principalmente conforme a idade e produtividade de cada genótipo, esses nutrientes são essenciais para o crescimento, desenvolvimento e produção do cafeeiro (LAVIOLA et al., 2007; BRAGANÇA et al., 2007).

As curvas de acúmulos em *C. canephora* apresentam diferentes respostas em função do genótipo da planta (DUBBERSTEIN et al., 2019; OLIOSI et al., 2020). Por

apresentar números distintos de dias para concluir o ciclo, que compreende desde a floração até a maturação dos frutos, os genótipos de *C. canephora* são agrupados em função do seu ciclo de maturação (precoce, médio, tardio). Assim, permitindo maior aproveitamento dos nutrientes aplicados e, conseqüentemente, ganho na produtividade (RAMIREZ et al., 2002; PARTELLI et al., 2016, 2018).

As informações encontradas com base nos estudos de concentrações dos frutos do café conilon permitem um ajuste do manejo nutricional mais eficiente, pois, seleciona genótipos com características mais homogêneas e de maior interesse. Diante disso, objetivou-se no presente estudo verificar as características dos frutos (peso, porcentagem de palha/grão), determinar a concentração e acúmulo de nutrientes em frutos, grãos e palha, bem como verificar a existência de diversidade genética em 20 genótipos de *Coffea canephora*.

2 Material e métodos

2.1 Localização e descrição dos genótipos

O experimento foi conduzido em uma lavoura comercial, localizada no município de Vila Valério (18° 57' 48" S e 40° 20' 08" W, 110 m acima do nível do mar) localizada no norte do Espírito Santo - Brasil. Nesta região a temperatura máxima é de 29°C e mínima de 18°C, em média. A região apresenta clima tropical, tipo Aw, característico por apresentar inverno seco e verão chuvoso, conforme a classificação de Koppen (ALVARES et al., 2013). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (SANTOS et al., 2018). Os resultados das análises químicas e físicas estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Análise química e física do solo e fração granulométrica na profundidade de 0-20 cm na área experimental. Vila Valério, Espírito Santo - Brasil.

Características químicas												
-----mg dm ⁻³ -----									-----cmol _c dm ⁻³ -----			
P	K	Na	S	B	Zn	Mn	Cu	Fe	Ca	Mg	Al	H + Al
58,5	86,0	3,0	18,0	0,4	7,4	9,1	0,9	48,0	1,8	0,3	0,2	4,5
pH			V (%)			SB (cmol _c dm ⁻³)			MO (dag dm ⁻³)			
5,0			34,0			2,3			2,0			
Frações granulométricas (g kg ⁻¹)									Classificação textural			
Areia			Silte			Argila			Franco arenoso argiloso			
602			126			272						

pH: em H₂O 1:2,5; P, K, Zn, Mn, Cu e Fe (fósforo; potássio; zinco; manganês; cobre, ferro) Extração: Mehlich⁻¹; S (enxofre): Fosfato monocálcico ácido acético; Ca e Mg (cálcio; magnésio) Extração: KCl 1mol L⁻¹; H+ Al (acidez potencial), Titulação; V (%) (saturação por bases); SB (soma de bases); MO (matéria orgânica): Método Embrapa.

A lavoura estava com quatro anos e na terceira colheita consecutiva. É formada por 20 genótipos de café conilon, os quais foram plantados a partir de mudas propagadas por estacas, no ano de 2017. O espaçamento é de 3,0 m entre fileiras por 1,2 m entre plantas. A lavoura é cultivada a pleno sol e irrigada por sistema de micro aspersor spray com canhão, espaçado 12 x 12m (Figura 1). Os tratos culturais foram seguidos conforme as recomendações técnicas sugeridas para a cultura (PAYE et al., 2019).

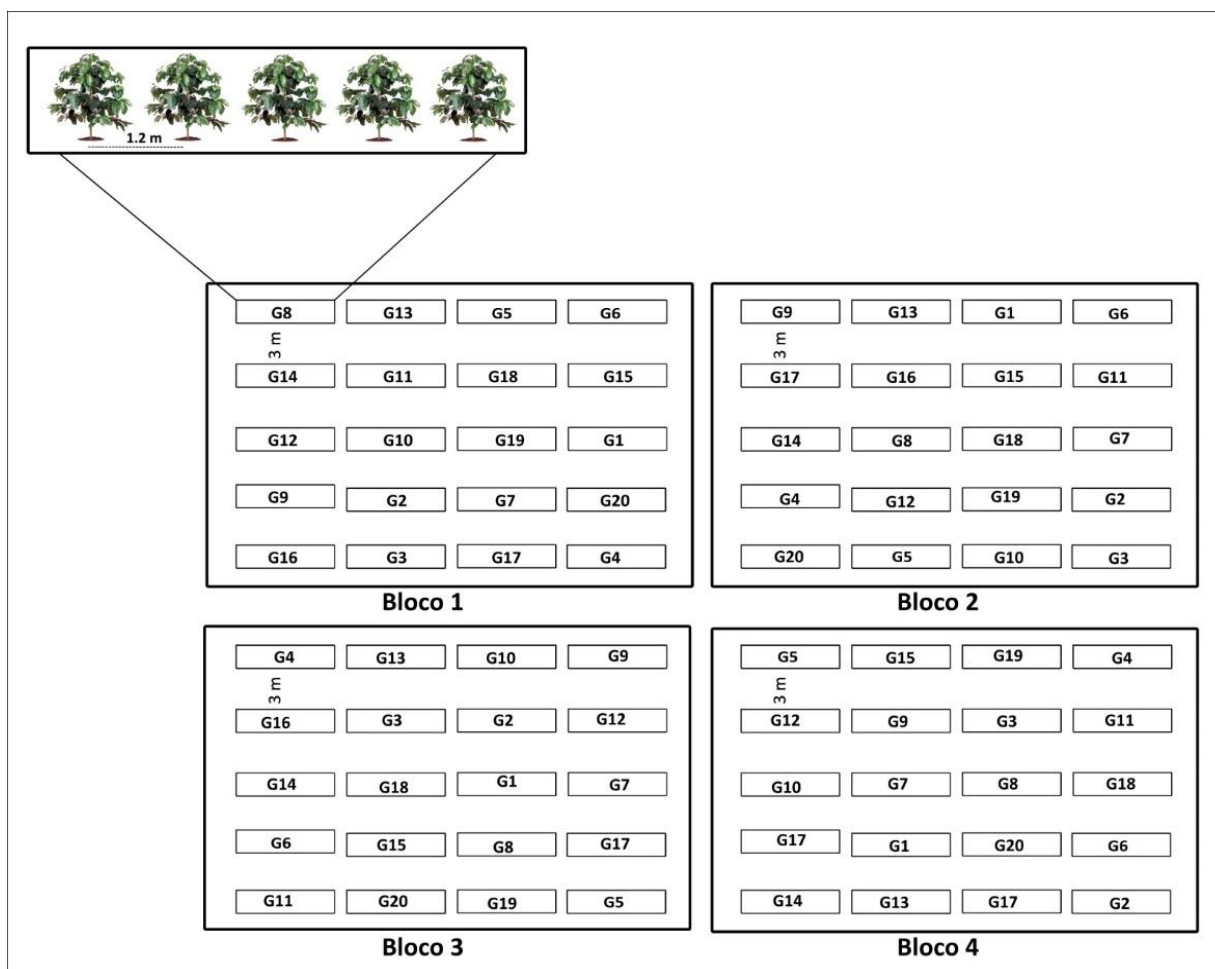


Figura 1: Croqui da área experimental dos 20 genótipos de *C. canephora*. Vila Valério, Espírito Santo - Brasil.

Os genótipos de 1 a 19 foram selecionados visualmente em uma lavoura comercial em consórcio com seringueira durante um longo período de seca na região (final de 2014 a 2015). Esses genótipos se destacaram durante este período de estresse hídrico, apresentando boa estabilidade produtiva. O genótipo 20, corresponde ao “genótipo 02” que pertence a Cultivar Emcapa 8111 (BRAGANÇA et al., 2001).

2.2 Coleta e avaliações dos frutos

Os tratamentos foram compostos pelos 20 genótipos de *C. canephora*. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com quatro repetições e cinco plantas em cada unidade experimental, totalizando 400 plantas. Os frutos foram coletados manualmente, quando apresentaram maturação completa. Os frutos dos

genótipos com ciclo de maturação precoce (11, 14, 16, 18) e média (1, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 20) foram colhidos em maio, enquanto os frutos dos genótipos com ciclo de maturação tardia (2, 3, 4, 6, 12, 13, 17, 19) foram colhidos em junho de 2021.

Para cada genótipo, foi realizada a colheita manual dos frutos nas 20 plantas, em seguida foi retirada uma amostra de aproximadamente 2,0 kg e encaminhada para o laboratório para análise das concentrações e acúmulo de nutrientes. Os frutos foram acondicionados em bandejas plásticas e em sequência armazenados na estufa de ventilação forçada a 50°C, até a massa constante.

Para a caracterização química, foram enviadas amostras de grãos e palha, em embalagens de papel Kraft devidamente identificadas de cada genótipo. As amostras foram moídas em moinho tipo Willey e utilizadas em triplicata, para determinar a concentração de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn) e boro (B) nos frutos conforme metodologia descrita por Silva et al. (2009). Para o acúmulo de nutrientes nos frutos (kg t^{-1}), considerou o acúmulo de nutrientes no grão (kg) + acúmulo de nutrientes na palha (kg) (LAVIOLA et al., 2007).

2.3 Relação grão e palha

Após a secagem, começou o preparo dos materiais para o estudo da relação grãos e palha. Para cada genótipo foram realizadas a contagem dos frutos e pesagem em balança de precisão. Foram separadas quatro repetições, contendo 30 frutos cada, total de 120 frutos por genótipos, os frutos foram beneficiados manualmente e separados os grãos e as palhas, que foram pesados separadamente. Para todos os cálculos a umidade dos frutos foi ajustada a 12%, sendo o teor de umidade que os grãos são comercializados.

2.4 Análise de dados estatísticos

Os dados das concentrações e acúmulo de nutrientes nos grãos e palha foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$). O teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) foi empregado para o agrupamento das médias de concentração e acúmulo dos nutrientes entre os genótipos. Para as características avaliadas também foram estimados os seguintes parâmetros genéticos: o coeficiente de variação experimental (CVe) que estima a influência do ambiente, o coeficiente de variação genética (CVg) que estima a variabilidade genética e o coeficiente de determinação

genotípico e a herdabilidade (H^2) que estima o controle genético das características avaliadas.

Para o estudo da diversidade genética, foi utilizado como medida de dissimilaridade a matriz de distância Euclidiana. Posteriormente foi gerado o agrupamento dos genótipos pelo método de otimização de Tocher e o método hierárquico *Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages* (UPGMA). A importância relativa das características para a diversidade genética foi avaliada de acordo com Singh (1981). As análises de correlação de Spearman foram usadas para avaliar uma possível associação entre duas variáveis avaliadas. Todas essas análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional Genes (CRUZ, 2016).

3 Resultados

3.1 Parâmetros genéticos e concentração de nutrientes em grãos e palha

Diferenças significativas foram identificadas entre os 20 genótipos de *C. canephora* para a maioria dos nutrientes estudados na concentração dos grãos e palha, usando o teste F a 1% e 5% de probabilidade, com exceção dos teores de N e P para os grãos e S, Zn e B para a palha (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância e estimativas do coeficiente de variação experimental (CVe), coeficiente de variação genético (CVg) e herdabilidade (H²) para a concentração de macronutrientes (g kg⁻¹) e micronutrientes (mg kg⁻¹) em grãos e palha e porcentagem de grão e palha de 20 genótipos de *C. canephora*. Vila Valério, Espírito Santo – Brasil.

Nutrientes	Grãos					Palha				
	Teste F (Gen)	Média	CVe (%)	CVg (%)	H ² (%)	Teste F (Gen)	Média	CVe (%)	CVg (%)	H ² (%)
N	1,89 ^{ns}	29,28	5,47	2,98	47,15	11,64 ^{**}	16,67	4,99	9,41	91,41
P	1,63 ^{ns}	1,79	9,75	4,45	38,51	6,45 ^{**}	1,10	4,5	6,06	84,50
K	2,76 [*]	17,01	7,17	3,83	46,09	5,37 ^{**}	24,99	9,02	10,89	81,39
Ca	7,95 ^{**}	1,65	7,11	10,82	87,42	11,33 ^{**}	4,61	8,03	14,90	91,17
Mg	6,42 ^{**}	1,68	8,47	11,39	84,43	15,82 ^{**}	0,89	8,57	19,05	93,68
S	2,03 [*]	1,65	16,15	9,47	50,79	1,47 ^{ns}	1,54	20,67	8,21	32,14
Cu	10,26 ^{**}	9,42	9,37	16,45	90,25	10,30 ^{**}	6,27	8,70	15,32	90,29
Fe	6,80 ^{**}	19,12	28,92	40,21	85,30	2,40 [*]	22,68	15,35	10,50	58,42
Mn	11,61 ^{**}	19,40	6,74	12,67	91,38	35,29 ^{**}	16,71	11,07	37,43	97,17
Zn	2,62 ^{**}	9,10	23,17	17,01	61,8	0,80 ^{ns}	10,06	18,53	0,00	0,00
B	4,28 ^{**}	10,37	19,64	20,53	76,62	1,35 ^{ns}	21,02	18,11	6,18	25,88
	Teste F (Gen)	Média	CVe (%)	CVg (%)	H ² (%)					
% Grão	9,78 ^{**}	56,95			2,74		4,06			89,77
% Palha	9,78 ^{**}	43,05			3,62		4,06			89,77

^{ns}, ^{**} e ^{*}, não significativo, significativo a 1 e 5% de probabilidade respectivamente pelo teste F. Gen: Genótipos; Macronutrientes: N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; Micronutrientes: Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco; B: boro.

Dos componentes dos frutos, o N (29,28 g kg⁻¹) foi o macronutriente mais absorvido pelos grãos, seguidos pelo K (17,01 g kg⁻¹) e P (1,79 g kg⁻¹). Já na palha observou-se a sequência K (24,99 g kg⁻¹), N (16,67 g kg⁻¹) e Ca (4,61 g kg⁻¹). Para os micronutrientes observam-se concentrações de Mn (19,40 mg kg⁻¹), Fe (19,12 mg kg⁻¹) e B (10,37 mg kg⁻¹) nos grãos e na palha, maiores concentrações de Fe (22,68 mg kg⁻¹), B (21,02 mg kg⁻¹) e Mn (16,71 mg kg⁻¹). Assim, pode-se classificar os nutrientes em ordem decrescente para a concentração nos grãos N > K > P > Mg > Ca = S e Mn > Fe > B > Cu > Zn e na palha K > N > Ca > S > P > Mg e Fe > B > Mn > Zn > Cu.

Em geral, os genótipos apresentaram um percentual maior de grãos (56,95%) do que palha (43,05%). Portanto, para cada tonelada produzida, a massa de café beneficiada é superior à massa da palha obtida após o processo de beneficiamento.

De maneira geral, o coeficiente de variação experimental (CVe) foi inferior a 20% para a concentração dos nutrientes, exceto para a concentração de Fe (28,92%) e Zn (23,17%) nos grãos e para o S (20,67%) na palha (Tabela 2).

O coeficiente de variação genético (CVg) que quantifica a influência dos componentes genéticos para cada característica variou entre 2,98% (concentração de N no grão) a 40,21% (concentração de Fe no grão). Valores inferiores a 10% para CVg foram observados para os teores N, P, K e S nos grãos e para os teores de N, P, S, Zn e B na palha (Tabela 2).

As concentrações de N, P e K nos grãos tiveram o índice de herdabilidade (H^2) inferior a 50%, enquanto as concentrações de Ca, Mg, Cu, Fe e Mn tiveram o H^2 superior a 80% (Tabela 2). A concentração de B na palha apresentou o menor índice de H^2 (25,88%), enquanto os valores das concentrações de N, P, K, Ca, Mg, Cu e Mn na palha tiveram H^2 superior a 80% (Tabela 2).

Foi identificada variabilidade entre os 20 genótipos para a maioria dos nutrientes para a concentração nos grãos, exceto para o N e P (Tabela 3). Em geral, para a concentração de nutrientes nos grãos houve formação de cinco grupos a depender da característica.

Tabela 3. Concentração de nutrientes em grãos de 20 genótipos de *C. canephora*. Vila Valério, Espírito Santo - Brasil.

Gen	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
1	29,2 a	1,8 a	16,7 b	1,6 b	1,6 c	1,4 b	8,7 d	13,5 c	19,0 b	6,7 b	9,1 b
2	29,0 a	1,8 a	18,0 a	1,9 a	2,2 a	1,7 b	6,9 e	42,3 a	23,4 a	10,5 a	9,6 b
3	29,0 a	1,9 a	17,2 b	1,7 b	1,7 c	2,0 a	12,1 a	29,2 b	23,4 a	11,7 a	14,6 a
4	32,4 a	2,0 a	16,2 b	2,0 a	1,9 b	1,6 b	10,9 b	13,7 c	18,8 b	8,6 b	9,0 b
5	29,0 a	1,8 a	16,3 b	1,5 b	1,5 c	1,4 b	9,5 c	12,4 c	17,1 c	5,7 b	12,1 a
6	30,1 a	1,8 a	16,7 b	1,5 b	1,6 c	1,8 a	9,7 c	12,6 c	19,5 b	7,5 b	12,8 a
7	29,0 a	1,8 a	18,6 a	1,9 a	1,6 c	1,4 b	9,8 c	18,5 c	17,0 c	10,9 a	8,9 b
8	27,3 a	1,7 a	17,8 a	1,4 b	1,4 c	1,5 b	8,5 d	14,6 c	14,9 c	10,4 a	7,9 b
9	28,0 a	1,6 a	17,5 a	1,5 b	1,8 b	1,6 b	9,4 c	16,4 c	18,6 b	11,4 a	11,3 a
10	31,0 a	1,9 a	16,4 b	1,8 a	1,7 c	1,7 b	9,6 c	12,9 c	23,3 a	7,6 b	5,6 b
11	29,4 a	1,6 a	17,2 b	1,5 b	1,6 c	2,1 a	9,5 c	18,4 c	18,6 b	8,4 b	8,4 b
12	29,6 a	1,5 a	16,0 b	1,4 b	1,4 c	1,6 b	7,0 e	13,4 c	17,4 c	8,4 b	9,3 b
13	30,6 a	1,7 a	16,8 b	2,0 a	2,0 a	1,4 b	12,5 a	32,1 b	18,3 b	12,1 a	15,7 a
14	30,1 a	1,8 a	15,9 b	1,6 b	1,8 b	1,6 b	8,4 d	17,5 c	22,9 a	8,8 b	10,3 b
15	29,9 a	1,9 a	17,9 a	1,6 b	1,7 c	1,9 a	8,8 d	14,6 c	17,5 c	8,6 b	13,1 a
16	29,4 a	1,9 a	15,4 b	1,6 b	1,6 c	1,5 b	11,2 b	12,1 c	23,5 a	7,9 b	9,5 b
17	28,0 a	1,8 a	16,2 b	1,8 a	1,6 c	1,6 b	8,6 d	17,2 c	18,9 b	6,3 b	9,8 b
18	27,1 a	1,9 a	18,4 a	1,8 a	1,9 b	1,4 b	10,3 c	30,8 b	19,4 b	12,3 a	11,2 a
19	29,6 a	2,0 a	16,5 b	1,5 b	1,6 c	2,0 a	6,3 e	15,1 c	16,9 c	7,7 b	11,3 a
20	29,2 a	1,7 a	18,6 a	1,5 b	1,5 c	1,6 b	10,7 b	24,9 b	19,5 b	10,1 a	7,8 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Gen: genótipos; N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco; B: boro.

Os genótipos foram divididos em dois grupos pelo teste de Scott-Knott para a concentração dos nutrientes K, Ca, S, Zn e B no grão. Para os nutrientes Mg, Fe, e Mn foram separados em três grupos. Inversamente ao que ocorre para o nutriente Cu, o genótipo 2, foi identificado com as maiores médias para a concentração no grão para os três nutrientes: Mg ($2,2 \text{ g kg}^{-1}$), Fe ($42,3 \text{ mg kg}^{-1}$) e Mn ($23,4 \text{ mg kg}^{-1}$). A maior média para a concentração de Fe nos grãos foi obtida pelo genótipo 2.

Para a concentração do micronutriente Cu nos grãos, os genótipos obtiveram maior variabilidade, formando cinco grupos distintos. Os genótipos 3 e 13 foram agrupados de forma semelhante nos grupos com as maiores médias ($12,2$ e $12,5 \text{ mg kg}^{-1}$), e os genótipos 2, 12 e 19 foram atribuídos ao grupo das menores médias ($6,9$; $7,0$ e $6,3 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente) obtidos para a concentração no grão. O genótipo 2 destacou-se por aparecer com maior frequência no grupo de maiores médias, permanecendo no grupo superior em seis nutrientes (K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn).

O genótipo 2, foi identificado com destaque de maiores médias para mais de 50% dos nutrientes estudados na concentração do grão K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn (Tabela 3), para a concentração na palha dos nutrientes N e Mn. Para este genótipo, observou-se que o micronutriente Mn manteve maiores concentrações para as duas características avaliadas.

O genótipo 8, apresentou destaque para os maiores teores de K e Zn na concentração dos nutrientes no grão, e para a concentração na palha o micronutriente Fe se destacou (Tabela 03).

Foi identificada variabilidade entre os 20 genótipos para a maioria dos nutrientes para a concentração na palha, exceto para S, Zn e B (Tabela 4). Em geral, para a concentração de nutrientes na palha houve formação de grupos.

Tabela 4. Concentração de nutrientes em palha de 20 genótipos de *C. canephora*. Vila Valério, Espírito Santo - Brasil.

Gen	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
1	15,6 b	1,1 b	27,5 a	6,1 a	0,9 d	1,53 a	6,67 c	28,5 a	19,3 c	9,4 a	23,2 a
2	18,9 a	1,1 b	21,4 b	4,5 b	1,1 b	2,0 a	4,07 e	24,8 b	35,0 a	10,0 a	19,3 a
3	18,2 a	1,1 b	26,2 a	4,5 b	1,0 c	1,6 a	6,5 c	20,9 b	16,9 d	9,6 a	24,3 a
4	16,8 a	1,1 b	26,5 a	6,3 a	1,2 a	1,4 a	7,1 b	22,1 b	22,7 b	11,7 a	22,8 a
5	15,6 b	1,0 c	17,7 c	4,9 b	0,7 d	1,6 a	6,1 c	22,3 b	18,2 c	10,6 a	23,6 a
6	17,3 a	1,2 a	29,4 a	4,1 c	0,9 c	1,9 a	6,9 b	20,0 b	13,8 d	9,5 a	19,2 a
7	15,6 b	1,0 c	25,3 a	4,6 b	0,7 e	1,5 a	5,8 d	22,1 b	11,3 e	9,3 a	20,3 a
8	14,7 c	1,1 b	18,9 c	3,6 c	0,5 f	1,5 a	5,0 d	32,2 a	8,9 e	9,2 a	19,5 a
9	16,1 b	1,1 b	22,5 b	3,5 c	0,7 e	1,3 a	5,4 d	23,8 b	15,0 d	9,0 a	19,6 a
10	18,0 a	1,0 c	27,8 a	5,1 b	1,1 b	1,2 a	6,9 b	21,0 b	17,8 c	11,1 a	24,2 a
11	14,2 c	1,1 b	23,9 a	4,4 b	0,8 d	1,5 a	6,3 c	19,8 b	11,9 e	9,2 a	17,5 a
12	16,6 b	1,0 c	26,4 a	5,0 b	0,9 c	1,4 a	6,2 c	20,9 b	20,0 c	9,2 a	17,5 a
13	18,4 a	1,3 a	25,5 a	4,3 b	1,1 b	1,7 a	7,4 b	21,8 b	13,5 d	10,2 a	23,3 a
14	14,0 c	1,0 c	25,7 a	4,9 b	0,8 d	1,4 a	5,7 d	19,4 b	23,7 b	9,6 a	21,2 a
15	15,2 c	1,2 a	24,2 a	4,3 b	0,8 d	1,2 a	5,5 d	24,5 b	9,6 e	9,2 a	24,2 a
16	19,4 a	1,2 a	29,0 a	4,6 b	1,0 b	1,4 a	8,6 a	21,3 b	18,6 c	10,4 a	20,4 a
17	17,5 a	1,1 b	23,6 a	3,5 c	0,9 c	1,9 a	6,2 c	20,0 b	10,9 e	12,2 a	15,7 a
18	18,0 a	1,1 b	26,6 a	4,7 b	0,9 c	1,5 a	6,5 c	21,6 b	14,6 d	9,8 a	23,3 a
19	14,9 c	1,1 b	26,2 a	4,5 b	0,8 d	1,6 a	5,1 d	22,6 b	9,3 e	10,2 a	19,3 a
20	18,4 a	1,1 b	25,3 a	4,7 b	0,8 d	1,9 a	7,2 b	24,1 b	23,2 b	11,8 a	22,0 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Gen: genótipos; N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco; B: boro.

Verificou-se a formação de seis grupos de médias para o macronutriente Mg. O genótipo 4 e 8 foram os únicos atribuídos aos grupos de maiores (1,2 g kg⁻¹) e menores médias (0,5 g kg⁻¹), respectivamente, para a concentração na palha.

Os micronutrientes Cu e Mn foram agrupados em cinco grupos. Para o nutriente Mn, encontrou os genótipos 7, 8, 11, 15, 17 e 19 com as menores médias, que variou de 8,9 a 11,9 mg kg⁻¹ e para o Cu, apenas o genótipo 2 com menor média (4,1 mg kg⁻¹) e o genótipo 16 apresentou a maior média (8,63 mg kg⁻¹).

Os macronutrientes N, P, K e Ca formaram três grupos. O N e o K foram os únicos nutrientes a apresentarem um maior número de genótipos agrupados com maiores médias, variando de 16,8 a 29,4 g kg⁻¹, composto por 10 e 16 genótipos, respectivamente.

Para o genótipo 13, observou-se que mais de 50% dos nutrientes foram agrupados como as maiores médias para a característica de concentração no grão.

Os macronutrientes N, P e K, apresentaram maiores concentrações na palha. O macronutriente P, é o único que aparece no grupo de maiores médias somente para o genótipo 13, para as características de concentração na palha ou grão (Tabela 4).

3.2 Acúmulo de nutrientes em frutos

Foi identificado variabilidade entre os 20 genótipos para todos os nutrientes acumulados nos frutos (Tabela 5). Em geral, para o acúmulo de nutrientes nos frutos houve formação de grupos.

Tabela 5. Acúmulo de nutrientes nos frutos (grãos + palha) de 20 genótipos de *C. canephora* considerando a produção de 1000 kg de grãos beneficiados a 12% de umidade. Vila Valério, Espírito Santo - Brasil.

Gen	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
1	37,5 e	2,4 c	34,5 b	5,7 b	2,0 f	2,35 g	12,6 e	32,3 f	30,8 e	12,7 g	24,6 d
2	38,7 d	2,4 d	31,4 c	4,9 d	2,8 a	2,92 b	9,1 i	55,9 a	45,9 a	16,5 c	22,3 e
3	38,0 d	2,4 c	32,5 c	4,4 e	2,2 e	2,82 c	15,3 b	40,0 d	32,1 d	16,8 c	28,9 b
4	42,1 b	2,6 a	34,8 b	6,6 a	2,7 b	2,5 e	15,3 b	29,1 g	34,1 c	16,6 c	25,3 d
5	36,9 e	2,3 d	26,8 e	4,7 d	1,9 h	2,4 f	12,8 e	26,4 i	27,9 f	12,5 g	27,0 c
6	40,7 c	2,6 b	37,9 a	4,5 e	2,1 f	3,1 a	14,2 c	26,9 i	28,4 f	14,2 e	26,5 c
7	35,4 f	2,3 e	31,5 c	4,4 e	1,8 i	2,1 i	12,3 f	29,6 g	22,0 i	15,3 d	19,8 f
8	33,5 g	2,2 f	27,3 e	3,4 g	1,6 j	2,3 h	10,7 h	32,2 f	18,6 j	14,7 d	18,7 f
9	37,0 e	2,3 e	32,0 c	3,9 f	2,1 f	2,3 g	12,4 f	31,9 f	27,60 f	16,8 c	24,3 d
10	40,5 c	2,4 c	33,9 b	5,1 c	2,3 d	2,42 f	13,5 d	26,1 i	33,35 c	14,5 e	21,6 e
11	36,2 f	2,2 f	31,6 c	4,2 e	1,8 g	2,91 b	12,9 e	29,9 g	24,8 g	13,8 f	19,3 f
12	37,9 d	2,1 g	32,0 c	4,6 d	1,7 i	2,3 g	10,5 h	26,0 i	29,1 f	13,8 f	20,1 f
13	43,4 a	2,7 a	36,9 a	5,4 c	2,8 a	2,7 d	17,6 a	47,6 b	28,1 f	19,6 a	33,5 a
14	38,2 d	2,4 c	34,4 b	5,3 c	2,3 d	2,5 e	12,0 f	31,0 f	39,2 b	15,4 d	25,8 c
15	38,6 d	2,6 b	34,5 b	4,7 d	2,1 f	2,7 d	12,1 f	31,8 f	23,2 h	14,8 d	30,1 b
16	38,5 d	2,4 c	31,6 c	4,3 e	2,1 f	2,24 h	15,4 b	24,0 j	32,7 d	13,5 f	21,1 e
17	36,3 f	2,3 d	29,3 d	3,7 f	2,1 f	2,7 d	11,7 g	28,0 h	23,6 g	13,3 f	18,6 f
18	37,6 e	2,5 c	35,9 a	5,2 c	2,6 c	2,3 g	14,1 c	43,5 c	28,1 f	18,3 b	27,0 c
19	37,6 e	2,63 a	33,7 b	4,6 d	2,0 g	3,0 b	9,4 i	29,9 g	22,0 i	14,3 e	24,1 d
20	38,3 d	2,24 e	33,1 b	4,3 e	1,9 h	2,6 d	14,4 c	37,7 e	32,5 d	16,7 c	21,1 e
Resumo análise de variância											
Genótipos	37,5**	50,8**	26,9**	59,4**	287,4**	75,9**	216,6**	280,7**	286,5**	77,2**	90,8**
Média	38,1	2,4	32,8	4,7	2,1	2,6	12,9	33,0	29,2	15,2	24,0
Cv %	2,0	2,0	3,3	3,97	1,8	2,5	2,3	2,5	2,6	2,8	3,6

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Gen: genótipos; N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco; B: boro.

Os genótipos foram divididos em dez grupos dissimilares para o acúmulo de Mg e Mn. Para o Mg, os genótipos 2 e 13 foram os únicos que permaneceram com

maior média (2,8 kg t⁻¹ e 2,8 kg t⁻¹) e para o Mn, somente o genótipo 2 (45,89 g t⁻¹). Os nutrientes N e B foram divididos em seis grupos. Apenas o genótipo 13 destacou permanecendo no grupo das maiores médias (43,4 kg t⁻¹ e 33,9 g t⁻¹), respectivamente.

Os mesmos genótipos que destacam no grupo das maiores médias para certos nutrientes, aparecem também no grupo de menores médias para outros nutrientes. O genótipo 13 se destaca por aparecer com maior frequência no grupo com as maiores médias, permanecendo no grupo superior em sete nutrientes (N, P, K, Mg, Cu, Zn, B). Por outro lado, 65% dos genótipos (1, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17 e 20) não foram identificados no grupo das maiores médias para nenhum dos nutrientes avaliados para acúmulo no grão.

3.3 Características do grão, palha e fruto

Os dados das variáveis analisadas diferiram significativamente entre os genótipos. A relação entre o grão e a palha discriminou os 20 genótipos em cinco grupos (Figura 2).

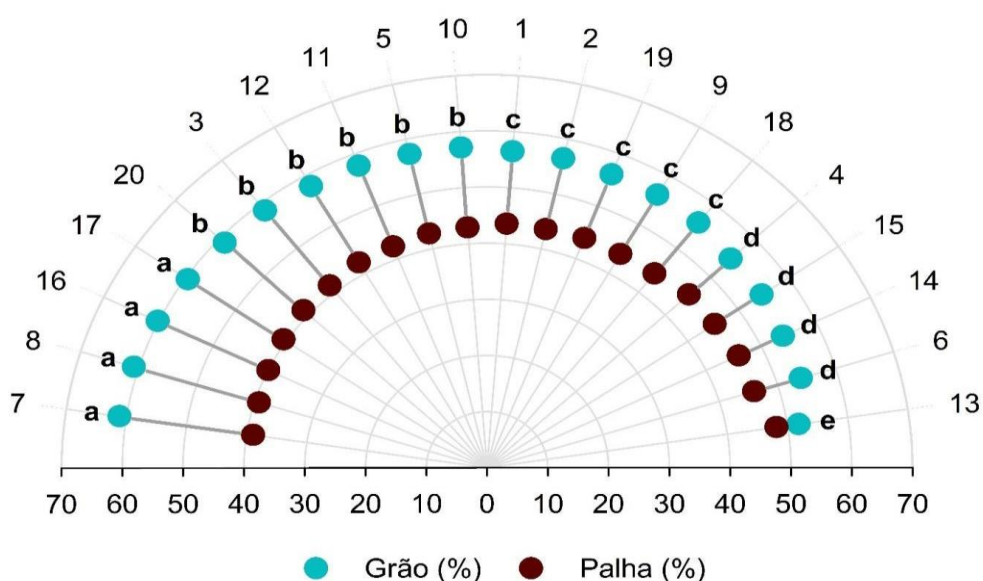


Figura 2. Porcentagem de grão e palha nos frutos de 20 genótipos de *C. canephora* seco a 12% de umidade. Vila Valério, Espírito Santo - Brasil.

O primeiro grupo, com maior percentual de grão, é composto por quatro genótipos (7, 8, 16 e 17), o segundo, seis genótipos (20, 3, 12, 11, 5 e 10), o terceiro, cinco genótipos (1, 2, 19, 9 e 18), o quarto, quatro genótipos (4, 15, 14 e 6) e o quinto grupo, formado apenas pelo genótipo 13.

No grupo I, os genótipos apresentam uma maior produção de grãos em relação à palha, variando de 59,5% a 61,1%, indicando excelentes genótipos para serem utilizados no melhoramento genético e com alto rendimento na produção. Já o quinto grupo, formado pelo genótipo 13, apresenta uma menor relação grão e palha (51,84%), nesse caso, esse genótipo não é interessante para produção, pois a produção de grão e palha é similar.

Para a característica de porcentagem de grão e palha, o genótipo 8 apresentou uma maior relação grão/palha, diante dessa situação, este genótipo apresenta uma maior produção de grão em relação à palha. E o genótipo 13, apresentou uma menor relação grão/palha, indicando uma menor produtividade de grãos em relação aos outros genótipos (Figura 2).

As variáveis peso do grão e peso do fruto variaram significativamente entre os 20 genótipos, conforme o teste de Scott-Knott, observou-se variabilidade entre genótipos para as características do fruto de café (Figura 3). A variável peso do fruto dividiu os 20 genótipos em cinco grupos e a variável peso do grão em sete grupos.

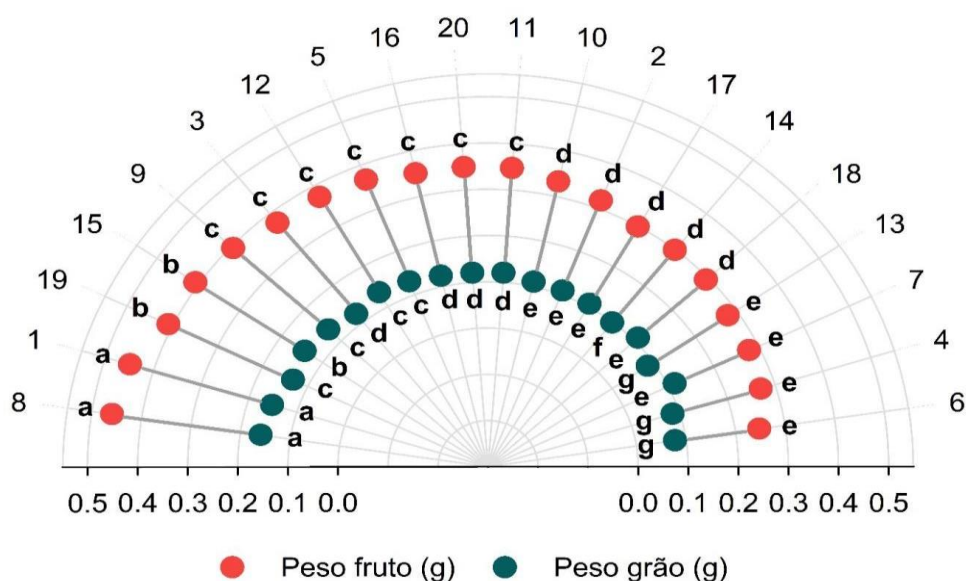


Figura 3. Peso do fruto e grão de 20 genótipos de *C. canephora* seco a 12% de umidade. Vila Valério, Espírito Santo - Brasil.

Os genótipos 8 e 1 compõem o primeiro grupo, destacam-se para as características de peso do fruto e grão. O segundo grupo, também composto por dois genótipos (19 e 15) para o peso dos frutos, e para o peso do grão, apenas o genótipo

15 é membro. O terceiro grupo foi formado pelos maiores números de genótipos para peso dos frutos (9, 3, 12, 5, 16, 20,11). E para o peso do grão os genótipos 19, 9, 12 e 5. O quarto grupo foi composto pelos genótipos 10, 2, 17, 14 e 18 para o peso dos frutos. E para o peso dos grãos, composto pelos genótipos 3, 16, 20 e 11. E por fim, o quinto grupo do peso dos frutos é formado por quatro genótipos 13, 7, 4 e 6. O quinto grupo para o peso do grão é formado pelos genótipos 10, 2, 17, 18 e 7. O genótipo 14 e os genótipos 13, 4, 6 correspondem aos grupos seis e sete respectivamente para o peso do grão.

3.4 Análise de agrupamento

A análise de agrupamento realizada pelo método de Tocher e pelo método hierárquico UPGMA (formação do dendrograma) utilizando a distância Euclidiana como medida de dissimilaridade, revelou uma ampla variabilidade genética entre os genótipos, formando seis e cinco grupos, respectivamente (Figura 4), adotando um limite de 70% de dissimilaridade entre os genótipos.

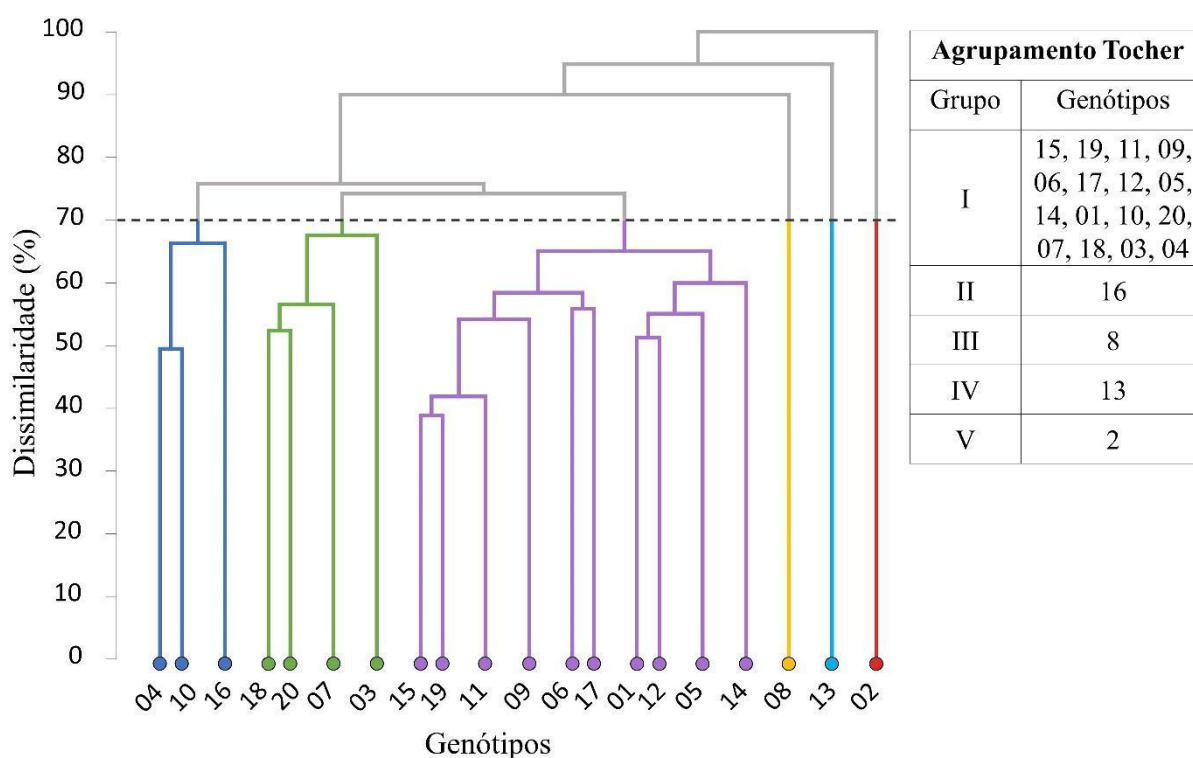


Figura 4. Agrupamento entre 20 genótipos de *C. canephora* obtido pelo método UPGMA (dendrograma) e pelo método de Tocher utilizando a distância Euclidiana, considerando a concentração de nutrientes no grão, palha e a porcentagem de grão/palha. Correlação cofenética: 0,80. Vila Valério, Espírito Santo - Brasil.

No agrupamento pelo método UPGMA os 20 genótipos foram organizados da seguinte forma: grupo I composto pelos genótipos 4, 10 e 16; o grupo II pelos genótipos 18, 20, 7 e 3; e o grupo III foi o grupo mais representativo, pois incluiu dez (50%) genótipos (15, 19, 11, 9, 6, 17, 1, 12, 5 e 14). Os outros três grupos representaram três genótipos (8, 13, 2) respectivamente, divididos por apenas um genótipo em cada grupo (grupo IV, V e VI) (Figura 4).

Porém, no método de Tocher reduziu o número de grupos formados para cinco, mas manteve os genótipos 8, 13 e 2 em grupos individuais distintos. Esses três genótipos, apresentaram características com valores diferentes dos demais, e com isso foram organizados em três grupos individuais.

Observando os genótipos 15 e 19, eles foram os mais similares, os quais foram agrupados no grupo constituído de 50% dos genótipos. Para as características avaliadas neste trabalho, esses dois genótipos apresentam proximidade e menor diversidade genética entre si. Os genótipos 4 e 2 são os que apresentaram maior dissimilaridade, para as características avaliadas no trabalho, sendo considerados os genótipos mais distintos.

Para determinar a contribuição relativa das variáveis para a diversidade genéticas entre os 20 genótipos em relação às concentrações dos nutrientes no grão e palha, utilizou-se o método de Singh (1981) que obtiveram valores com amplitude de 0,0 a 43,7% (Figura 5).

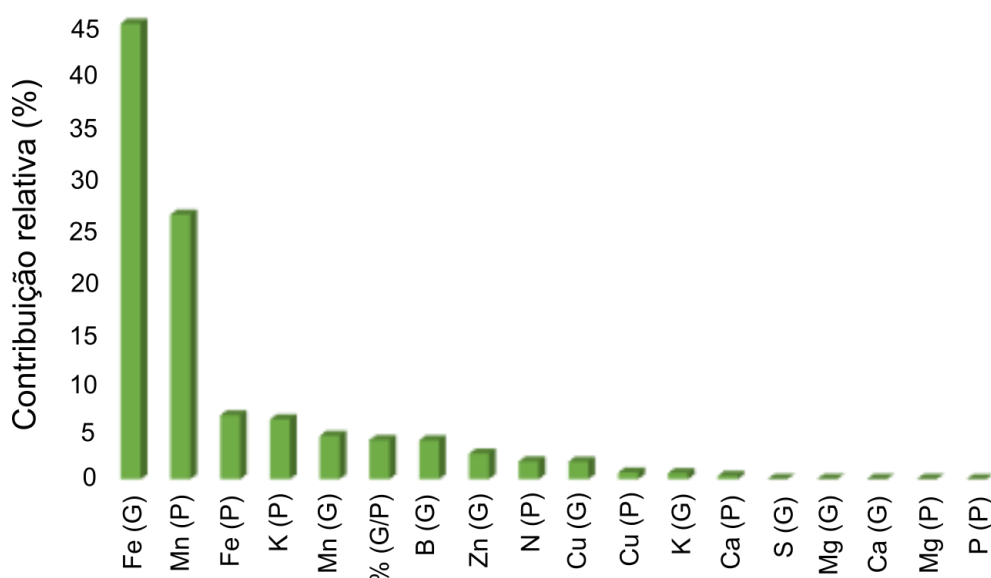


Figura 5. Contribuição relativa das concentrações de nutrientes no grão, palha e porcentagem de grão/palha nos frutos para a diversidade genética em 20 genótipos de *C. canephora*, conforme método de Singh (1981). Vila Valério, Espírito Santo -

Brasil. G: grão; P: palha; Fe: ferro; Mn: manganês; K: potássio; B: boro; Zn: zinco; N: nitrogênio; Cu: cobre; Ca: cálcio; S: enxofre; Mg: magnésio; P: fósforo.

Os micronutrientes, Fe no grão (43,67%) e Mn na palha (25,37%) foram os que mais contribuíram para a diversidade genética, juntos correspondem a 69,04% da variabilidade. As concentrações de Fe no grão e Mn na palha também foram as variáveis com maior CVg, o que ressalta ainda mais o resultado obtido na contribuição desses nutrientes para a diversidade genética. As demais contribuições ficaram abaixo de 7%.

Utilizando os coeficientes de correlação de Spearman para as 23 variáveis estudadas resultaram em mais de 100 correlações positivas e negativas significativas, com valores variando de -0,23 a 0,95 (Tabela 6).

Tabela 6. Coeficientes de correlação de Spearman para concentração de nutrientes em grãos, palha e frutos, porcentagem da palha, porcentagem de grão, peso do fruto e peso do grão em genótipos de *C. canephora*. Vila Valério, Espírito Santo - Brasil.

Variáveis	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
Grão x Palha	-0,03	0,01	-0,14	0,19	0,47**	-0,25**	0,62**	0,22	0,51**	-0,01	0,19
Grão x ATF	0,72**	0,71**	0,01	0,59**	0,81**	0,71**	0,95**	0,81**	0,81**	0,91**	0,76**
Grão x ATP	0,35	0,28	-0,27	0,41	0,53*	0,04	0,69**	0,06	0,53*	-0,21	0,38
Grão x ATG	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Grão x % Grão	-0,53*	-0,20	0,09	-0,28	-0,09	-0,18	0,01	-0,07	-0,09	-0,10	-0,55*
Grão x % palha	0,52*	0,17	-0,08	0,28	0,10	0,17	0,00	0,07	0,10	0,11	0,55*
Grão x Peso do fruto	-0,28	-0,04	0,09	-0,54*	-0,31	0,16	-0,43	-0,23	-0,31	-0,13	-0,03
Grão x Peso do grão	-0,40	-0,16	0,18	-0,52*	-0,48*	-0,04	-0,42	-0,24	-0,48*	-0,07	-0,12
Palha x ATF	0,55*	0,42	0,67**	0,66**	0,90**	0,53*	0,88**	0,41	0,90**	-0,05	0,69**
Palha x ATP	0,77**	0,47*	0,78**	0,70**	0,95**	0,78**	0,88**	0,73**	0,95**	0,74**	0,79**
Palha x % grão	0,05	-0,17	-0,26	-0,01	-0,10	0,08	-0,06	0,08	-0,10	0,03	-0,22
Palha x % palha	-0,05	0,16	0,24	0,00	0,11	-0,10	0,06	-0,08	0,11	-0,05	0,22
Palha x Peso do fruto	-0,38	-0,11	-0,30	-0,07	-0,21	-0,25	-0,44	0,50*	-0,21	-0,42	0,09
Palha x Peso do grão	-0,41	-0,26	-0,37	-0,03	-0,22	-0,26	-0,49*	0,54*	-0,22	-0,55*	-0,02
ATF x ATP	0,86**	0,81**	0,95**	0,96**	0,86**	0,69**	0,83**	0,54**	0,91**	0,30**	0,86**
ATF x % grão	-0,72**	-0,75**	-0,81**	-0,68**	-0,66**	-0,44**	-0,25*	-0,26*	-0,29*	-0,37**	-0,73**
ATF x % palha	0,72**	0,75**	0,81**	0,68**	0,66**	0,44**	0,25*	0,27*	0,29**	0,37**	0,73**
ATF x Peso do fruto	-0,41**	-0,31**	-0,41**	-0,29**	-0,47**	-0,20	-0,36**	0,04	-0,24*	-0,33**	-0,13
ATF x Peso do grão	-0,58**	-0,43**	-0,50**	-0,35**	-0,59**	-0,37**	-0,42**	-0,01	-0,38**	-0,38**	-0,19
ATP x % grão	-0,68**	-0,93**	-0,81**	-0,71**	-0,64**	-0,52**	-0,57**	-0,60**	-0,38**	-0,71**	-0,76**
ATP x % palha	0,68**	0,93**	0,81**	0,71**	0,64**	0,52**	0,57**	0,61**	0,39**	0,71**	0,76**

ATP x Peso do fruto	-0,46**	-0,32**	-0,40**	-0,23*	-0,50**	-0,39**	-0,42**	0,22	-0,19	-0,51**	-0,16
ATP x Peso do grão	-0,58**	-0,42**	-0,52**	-0,30**	-0,64**	-0,51**	-0,52**	0,14	-0,30**	-0,66**	-0,24
% grão x % palha	-1,00**										
% grão x Peso do fruto	0,34**										
% grão x Peso do grão	0,43**										
% palha x Peso do fruto	-0,34**										
% palha x Peso do grão	-0,43**										
Peso do fruto x Peso do grão	0,92**										

Valores em negrito indicam correlações significativas positivas e negativas (* $P \leq 0,05$ e ** $P \leq 0,01$). ATF: acúmulo total do fruto; ATP: acúmulo total na palha; ATG: acúmulo total do grão; % grão: porcentagem do grão; %palha: porcentagem de palha; N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco; B: boro.

Para ambas as correlações significativas, foram detectadas 11 variáveis. Para as duas variáveis ATF x %grão e ATP x %grão, todos os nutrientes observaram correlação significativa negativa, variando de -0,25 para o Cu a -0,93 para P. Para as correlações significativas positivas, foram observadas quatro variáveis em todos os nutrientes, sendo elas: palha x ATP, ATF x ATP, ATF x %palha e ATP x %palha, oscilando de 0,25 para o Cu a 0,96 para o Ca. Tanto a correlação significativa negativa quanto positiva, o menor valor foi encontrado para o micronutriente Cu.

Para as variáveis do grão em relação a % do grão, % de palha ou peso do grão e peso do fruto, houve apenas duas correlações positivas, sendo no nutriente N (0,52) e no B (0,55). A maioria das correlações positivas e negativas significativas ocorreram para as variáveis ATF e ATP.

4 Discussão

4.1 Parâmetros genéticos

Os resultados significativos destacam a existência de variabilidade genética encontrada entre os genótipos, dessa forma, essas características contribuem para o estudo do melhoramento genético para possível indicação de genótipos superiores (SANTOS et al., 2015; SALLES et al., 2021).

Para quase todos os nutrientes e órgãos estudados o coeficiente de variação experimental (C_{Ve}) manteve < 20% (Tabela 3), isso mostra que teve baixa influência do ambiente e alta precisão do experimento, e permanece na faixa considerável aceitável para experimentos com culturas perenes como o café (FERRÃO et al., 2008). Porém, para os micronutrientes Fe (28,92%); Zn (23,17%) nos grãos e S (20,67%) na palha, observaram valores acima de 20%.

Estudos realizados por Oliosí et al. (2020), Santos et al. (2021), Silva et al. (2021), Salles et al. (2021) e Schmidt et al. (2022a) em cafeeiro conilon avaliando concentrações em diferentes órgãos (folha, flores, grãos, palha, frutos) também observaram valores superiores a 20% para alguns nutrientes, fatores como tamanho do experimento, ciclo de maturação, resposta do genótipo a fatores biótico e abióticos podem ter contribuído para altos índices (FERRÃO et al., 2008).

O coeficiente de variação genético (C_{Vg}) quantifica a influência dos componentes genéticos para cada característica, ou seja, quanto maior o coeficiente,

maior a influência genética. Segundo Sebbenn et al. (1998) valores CVg acima de 7% são considerados altos. Porém, neste estudo, foi possível observar valores inferiores na concentração no grão para os nutrientes N, P, K e na palha para P, Zn, B, ou seja, a variabilidade genética ficou abaixo do critério desejável para pesquisa de melhoramento com esses elementos (RODRIGUES et al., 2012; SILVA et al., 2021) (Tabela 2).

Os nutrientes Ca, Mg, Cu e Mn permaneceram superiores a 80% para os grãos e para a palha. Para a característica herdabilidade (H^2), índices acima de 80% são considerados de grande relevância para o melhoramento genético, visto que, expressa o grau de confiança de valores fenotípicos como indicador genético favoráveis para uma nova seleção (SILVA et al., 2019; SENRA et al., 2020). Schmidt et al. (2022a) avaliando concentração de nutrientes nas flores, folhas, grãos e palha em robustas amazônicas também constatou valores acima de 80% para alguns nutrientes.

4.2 Concentração e acúmulo de nutrientes no grão e palha

Em cada fase, os nutrientes são realocados em função da exigência e preferência para desempenhar as funções fisiológicas e metabólicas (DUBBERSTEIN et al., 2019; OLIOSI et al., 2020), a quantidade varia entre genótipos, sistema de manejo (irrigado e sequeiro) e altitude (COVRE et al., 2016; GOMES et al., 2016; DUBBERSTEIN et al., 2017).

Diferenças significativas na concentração de grãos e palha em genótipos de *C. canephora* cv. robusta também foram verificadas por Schmidt et al. (2022a), e na concentração foliar por Gomes et al. (2016) e Silva (2020). As diferenças em diferentes órgãos, pode estar associada a necessidade de cada genótipo ao longo do ciclo, absorção de nutrientes, mobilidade nos vasos condutores e distribuição do sistema radicular (MARTINS et al., 2014).

O nitrogênio (N), é um macronutriente encontrado em maiores quantidades nos tecidos vegetais e mudas de café (COVRE et al., 2013; SANTOS et al., 2021). Estudos destacam também que o nitrogênio é nutriente mais extraído em frutos de plantas de *C. canephora* (COVRE et al., 2016), e para a espécie *C. arabica* é o segundo, sendo o potássio o primeiro (GARCIA et al., 2009).

Dentre os micronutrientes, o Fe é considerado o nutriente mais acumulado nos frutos (Tabela 5), o que corrobora com os autores Dubberstein et al. (2017) e Covre et al. (2018) em frutos de *C. canephora* no final do amadurecimento. Bragança et al. (2007b) também descrevem o Fe como o micronutriente mais encontrado em plantas de café robusta aos 72 meses. Covre et al. (2013) ao avaliar mudas de café conilon com seis meses também relataram níveis mais elevados de Fe. Marré et al. (2015) ao estudar genótipos de café conilon com diferentes ciclos de maturação constatou maiores acúmulos de Fe em frutos para todos os genótipos.

Os frutos secos, são formados pela palha/casca, junção do epicarpo, mesocarpo e endocarpo e pelos grãos, formados por uma estrutura mais consistente (endosperma) geralmente composto por dois grãos (OLIVEIRA et al., 2012). Os grãos são comercializados, e a palha é considerada apenas um subproduto gerado a partir do beneficiamento dos frutos. Porém, trabalhos realizados por Fernandes et al. (2013) e Covre et al. (2016) ressaltam a presença de altos índices de nutrientes presentes nesse resíduo, por exemplo, o potássio, nitrogênio.

De acordo com Partelli et al. (2014) e Dubberstein et al. (2019) as curvas de acúmulo de nutrientes em genótipos de *C. canephora* cv. conilon/robusta apresentam o mesmo comportamento, difere apenas em relação aos ciclos de maturação (precoce, médio ou tardio). Cada genótipo pode apresentar diferentes eficiência na absorção dos nutrientes, como observado nas cultivares de café arábica (AMARAL et al., 2011).

Bragança et al. (2007), trabalhando com acúmulo de macronutrientes em café conilon observaram que a necessidade de nutrientes entre a espécie do gênero *Coffea* diferem, além de que, cada genótipo apresenta um comportamento de acúmulo em relação a idade da planta (OLIOSI et al., 2020). No geral, a espécie *C. canephora* apresenta alta demanda de N, Ca e K.

Os estudos de acúmulos de nutrientes são relevantes para tomar decisões mais assertivas quanto a utilização de fertilizantes. Tendo em vista que, os genótipos apresentam respostas distintas para completar o seu ciclo (precoce, médio e tardio), e que em determinadas fases há uma maior exigência de nutrientes. No fornecimento dos nutrientes deve-se considerar as respostas do genótipo, parcelamento dos fertilizantes e eficiência da adubação.

Por apresentar uma alta produção de frutos e durante colheita grande parte desses nutrientes são extraídos da lavoura, o cafeeiro demanda elevadas quantidades de nutrientes para reposição, trabalhos como estes são muito relevantes, pois podem ser utilizados para realização de cálculos de exportação dos nutrientes ajustando as próximas adubações conforme a produtividade esperada da lavoura. Também é possível quantificar os nutrientes que podem ser repostos com a utilização da palha de café, uma excelente opção de baixo custo e fonte de alguns nutrientes

4.3 Características dos grãos, palha e frutos

O peso e a porcentagem de grãos nos frutos estão correlacionados com a produtividade. De acordo com Partelli et al. (2021) os genótipos com a menor porcentagem de grãos apresentaram menor produtividade e maior relação do peso do fruto maduro e o volume do fruto maduro.

Em concordância com o presente estudo, para os genótipos com maiores e menores rendimento de grãos por fruto, Partelli et al. (2021) obtiveram uma média de 62,0% para o maior rendimento de grãos por fruto e 51,1% para o menor rendimento em seu estudo para 43 genótipos de café conilon. Neste trabalho os autores observaram que houve uma grande variação entre os genótipos em relação ao volume necessário para a obtenção de uma saca de 60 kg e 1000 kg de café seco.

Matiello et al. (2010) e Covre et al. (2016) verificaram que do total da massa seca do fruto de café conilon, os grãos correspondem a 65% e palha a 35%, relação de aproximadamente 2:1. Para o café arábica, de acordo com Paiva et al. (2010) foi encontrado uma variação de 43,7% a 55,6% de grão no processo de beneficiamento do fruto.

Segundo Ferreira et al. (2005) do ponto de vista comercial e de estudos genéticos, os melhoristas visam genótipos que, entre outras características, apresentem maiores porcentagens de grãos e peso do fruto, visto que é necessária uma menor quantidade de grãos para produzir uma saca.

4.4 Dissimilaridade entre genótipos e contribuição relativa da concentração de nutrientes

O estudo das análises multivariadas é essencial para o planejamento de estratégias e avanço no melhoramento genético. A formação de grupos com base na dissimilaridade permite visualizar a diversidade genética entre os genótipos de C.

canephora (GUEDES et al., 2013; MACHADO et al., 2017). É habitual a utilização do método de agrupamento UPGMA com intuito de estudar a diversidade genética em *C. canephora* (GOMES et al., 2016; MARTINS et al., 2019; SILVA et al., 2021; SANTOS et al., 2021) e também em *C. arábica* (MACHADO et al., 2017).

Para aumentar a confiabilidade da dissimilaridade entre os genótipos agrupados, têm-se utilizado também o método de Tocher. Em estudos conduzidos por Fonseca et al. (2006), Ivoglo et al. (2008); Giles et al. (2018); Dubberstein et al. (2021) e Schmidt et al. (2022a) os métodos têm apresentado semelhança e consistência na formação dos grupos em genótipos de *C. canephora*.

Os dois métodos de agrupamento utilizados foram bem semelhantes na composição dos grupos, principalmente por organizar os mesmos genótipos em grupos individuais, comprovando novamente que eles apresentam um alto grau de dissimilaridade em relação aos demais (MARTINS et al., 2019; SANTIN et al., 2019).

Esses resultados corroboram com os de Schmidt et al. (2022a), na qual, estudaram a concentração de nutrientes em diferentes órgãos em 16 genótipos de café robusta (ponto de corte 82%), houve o agrupamento de seis grupos, entre eles, três foram compostos por apenas por um genótipo. Dubberstein et al. (2020), também relataram formação de grupos com apenas um genótipo, para o estudo de características morfo-agronômicas em café conilon. Schmidt et al. (2022b) ao avaliar a distribuição do sistema radicular entre seis genótipos de café conilon (com valor de corte de 92,23%), houve formação de grupos com apenas um genótipo.

Os resultados encontrados neste trabalho foram divergentes dos achados por Starling et al. (2019) e Silva et al. (2021), no qual relatou a concentração de N nos tecidos vegetais de *C. canephora* como o nutriente que menos contribuiu para a diversidade genética pelo método de Singh (1981). Os resultados obtidos sobre a contribuição mostram claramente quais as características são mais relevantes na contribuição da divergência genética, e aquelas que podem ser excluídas por apresentar um menor valor (GUEDES et al., 2013).

Diversas correlações foram encontradas, os valores foram classificados como “fraca” a “muito forte” segundo Devore (2006), que classifica as correlações “muito fraca” valores de 0,00 a 0,19; “fraca” de 0,20 a 0,39, “moderada” de 0,40 a 0,69, “forte” de 0,70 a 0,89, e “muito forte” de 0,90 a 1,00. A maioria das correlações envolveu o acúmulo total de grão e o acúmulo total de palha.

5 Conclusão

Os teores dos nutrientes N, K foram os mais acumulados/exportados nos grãos e palha, portanto devem ser distribuídos em maiores dosagens de adubação mineral conforme o parcelamento.

Para as características de concentração e porcentagem de nutrientes grão/palha dos frutos, houve diversidade genética entre os 20 genótipos de *C. canephora*.

Os genótipos 2, 8 e 13 foram os que apresentaram maior distância genética, conseqüentemente são os mais dissimilares quando comparado com os demais genótipos.

Os genótipos 7, 8, 16 e 17 apresentaram rendimentos de 60% de grãos em relação à palha

O genótipo 8 e 1 destaca-se por necessitar de uma menor quantidade de frutos para produzir 1000 kg de café processado.

6 Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 06, p. 711-728, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

AMARAL, J. F. T.; MARTINEZ, H. E. P.; LAVIOLA, B. G.; FERNANDES FILHO, E. I.; CRUZ, C. D. Eficiência de utilização de nutrientes por cultivares de cafeeiro. **Ciência Rural**, v. 41, n. 04, p. 621-629, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000027>.

BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. DE; FONSECA, A. F. A. DA; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café conilon para o estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000500006>.

BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; LANE, J. A.; SEDIYAMA, C. S.; VENEGAS, V. H. A. Accumulation of Macronutrients for the Conilon Coffee Tree. *Journal of Plant Nutritio.* v. 31, p. 103-120, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1080/01904160701741990>.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: Café**. Brasília: CONAB, v. 9, n. 1, safra 2022. P. 1-60. Disponível em:

<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>>. Acesso em 21 mar. 2022.

COVRE, A.; RODRIGUES, W.; VIEIRA, H.; BRAUN, H.; RAMALHO, J.; PARTELLI, F. Nutrient accumulation in bean and fruit from irrigated and non-irrigated *Coffea canephora* cv. conilon. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 28, n. 6 p. 402-409, 2016. Doi: <https://doi.org/10.9755/ejfa.2016-04-341>.

COVRE, A. M.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GONTIJO, I. Micronutrients in the fruits and leaves of irrigated and non-irrigated coffee plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 41, n. 9, p. 1119-1129, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1431665>.

COVRE, A. M.; PARTELLI, F. L.; MAURI, A. L.; DIAS, M. A. Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café conilon. **Agro@ mbiente**, v. 7, n. 2, p. 193-202, 2013. Doi: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v7i2.944>.

CRUZ, C. D. Programa Genes - Ampliado e integrado aos aplicativos R, Matlab e Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016. Doi: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i4.32629>.

DAVIS, A. P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M. F. growing coffee: psilanthus (rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data 31 implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *coffea*. **Botanical journal of the linnean society**, v. 167, n. 4, p. 357-377, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2011.01177.x>.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e estatística: para engenharia e ciências**. (tradução joaquim pinheiro nunes da silva). São Paulo, SP: Thomson Pioneira, p. 706, 2006.

DUBBERSTEIN, D.; OLIVEIRA, M.G.; AOYAMA, E. M.; GUILHEN, J. H.; FERREIRA, A.; MARQUES, I.; RAMALHO, J. C.; PARTELLI, F. L. Diversity of Leaf Stomatal Traits among *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner Genotypes. **Agronomy**, v. 11, n. 6, p. 1126, 2021. Doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy11061126>.

DUBBERSTEIN, D.; PARTELLI, F. L.; GUILHEN, J.H.S.; RODRIGUES, W.P.; RAMALHO, J.C.; RIBEIRO-BARROS, A.I. Biometric traits as tool for the identification and breeding of *Coffea canephora* genotypes. **Genetics and Molecular Research**, v. 19, n. 2, 2020. Doi: <https://doi.org/10.4238/gmr18541>.

DUBBERSTEIN, D.; PARTELLI, F.L.; DIAS, J.R.M.; ESPINDOLA, M.C. Concentration and accumulation of macronutrients in leaf of coffee berries in the Amazon, Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, v.10, n.5, p. 701-10, 2016. Doi: <https://doi.org/10.21475 / ajcs.2016.10.05.p7424>.

DUBBERSTEIN, D.; PARTELLI, F. L.; ESPINDOLA, M. C.; DIAS, J. R. M. Concentration and accumulation of micronutrients in robust coffee. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 41, p. 1-8, 2019. Doi: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v41i1.42685>.

DUBBERSTEIN, D.; PARTELLI, F.L.; SCHMIDT, R.; DIAS, J.R.M.; COVRE, A.M. Matéria seca em frutos, folhas e ramos plagiotrópicos de cafeeiros cultivados na Amazônia Ocidental. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, p. 74-81, 2017.

FERNANDES, A. L.T.; SANTINATO, F.; FERREIRA, R. T.; SANTINATO, R. Redução da adubação mineral do cafeeiro arábica com a utilização de palha de café. **Coffee Science**, Lavras-MG, v. 8, n. 3, p. 324-336, 2013.

FERRÃO, R. G.; CRUZ, C. D.; FERREIRA, A.; CECON, P. R. FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. F.; CARNEIRO, P. C. S.; SILVA, M. F. Parâmetros genéticos em café conilon. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v. 43, n. 1 p. 61-69, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000100009>.

FERREIRA, A.; CECON, P. R.; CRUZ, C. D.; FERRÃO, R. G.; SILVA, M. F. D; FONSECA, A. F. A. D.; FERRÃO, M. A. G. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da análise de fatores e índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1189-1195, 2005. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005001200005>.

FONSECA, A. F. A.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; SAKAIYAMA, N. S.; FERRÃO, M. A. G; FERRÃO, R. G.; BRAGANÇA, S. M. Divergência genética em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4 p. 599-605, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000400008>.

GARCIA, A. L. A.; CARVALHO, C. H. S. DE; GARCIA, A. W. R. Extração de nutrientes em cafeeiros da espécie *Coffea arabica*. In: **Embrapa Café-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIROAS, 34., 2008, Caxambú. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2009.

GILES, J. A. D.; PARTELLI, F. L.; FERREIRA, A.; RODRIGUES, J. P.; OLIOSI, G.; SILVA, F. H. Genetic diversity of promising 'conilon' coffee clones based on morpho-agronomic variables. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2 p. 2437-2446, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170523>.

GOMES, W. R.; RODRIGUES, W. P.; VIEIRA, H. D.; OLIVEIRA, M. G.; DIAS, J. R. M.; PARTELLI, F. L. Genetic diversity of standard leaf nutrients in *Coffea canephora* genotypes during phenological phases. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 4, p. 1-13, 2016. Doi: <https://doi.org/10.4238/gmr.15048839>.

GUEDES, J. M.; VILELA, D. J. M.; REZENDE, J. C.; SILVA, F. L.; BOTELHO, C. E.; CARVALHO, S. P. Divergência genética entre cafeeiros do germoplasma Maragogipe. **Bragantia**, v. 72, n. 2, p. 127-132, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013000200003>.

ICO - International Coffee Organization. Dados Históricos. Disponível em: <https://www.ico.org/prices/m1-exports.pdf>. Acesso em: 21 março. 2022.

IVOGLIO, M. G.; FAZUOLI, L. C.; OLIVEIRA, A. C. B. D.; GALLO, P. B.; MISTRO, J. C.; SILVAROLLA, M. B.; TOMA-BRAGHINI, M. Divergência genética entre progênies de

café robusta. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 823-831, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000400003>.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, R. B.; VENEGAS, V. H. A. Dinâmica de P e S em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 1, p. 29-40, 2007.

MACHADO, C. M. S.; PIMENTEL, N. S.; GOLYNSK, A.; FERREIRA, A.; VIEIRA, H. D.; PARTELLI, F. L. Genetic diversity among 16 genotypes of *Coffea arabica* in the Brazilian cerrado. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, p. 1-13, 2017. Doi: <https://doi.org/10.4238/gmr16039794>.

MARRÉ, W. B.; PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C.; DIAS, J. R. M.; GONTIJO, I.; VIEIRA, H. D. Micronutrient Accumulation in conilon Coffee Berries with Different Maturation Cycles. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, n. 5, p. 1456- 1462, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140649>.

MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; LIDON, F. C.; DA MATTA, F. M.; RAMALHO, J. C. Combined effects of elevated [CO₂] and high temperature on leaf mineral balance in *Coffea* spp. plants. **Climatic Change**, v. 126, n. 3, p. 365-379, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1236-7>.

MARTINS, M. Q.; PARTELLI, F. L.; FERREIRA, A.; BERNARDES, C. O.; GOLYNSKI, A.; VIEIRA, H. D.; FREITAS, M. S. M.; RAMALHO, J. C. Genetic variability on nutrient contents in *Coffea canephora* genotypes cultivated at 850 meters of altitude in two crop seasons. **Functional Plant Breeding Journal**, v. 1, n. 1, p.1-12, 2019.

MATIELLO, J. B. R.; SANTINATO, A. W. R; GARCIA, S. R.; ALMEIDA, A. E.; FERNANDES, D. R. **Cafeicultura no Brasil: Manual de Recomendações** [Cultura do Café no Brasil: Manual de Recomendações] [Porto.]. **Fundação Procafé**, Rio de Janeiro, Brasil, 2010.

OLIOSI, G.; PARTELLI, F. L.; DA SILVA, C. A.; DUBBERSTEIN, D.; GONTIJO, I.; TOMAZ, M.A. Seasonal variation in leaf nutrient concentration of conilon coffee genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 44, n. 1, p. 74-85, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1792492>.

OLIVEIRA, I. P.; OLIVEIRA, L. C.; MOURA, C. S. F. T. Cultura de café: histórico, classificação botânica e fases de crescimento. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, São Luiz de Montes Belos, v. 5, n. 4, p. 17-32, 2012.

PAIVA, R. N.; CARVALHO, C. H. S.; MENDES, A. N. G.; ALMEIDA, S. R.; MATIELLO, J. B.; FERREIRA, R. A. Comportamento agrônômico de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Varginha-MG. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 49-58, 2010.

PARTELLI, F. L.; GOMES, W. R.; OLIVEIRA, M. G.; DIAS, J. R. M.; ESPINDULA, M. C. Normas foliares e diagnóstico nutricional do cafeeiro na pré-florada e granação, no Espírito Santo. **Coffee Science**, v. 11, n. 4, p. 544 - 554, 2016.

PARTELLI, F. L.; OLIVEIRA, M. G.; COVRE, A. M.; VIEIRA, H. D.; DIAS, J. R. M.; BRAUN, H. Nutritional standards and nutritional diagnosis of the Conilon coffee plants in phenological growth stages. **Journal of Plant Nutrition**, v. 41, n. 19, p. 1-11, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1510513>.

PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C.; MARRÉ, W. B.; VIEIRA, H. D. Acúmulo de matéria seca e macronutrientes em frutos de café conilon com diferentes épocas de maturação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 214-222, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000100021>.

PARTELLI, F. L.; OLIOSI, G.; DALAZEN, J. R.; DA SILVA, C. A.; VIEIRA, H. D.; ESPINDULA, M. C. Proportion of ripe fruit weight and volume to green coffee: Differences in 43 genotypes of *Coffea canephora*. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 2, p. 1050-1057, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1002/agj2.20617>.

PAYE, H. S.; PARTELLI, F. L.; MARTINS, A. G.; SIEBENEICHLER, E. A. Recomendação de adubação e calagem. In: Partelli, F. L.; Espindula, M.C. **CAFÉ CONILON: Conhecimento para Superar Desafios**. Alegre, ES: CAUFES, p. 75-97, 2019.

RAMÍREZ, F.; BERTSCH, F.; MORA, L. consumo de nutrimentos por los frutos y bandolas de cafe caturra durante um ciclo de desarrollo y maduracion en Aquiares, Turrialba, Costa Rica. **Agronomia Costarricense**, San Jose, v. 26, n. 1, p. 33-42, 2002.

RODRIGUES, W. N.; TOMAZ, M. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G., FONSECA, A. F.A. D.; MIRANDA, F. D. D. Estimativa de parâmetros genéticos de grupos de clones de café. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, p. 177-186, 2012.

SALLES, R. A. D.; JORDAIM, R. B.; COLODETTI, T. V.; RODRIGUES, W. N.; AMARAL, J. F. T. D.; TOMAZ, M.A. Nutritional characteristics of conilon coffee genotypes grown in transition altitude with water management in soil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45, p. 1-15, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1590/1413-7054202145013721>.

SANTIN, M. R.; COELHO, M. C.; SAYD, R. M.; PEIXOTO, J. R.; AMABILE, F. R. Yield, maturation cycle, and estimates of genetic parameters of robusta coffee genotypes under irrigation in the Cerrado. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, p. 387-394, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1590/1984-70332019v19n4a55>.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B., CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 5. ed. Embrapa, Brasília, 2018.

SANTOS, M. M. D.; SILVA, C. A. D.; OZA, E. F.; GONTIJO, I.; AMARAL, J. F. T. D.; PARTELLI, F. L. Concentration of Nutrients in Leaves, Flowers, and Fruits of Genotypes of *Coffea canephora*. **Plants**, v. 10, n. 12, p. 2661, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10122661>.

SANTOS, T. B. D.; MEDA, A. R.; SITTA, R. B.; VESPERO, E. B.; PAVAN, M. A.; CHARMETANT, P.; CARPENTIERI- PÍPOLO, V.; PEREIRA., L. F. P.; VIEIRA, L. G. E.; DOMINGUES, D. S. Caracterização nutricional de acessos provenientes da Etiópia de *café arábica*. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, p. 177-186, 2015.

SCHMIDT, R.; SILVA, C. A. D.; DUBBERSTEIN, D.; DIAS, J. R. M.; VIEIRA, H. D.; PARTELLI, F. L. GENETIC Diversity Based on Nutrient Concentrations in Different Organs of Robusta Coffee. **Agronomy**, v. 12, n. 3, p. 640, 2022a. Doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy12030640>.

SCHMIDT, R.; SILVA, L. O. E.; FERREIRA, A.; GONTIJO, I.; GUIMARÃES, R. J.; RAMALHO, J. C.; PARTELLI, F. L. Variability of Root System Size and Distribution among *Coffea canephora* Genotypes. **Agronomy**, v. 12, n. 3, p. 647, 2022b. Doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy12030647>.

SEBBENN, A. M.; SIQUEIRA A. C. M. de. F.; KAGEYAMA, P. Y.; MACHADO, J. A. R. Genetic parameters for the conservation of cabreuva *Myroxylon peruiferum* LF Allemão. **Scientia Forestalis**, n. 53, p. 31-38, 1998.

SENRA, J. F. D. B.; FERRAO, M. A. G.; MENDONÇA, R. F; FONSECA, A. F. A. D.; FERRAO, R. G.; VOLPI, P. S., FILHO, A. C. V; COMÉRIO, M.; SILVA, M. W. genetic variability of access of the active germplasm bank of *Coffea canephora* of incaper in southern Espírito Santo. **Journal of Genetic Resources**, v. 6, n. 2, p. 172-184, 2020. Doi: <https://doi.org/10.22080/JGR.2020.19162.1194>.

SILVA, C. A.; SANTOS, E. A.; VIANA, A. P.; DIAS, J. R. M.; PARTELLI, F. L. Genetic diversity in *Coffea canephora* genotypes for leaf nutrient concentration. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo**, v. 53, n. 1, p. 22-34, 2021. Doi: <https://doi.org/10.48162/rev.39.003>.

SILVA, D. R.; DAMACENO, J. B. D.; ANDRADE, R. A.; DOMINGUES, C. G.; SILVA, C. A.; MARTINS, J. K. D.; TRASPADINI, F. E. I.; DUBBERSTEIN, D.; DIAS, J. R. M. Compatibility test and agronomic performance of coffee genotypes (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) in the State of Rondônia, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 15, 2019. Doi: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n15p162>.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2nd ed., p. 627. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

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

STARLING, L. C. T.; MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N.; REINICKE, T. M.; COLODETTI, T. V.; AMARAL, J. F. T.; PARTELLI, F. L.; TOMAZ, M. A.; ESPINDULA, M. C. Genetic diversity in nutritional parameters in response to drought of *Coffea canephora* cultivated in Rondônia state, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 18, n. 2, p. 1-12, 2019. Doi: <https://doi.org/10.4238/gmr1830>.

2.2 REPARTIÇÃO DE NUTRIENTES NOS ÓRGÃOS PRODUTIVOS, RAMOS E FOLHAS EM GENÓTIPOS DE *Coffea canephora*

Resumo

O estudo nutricional dos órgãos e tecidos em genótipos de café conilon auxilia nos planejamentos e ganhos em produtividade. Objetivou-se estudar a distribuição dos nutrientes em órgãos produtivos, folhas e ramos em três fases fenológicas em genótipos de *C. canephora*. O experimento foi conduzido no Norte do Espírito Santo, Brasil, em uma lavoura cultivada com cinco genótipos. O delineamento experimental foi feito em blocos ao acaso, com três repetições e três plantas por parcela. Foram coletados ramos plagiotrópicos em três fases fenológicas, durante a fase de floração (agosto de 2021), granação dos frutos (fevereiro de 2022) e na maturação completa dos frutos (junho de 2022). Para cada ramo plagiotrópico, separou-se as folhas, flores, frutos e os ramos. Os materiais foram pesados e secos em estufa para determinar a matéria seca. Em seguida enviados para análise química em laboratório para determinação do conteúdo nutricional. Os dados foram submetidos à análise de variância e foi posteriormente realizado o teste de comparação das médias de Tukey. Para todos os órgãos estudados, as concentrações dos nutrientes foram elevadas na floração, apresentando tendência de redução nas últimas avaliações. As maiores concentrações de nutrientes foram observadas para os órgãos produtivos, consideradas os drenos temporários de nutrientes, variando conforme os genótipos. O N e K foram os macronutrientes encontrados em maiores concentrações para as três fases fenológicas e órgãos estudados, sendo o Fe o micronutriente mais acumulado nas mesmas condições. Os genótipos apresentaram acúmulo acima de 50% de massa seca para as folhas na floração, e na fase de maturação mais de 70% dos ramos plagiotrópicos foram compostos por frutos. O genótipo Verdim TA apresentou menores valores de massa seca para os ramos nas duas primeiras fases fenológicas.

Palavras-chave: Café conilon, ramos plagiotrópicos, equilíbrio nutricional.

DISTRIBUTION OF NUTRIENTS IN PRODUCTION ORGANS, BRANCHES AND LEAVES IN GENOTYPES OF *Coffea canephora*

Abstract

The nutritional study of different organs and tissues in conilon coffee genotypes helped planning and production gains. The objective was to study the distribution of nutrients in productive organs, leaves and branches, in three phenological stages in genotypes of *C. canephora*. The experiment was conducted in northern Espírito Santo, Brazil, in a crop cultivated with five genotypes. The experimental design was in randomized blocks, with three replications and three plants in each plot. Plagiotropic branches were collected in three phenological, during flowering (August 2021), fruit set (February 2022) and full fruit maturation (June 2022). For each plagiotropic branch, the leaves, flowers, fruits and branches were separated. The materials were weighed and dried in an oven to determine the dry matter. Then sent for chemical analysis in the laboratory to determine the nutritional content. The data were submitted to analysis of variance and the Tukey mean comparison test was subsequently performed. For all organs studied, nutrient concentrations were high at flowering, showing a downward trend in the last evaluations. The highest concentrations of nutrients were observed for the productive organs, considered the temporary drains of nutrients, varying according to the genotypes. N and K were the macronutrients found in higher concentrations for the three phenological stages and organs studied, with Fe being the most accumulated micronutrient under the same conditions. The genotypes presented an accumulation above 50% of dry mass for the leaves at flowering, and in the maturation phase, more than 70% of the plagiotropic branches were composed of fruits. The Verdim TA genotype showed lower dry mass values for the branches in the first two phenological stages.

Keywords: Conilon coffee, plagiotropic branches, nutritional balance

1 Introdução

As áreas de plantios das duas principais espécies de café concentram-se na região sudeste do Brasil, com destaque para o estado de Minas Gerais, que representa 46% da produção de *Coffea arabica* e o estado do Espírito Santo, destacando-se com 60% do volume de *C. canephora* produzido no país (CONAB, 2022).

A produção de uma lavoura está baseada em um conjunto de atividades desenvolvidas durante o ciclo da planta. O equilíbrio nutricional, é um dos fatores que influencia em maiores produtividades e, melhores classificações físicas e químicas que resultam em melhor comercialização dos grãos (PARTELLI et al., 2021).

Em geral, a florada do café conilon ocorre de forma simultânea nas primeiras chuvas após um período de seca, geralmente agosto/setembro (RONCHI et al., 2007; DA MATTA et al., 2007). Nesta fase, as flores apresentam maior demanda dos nutrientes em relação a outros órgãos da planta (MALAVOLTA et al., 2002).

Na formação dos frutos, os teores de macronutrientes (N, P, K, Mg e S) dos órgãos vegetativos em diferentes genótipos são realocados para o órgão em formação, período em que se verifica menores teores de nutrientes nas folhas (OLIOSI et al., 2020; SANTOS et al., 2021; COVRE et al., 2018).

Para cada genótipo, o comportamento da absorção, eficiência de uso e translocação de nutrientes em relação ao ciclo de maturação ocorre de forma diferenciada (AMARAL et al., 2011; PREZOTTI et al., 2013; CARVALHO et al., 2015). Em genótipos precoces, em que se considera uma média de 216 dias para concluir o ciclo de maturação, há evidências de que ocorre uma maior demanda de nutrientes pelos drenos da planta, intensificando assim o transporte dos fotoassimilados para os frutos (PARTELLI et al., 2014; MARTINS et al., 2016).

As quantidades de nutrientes exigidos pelo cafeeiro variam em função dos genótipos, idade da planta e época do ano. Ainda, a partição dos nutrientes dentro da planta depende da distribuição da matéria seca e do teor de nutrientes nos diferentes órgãos e tecidos, com o avançar do desenvolvimento do ciclo produtivo as folhas tendem a diminuir a massa seca, em contrapartida, os ramos e frutos aumentam a proporção (BRAGANÇA et al. 2010).

Alguns estudos utilizam as flores como uma técnica complementar para o diagnóstico de deficiência ou excesso de nutrientes em cafeeiro, pois apresentam variações semelhantes às das folhas, que é o órgão comumente utilizado para análise de tecido (MARTINEZ et al. 2003; ZABINI et al. 2021).

Conhecer como os nutrientes estão sendo alocados na planta no período da floração até a maturação, torna-se importante para antecipar um manejo mais eficiente aos genótipos. São nestes períodos que a planta apresenta uma maior exigência nutricional e está relacionado diretamente com a produtividade final da lavoura (FERNANDES et al., 2013; COVRE et al., 2016; ZABINI et al., 2021).

Na literatura são encontrados estudos avaliando os nutrientes minerais alocados prioritariamente de forma individual nos órgãos (folhas, flores e frutos) (COVRE et al., 2018; OLIOSI et al., 2020). Dessa forma, não há estudos com estimativas nutricionais para os ramos plagiotrópicos de forma completa (ramos, folhas, flores e frutos), em relação à quantidade de nutrientes acumulados em diferentes fases fenológicas do ciclo produtivo.

Objetivou-se no presente estudo avaliar a distribuição dos nutrientes em órgãos produtivos, folhas e ramos em três fases fenológicas, desde a floração até a completa maturação em genótipos de *C. canephora*.

2 Material e métodos

2.1 Condições experimentais e genótipos

O experimento foi realizado durante o período de agosto de 2021 a junho de 2022, no município de São Mateus, estado do Espírito Santo - Brasil. A área está localizada a 18° 40' 25" sul e 40° 51' 23" oeste, na altitude média de 36 m. O clima predominante na região segundo a classificação de Köppen é Aw, tropical com estação seca no outono-inverno e estação chuvosa na primavera-verão (ALVARES et al., 2013).

A lavoura foi implantada em 2018, seguindo o espaçamento de 2,0 metros entre fileiras e de 1,0 metro entre plantas, resultando numa população de 5.000 plantas por hectare. Os genótipos de *C. canephora* utilizados foram: A1, Pirata, Clementino, Verdim TA e K61. Os genótipos foram selecionados com base nas características produtivas e apresentam o ciclo de maturação precoce/média.

As plantas foram dispostas em delineamento em blocos casualizados, com três repetições, sendo os tratamentos constituídos por cinco genótipos. Cada unidade experimental foi constituída por três plantas. As plantas foram conduzidas com duas hastes e em condições de pleno sol, com sistema de irrigação via gotejo. Os tratamentos culturais seguem conforme a necessidade da cultura, visando o manejo fitossanitário e nutricional (PAYE et al., 2019).

2.2 Identificação e coleta dos ramos plagiotrópicos

Após a colheita e a poda da safra 2021, foram selecionados e identificados ao acaso 36 ramos plagiotrópicos por genótipo, distribuídos nas nove plantas, contendo 13 a 16 rosetas produtivas. As coletas foram realizadas a partir da floração até a maturação, em três períodos: floração, enchimento dos frutos ou granação e maturação completa.

Todas as coletas foram realizadas no período da manhã. A cada amostragem, coletou-se cinco ramos plagiotrópicos, previamente identificados para cada genótipo. A primeira coleta, ocorreu logo após a antese floral (16/ 8/ 2021), a segunda coleta, 170 dias após a antese, na fase de granação dos frutos (5/ 2/ 2022) e a terceira coleta, durante a maturação completa (14/ 6/ 2022). Os ramos plagiotrópicos coletados seguiram para o laboratório de Pesquisas Cafeeiras, da Universidade Federal do Espírito Santo - São Mateus, Brasil.

2.3 Análise nutricional dos órgãos vegetais

Para cada ramo plagiotrópico, separaram-se todas as folhas, flores, frutos e os ramos. Posteriormente determinou-se a massa fresca. Em seguida os materiais foram acondicionados em sacos de papel kraft devidamente identificados e levados para a secagem em estufa de circulação forçada a 65°C, até a massa constante, para a determinação da massa seca.

Todas as amostras foram encaminhadas em triplicata para o laboratório de análises químicas para quantificar os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn) e boro (B) para cada parte individual da planta, conforme metodologia descrita por Silva et al. (2009). Os frutos foram avaliados com a casca.

2.4 Análise estatística

Os dados de concentrações de nutrientes e massa seca dos órgãos reprodutivos, ramos e folhas foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,01$ e $p < 0,05$). As avaliações de massa seca e concentração de nutrientes foram submetidas ao teste de Tukey ($p < 0,05$) para a comparação das médias entre os genótipos. As análises estatísticas foram processadas no programa computacional SAS (*Statistical Analysis System*).

3 Resultados

3.1 Acúmulo de massa seca em órgãos produtivos, ramos e folha em três fases fenológicas

Os resultados da análise de variância evidenciaram que houve diferença significativa entre as variáveis estudadas para os cinco genótipos em diferentes, quanto ao acúmulo de massa seca. Nota-se que a interação genótipos x fase fenológica foi significativa, exceto para os ramos (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para as variáveis flores/frutos, ramos e folhas em cinco genótipos de *C. canephora* analisadas em três fases fenológicas, quanto ao acúmulo de massa seca. São Mateus, Espírito Santo – Brasil.

FV	GL	QM		
		Flores/frutos	Ramos	Folhas
Blocos	4	2155,38	36,30	36,80
Genótipos	4	2052,03**	263,24**	365,33**
Fase fenológica	2	127910,42**	286,64**	1534,04**
Ff x G	8	1522,18**	13,06 ^{ns}	69,86**
Resíduo	56	408,36	14,82	24,09
Total	74			
CVe (%)		28,89	29,07	26,22
Média		69,95	13,25	18,72

*, **, ns: significativo ao nível de 1%, 5%, não significativo, respectivamente. Ff-fase fenológica; G-genótipos

Foram detectadas diferenças significativas ao analisar as médias da massa seca entre os genótipos (Tabela 2). Apenas a massa seca dos frutos na segunda fase fenológica não diferiu entre os cinco genótipos estudados.

Tabela 2. Médias da massa seca, em gramas, dos órgãos produtivos, ramo e folha em cinco genótipos de *C. canephora* para três fases fenológicas. São Mateus, Espírito Santo - Brasil.

Genótipos	Floração			Granação			Maturação		
	Flores	Ramos	Folhas	Frutos	Ramos	Folhas	Frutos	Ramos	Folhas
Pirata	9,11ab	11,16a	27,66ab	57,03a	15,84a	15,52b	162,23ab	20,12a	11,88ab
A1	10,09ab	9,43a	26,94ab	58,71a	14,15a	19,36b	130,43ab	13,70ab	10,31ab
Clementino	12,58a	12,82a	35,68a	48,52a	17,36a	30,34a	185,28a	20,99a	12,14a
Verdim TA	6,03b	4,54b	16,26b	41,98a	6,35b	12,14b	103,25b	6,61b	8,03b
K61	8,88ab	9,78a	23,57b	45,57a	14,62a	21,80ab	169,49ab	21,23a	9,23ab

Médias seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na comparação entre os genótipos verificam-se menores valores de massa seca nos ramos para o genótipo Verdim TA na primeira e segunda fase fenológica, os demais apresentaram valores superiores e não diferiram estatisticamente entre si.

Percebe-se que a massa seca nos órgãos produtivos e ramos em ordem de grandeza foi, aproximadamente, 5 vezes e 1,5 vezes superior na fase de granação, quando comparada à primeira, respectivamente. Inversamente, ocorreu para as folhas, que ao longo das avaliações a massa seca reduz, devido à queda das folhas que ocorre de forma natural nos ramos produtivos, essa queda foi de 20% - 30% da massa seca em relação à fase de floração, ao longo do período produtivo.

Os valores da massa seca dos frutos ficam ainda mais explícitos na terceira fase fenológica. Observa-se um acúmulo de duas a três vezes mais da massa seca para os frutos em relação à fase de granação, o mesmo ocorre para os ramos, exceto para o genótipo A1, que apresenta uma queda da massa seca na fase de maturação.

Constatou-se que houve interação significativa entre genótipos x fase fenológica entre as variáveis estudadas para a maioria dos nutrientes avaliados, exceto para o Mg, S e Fe nos órgãos produtivos; P, K e Zn para os ramos; Fe, Mn e B para as folhas. Comportamento distinto observado para o N, o único nutriente que não apresentou interação genótipos x fase fenológica em nenhum dos órgãos (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância para a concentração dos nutrientes nos órgãos produtivos em três fases fenológicas, em cinco genótipos de *C.canephora*. São Mateus, Espírito Santo - Brasil.

FV	GL	QM										
		Flores/frutos										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
Blocos	2	8,04	0,00	1,10	0,03	0,18	0,00	131,66	4,79	4,35	0,30	3,62
Genótipos	4	29,17**	0,49**	3,91*	2,33**	0,20 ^{ns}	0,22**	244,68 ^{ns}	101,93**	104,29**	16,91**	45,66**
Fases fenológicas	2	506,34**	7,82**	55,58**	116,76**	0,44*	2,22**	16004,04**	1146,50**	640,34**	314,65**	2774,57**
Ff x G	8	2,38 ^{ns}	0,28**	4,71**	1,47**	0,14 ^{ns}	0,46 ^{ns}	200,66 ^{ns}	92,42**	9,91*	2,59**	51,49**
Resíduo	28	3,22	0,06	1,00	0,28	0,09	0,03	200,73	22,53	4,32	0,57	6,62
Total	44											
CVe (%)		6,09	9,52	3,92	12,26	12,45	8,27	27,72	19,80	12,81	9,41	11,25
Média		29,46	2,58	25,61	4,31	2,47	1,97	36,20	23,20	16,22	7,98	22,86

FV	GL	QM										
		Ramos										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
Blocos	2	2,18	0,14	1,79	0,55	0,49	0,00	203,31	22,95	3,04	1,40	0,38
Genótipos	4	27,08*	0,14 ^{ns}	4,80 ^{ns}	8,90*	2,31*	0,25*	1994,11*	214,89*	369,67*	251,64*	15,21*
Fases fenológicas	2	2,97 ^{ns}	4,36*	29,17*	309,15*	342,44*	0,11*	11004,89*	587,15*	14,33 ^{ns}	145,47*	15,52**
Ff x G	8	5,25 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,60 ^{ns}	3,03*	3,94*	0,23*	724,71*	63,36*	69,70*	28,82 ^{ns}	10,04*
Resíduo	28	3,48	0,09	2,07	0,89	0,54	0,02	131,84	13,89	18,54	15,55	2,90
Total	44											
CVe (%)		15,62	19,54	10,88	14,71	14,68	10,48	31,10	18,30	26,25	21,77	12,75
Média		11,95	1,56	13,22	6,41	5,00	1,32	36,91	20,37	16,40	18,11	13,35

FV	GL	QM										
		Folhas										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
Blocos	2	1,01	0,04	3,26	3,12	0,54	0,04	1417,77	31,34	73,94	0,91	250,04
Genótipos	4	35,13*	0,25*	44,24*	29,51*	32,68*	0,08 ^{ns}	8315,08*	2442,77**	1100,96*	27,23*	1026,62*
Fases fenológicas	2	60,79*	0,39*	5,63 ^{ns}	1711,74*	2569,28*	14,92*	231298,38*	91259,07*	39,38 ^{ns}	27,07*	5259,78*
Ff x G	8	4,36 ^{ns}	0,04**	6,23**	18,20*	23,69*	2,07*	3075,44 ^{ns}	2500,27*	36,09 ^{ns}	7,04*	305,56 ^{ns}
Resíduo	28	3,47	0,02	2,11	1,46	2,74	0,11	1395,08	674,23	78,05	2,05	137,34
Total	44											
CVe (%)		8,43	9,00	8,02	8,45	14,10	10,11	26,05	36,21	23,74	16,71	12,03
Média		22,12	1,40	18,15	14,32	11,75	3,32	143,39	71,58	37,21	8,57	97,40

^{ns}, *, ** - não significativo, significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco; B: boro; G: genótipo; Ff: Fases fenológicas.

Para o coeficiente de variação experimental (CVe), observou-se valores abaixo de 20% para a maioria dos minerais em todas as variáveis. Esses valores indicam que houve baixa influência ambiental e alta precisão experimental.

Por outro lado, em alguns micronutrientes foi observado valores acima de 20%, exemplo, para Fe para as três variáveis estudadas (27,72%; 31,10%; 26,05%) respectivamente, o Mn (26,25%) e o Zn (21,77%) para os ramos, e o Cu (36,21%) e Mn (23,74) para as folhas.

3.2 Concentração dos nutrientes nos órgãos produtivos, ramos e folhas em três fases fenológicas

Foi identificado diferenças significativas pelo teste F ($p < 0,05$) entre as concentrações de nutrientes para as flores e frutos em função das três fases fenológicas (Tabela 4). Para a primeira e segunda fase fenológica, os teores dos nutrientes Mg, Fe e N, K, Ca, Fe, B respectivamente, não mostraram diferença significativa entre os genótipos. Já para a terceira fase fenológica, foi observado que apenas os teores dos nutrientes N, Mn, Zn apresentaram diferença significativa entre os genótipos.

Tabela 4. Médias para a concentração dos nutrientes nas flores e frutos em três fases fenológicas, em cinco genótipos de *C. canephora*. São Mateus, Espírito Santo - Brasil.

Genótipos	Floração										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
Pirata	34,30ab	3,87a	30,13a	6,57ab	2,87a	2,77a	66,40a	35,30ab	23,00ab	14,90a	38,10ab
A1	31,50b	3,20ab	24,87c	8,77a	2,53a	2,20b	86,93a	33,30ab	19,43b	13,33ab	26,70b
Clementino	37,10a	3,30ab	27,43b	7,90ab	2,70a	2,33b	78,13a	32,58ab	29,23a	15,10a	39,07a
Verdim TA	37,10a	3,17ab	29,17a	5,50b	2,37a	2,23b	57,30a	40,23a	18,73b	10,67b	43,33a
K61	36,40a	3,10b	27,53b	6,73ab	2,50a	2,33b	77,27a	28,47b	25,77ab	11,37b	43,43a
Granação											
Pirata	28,23a	2,46abc	24,70a	4,47a	2,43a	2,20 a	30,03a	16,77ab	14,53abc	7,23ab	19,47a
A1	27,30a	2,76ab	25,10a	4,57a	2,33ab	1,83ab	21,10a	18,13ab	13,27bc	5,83b	18,97a
Clementino	31,03a	3,13a	24,97a	4,50a	2,60a	2,07ab	31,40a	22,50a	18,80ab	9,33a	20,10a
Verdim TA	29,40a	1,87c	24,20a	3,67a	1,73b	1,70b	10,03a	16,60ab	9,23c	5,03b	16,60a
K61	31,27a	2,33bc	24,00a	4,33a	2,27ab	1,90ab	27,47a	14,93b	19,73a	6,00b	17,00a
Maturação											
Pirata	22,87ab	1,87a	24,80a	1,63a	2,47a	1,63a	9,77a	24,27a	9,00b	4,33ab	11,97a
A1	21,47b	1,77a	24,13a	1,30a	2,50a	1,47a	9,93a	32,83a	8,53b	3,47b	11,03a
Clementino	24,50ab	2,17a	24,33a	1,53a	2,43a	1,77a	12,60a	16,03a	12,40a	5,33a	12,90a
Verdim TA	25,67a	1,83a	23,87a	1,47a	2,57a	1,60a	15,33a	14,43a	9,17b	3,97b	11,87a
K61	23,80ab	1,80a	24,87a	1,63a	2,73a	1,57a	9,30a	13,20a	12,43a	3,87b	12,40a

Médias seguidas pela mesma letra não se diferenciam pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco; B: boro.

De maneira geral, observa-se uma tendência para maiores concentrações de nutrientes ocorrerem nas flores, apresentando redução para os frutos nas duas fases fenológicas (Tabela 4). Ao comparar as três fases de desenvolvimento do fruto, nota-se que o Mg apresenta certa estabilidade, a sua concentração não reduz até a maturação completa do fruto. Após formado os frutos, a concentração de Mg também se manteve estável até a maturação.

Os genótipos Pirata, Clementino e K61 apresentaram as maiores concentrações de Mn para a primeira e segunda fases fenológicas. Na terceira fase fenológica, apenas o Clementino e o K61 obtiveram maiores concentrações. Para Zn, os genótipos Pirata e Clementino apresentaram maiores médias nas duas avaliações para os frutos.

Observando as três fases fenológicas e as variáveis estudadas (Tabela 4, 5 e 6), houve maiores concentrações dos nutrientes no estágio de desenvolvimento das flores/frutos, por isso a redução de nutrientes nas folhas/ramos com o desenvolvimento do fruto para a maioria dos nutrientes.

Foi identificado diferenças significativas pelo teste F ($p < 0,05$) entre as concentrações de nutrientes em pelo menos uma das fases fenológicas para os ramos, exceto para os nutrientes P, K que não diferiram em nenhuma das fases fenológicas (Tabela 5).

Tabela 5. Médias para a concentração dos nutrientes nos ramos em três fases fenológicas, em cinco genótipos de *C. canephora*. São Mateus, Espírito Santo - Brasil.

Genótipos	Floração										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
Pirata	10,73a	2,17a	11,40a	10,47ab	3,17a	1,67a	66,10ab	25,03ab	18,50a	18,17ab	13,40abc
A1	10,73a	2,30a	10,43a	9,50bc	3,10a	1,10b	88,03a	29,23a	11,20a	22,93ab	16,53a
Clementino	12,60a	2,20a	12,40a	7,10d	2,63ab	1,23b	44,37b	19,20b	11,13a	26,43a	11,80bc
Verdim TA	13,30a	1,77a	13,47a	11,37a	2,13b	1,37ab	75,13ab	31,17a	20,07a	26,77a	16,03ab
K61	13,53a	2,43a	11,10a	8,00cd	2,97a	1,23b	45,23b	17,77b	17,80a	12,53b	11,23c
Granação											
Pirata	10,97ab	1,27a	13,40a	10,37a	1,57a	1,53a	53,00ab	13,70ab	16,67ab	16,37bc	11,57a
A1	10,97ab	1,53a	12,30a	9,07a	1,97a	1,10b	79,17a	14,90ab	11,43b	19,50ab	14,37a
Clementino	7,93b	1,40a	13,13a	6,53a	1,73a	1,20b	16,27bc	10,63b	8,90b	17,83abc	10,97a
Verdim TA	14,93a	1,20a	14,27a	9,03a	1,80a	1,30ab	23,23bc	16,23a	14,00b	25,90a	11,10a
K61	12,37ab	1,47a	13,63a	8,80a	1,57a	1,06b	15,17c	10,37b	28,73a	9,47c	12,93a
Maturação											
Pirata	12,60a	1,13a	14,63a	1,17a	8,20b	1,03b	8,07b	14,33c	13,20b	14,83ab	10,63b
A1	10,27a	1,10a	13,40a	1,07a	10,27b	1,43b	8,93ab	24,93abc	10,13b	8,77b	14,37ab
Clementino	10,27a	1,20a	14,53a	1,13a	10,03b	1,27b	9,03ab	16,10bc	14,77b	19,30ab	14,67ab
Verdim TA	15,17a	1,13a	14,33a	1,33a	13,17a	2,07a	13,40a	35,20a	15,23b	22,17a	15,47a
K61	12,83a	1,67a	15,80a	1,17a	10,77ab	1,27b	8,60b	26,70ab	34,30a	10,73ab	15,20ab

Médias seguidas pela mesma letra não se diferenciam pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco; B: boro.

De maneira geral, as concentrações de N e S para os ramos mantiveram estáveis ao longo das três fases fenológicas. Os nutrientes Fe, Mn, Zn e B apresentaram oscilações. Iniciou-se com altas concentrações na primeira fase fenológica e foi reduzido gradativamente nas demais fases fenológicas. Já o P, começa em altas concentrações, reduz na segunda e estabiliza na terceira, ao contrário do K e Mg, que apresentaram maiores concentrações na terceira fase fenológica. Em relação ao Ca, apresentou valores constantes nas duas primeiras fases fenológicas e foi reduzido na terceira fase fenológica.

O genótipo Verdim TA apresentou as maiores médias para todos os macronutrientes no ramo para a terceira fase fenológica. Os genótipos Verdim TA e K61 foram os únicos que apresentaram maiores médias para o S e Mn, respectivamente para os ramos na terceira fase fenológica (Tabela 5).

Foi identificadas diferenças significativas pelo teste F ($p < 0,05$) entre os cinco genótipos, para a concentração de nutrientes nas folhas para as três fases fenológicas de amostragens, exceto para Mg, Fe e B na primeira fase fenológica; N, K na segunda fase fenológica e Fe, Cu na terceira fase fenológica (Tabela 6).

Tabela 6. Médias para a concentração dos nutrientes nas folhas em três fases fenológicas, em cinco genótipos de *C. canephora*. São Mateus, Espírito Santo - Brasil.

Genótipos	Floração										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					
Pirata	24,73ab	1,63ab	20,13a	16,60ab	4,03a	3,77a	278,37a	30,83ab	39,50ab	8,50b	84,83a
A1	21,00b	1,83a	17,70ab	18,23ab	3,73a	2,97b	286,13a	61,67a	35,13ab	9,23ab	80,60a
Clementino	23,57ab	1,63ab	16,67b	20,50 ^a	4,50a	2,33b	168,57a	47,93ab	43,93ab	14,87a	72,97a
Verdim TA	25,43ab	1,30c	17,57ab	16,67ab	3,33a	2,47b	242,47a	35,23ab	23,10b	8,20b	89,70a
K61	26,37a	1,50bc	18,07ab	15,17b	4,00a	2,73b	280,17a	27,50b	47,47a	8,80b	80,30a
Granação											
Pirata	23,80a	1,30b	21,67a	19,47b	3,53b	3,27a	199,40ab	9,87b	38,40ab	7,63b	89,37b
A1	19,60a	1,33ab	17,57a	26,30 ^a	4,80a	2,30b	241,23a	14,37ab	33,63ab	6,93b	115,50a
Clementino	21,93a	1,70a	17,17a	25,03 ^a	5,20a	2,73ab	120,27b	18,83a	42,40ab	11,60a	78,73b
Verdim TA	22,63a	1,03b	18,20a	26,93 ^a	4,97a	2,27b	137,53ab	13,73ab	20,90b	8,23b	94,37b
K61	21,70a	1,40ab	19,47a	17,77b	3,87b	2,60ab	158,80ab	12,23ab	56,83a	8,43ab	83,57b
Maturação											
Pirata	20,07bc	1,30ab	23,93a	3,30 ^a	20,13c	2,80b	6,57a	202,13a	32,83ab	6,70ab	116,83ab
A1	16,33d	1,30ab	14,37b	1,96b	31,17a	4,97a	6,27a	205,97a	30,17ab	7,03ab	147,50a
Clementino	18,90cd	1,40a	15,60b	2,47b	29,93ab	4,50a	8,60a	90,27a	36,20ab	7,90ab	104,17b
Verdim TA	23,57a	1,06b	17,63b	2,10b	30,43ab	5,17a	8,63a	161,47a	23,60b	5,00b	105,47b
K61	22,17ab	1,27ab	16,50b	2,30b	22,63bc	4,87a	7,87a	141,70a	54,07a	9,53a	116,63ab

Médias seguidas pela mesma letra não se diferem pelo teste tukey a 5% de probabilidade. N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre; Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco; B: boro.

Foi observada pouca variação na concentração de P e S para as folhas ao longo das três fases fenológicas. Para os nutrientes Fe, Mn e Zn apresentaram maiores concentrações na folha na primeira fase fenológica. O nutriente Ca apresentou maiores concentrações na segunda fase fenológica. Ao passo que os nutrientes Mg, Cu e B apresentaram maiores concentrações na terceira fase fenológica.

Ao comparar os valores das médias nas três fases fenológicas, observa-se que o genótipo K61 apresentou os maiores valores para o micronutriente Mn. Os genótipos Pirata, A1 e Clementino, apresentaram maiores médias em pelo menos um nutriente nas três fases fenológicas: Pirata para P, K, Fe, S; A1 para N, Cu, B, Mg e Clementino para K, P e Zn.

Para a primeira fase fenológica de avaliação para as folhas verifica-se maior concentração de P para genótipo A1 em relação aos genótipos Verdim TA e K61, as demais apresentaram um comportamento intermediário (Tabela 6).

Ao longo das três fases fenológicas, os nutrientes Ca e Fe apresentaram um comportamento semelhante e bem distinto dos demais nutrientes para todos os órgãos vegetais avaliados, iniciando sempre com altas concentrações e uma redução na última fase fenológica (Tabela 4, 5 e 6). Para o teor de Ca, em ordem de grandeza, observou-se uma redução de 4 vezes para os órgãos produtivos, e de 7 vezes para os ramos e folhas. O Fe, foi observado para os órgãos produtivos e ramos uma redução de 7 vezes e para as folhas 15 vezes (Tabela 4 e 5).

Pode-se dizer que a partição dos nutrientes N, P e K é maior para os órgãos produtivos (46%), seguido das folhas (35%) e dos ramos (19%). Em relação ao Ca, Mg, S, Fe, Cu e Mn verificou-se que mais de 50% destes nutrientes estão alocados nas folhas, 26% para os ramos e 23% para órgãos produtivos.

Já para B, foi observado que 73% do nutriente é encontrado nas folhas, seguido dos órgãos produtivos (10%), e ramos (6%). Para o Zn, foi o único nutriente em que a maior fração foi encontrada nos ramos (52%), e para os órgãos produtivos e folhas houve uma distribuição bem uniforme, 24% e 23% respectivamente (Tabela 4, 5 e 6).

3.3 Porcentagem dos órgãos produtivos, ramos e folhas em três fases fenológicas

Durante as avaliações, observou-se que os acúmulos de massa seca dos diferentes órgãos variam em relação às três fases fenológicas amostrada (Figura 1).

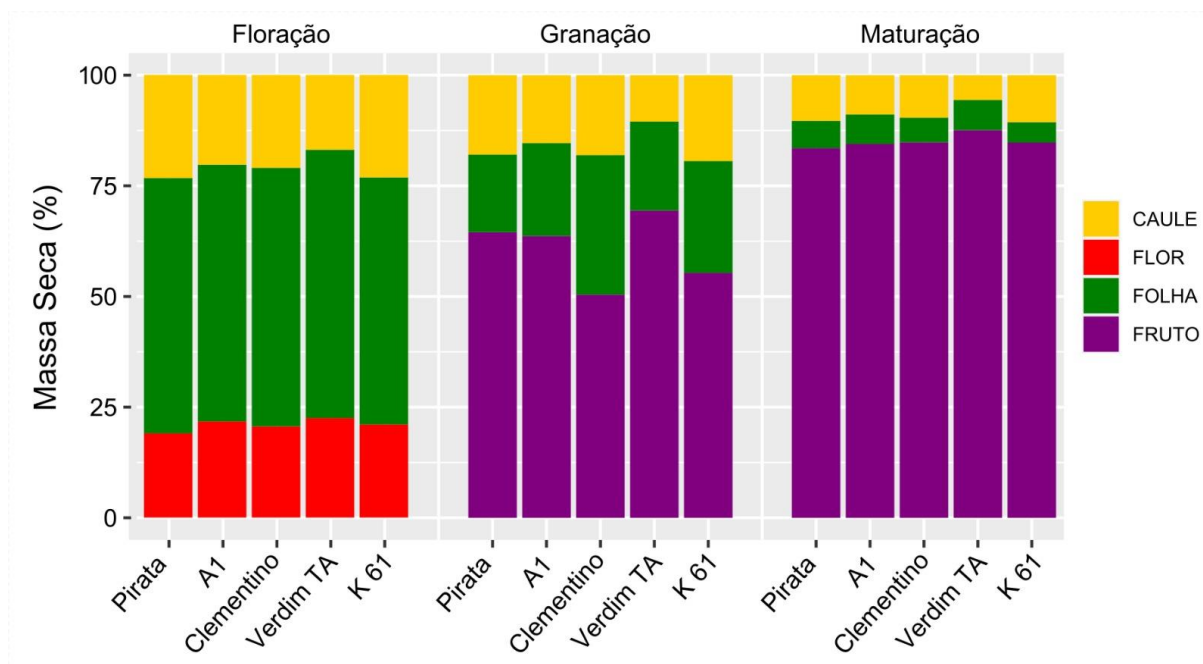


Figura 1. Participação percentual dos órgãos produtivos, ramos e folhas na composição da massa seca em ramos plagiotrópicos de cinco genótipos de *C. canephora*, durante três fases fenológicas. São Mateus, Espírito Santo - Brasil.

No período de agosto (Floração) os cinco genótipos já apresentavam um acúmulo acima de 55% da massa seca total nas folhas, enquanto as flores 21% e os ramos 20%. Durante o desenvolvimento dos frutos, segunda e terceira fase fenológica, houve um aumento gradativo em relação à presença dos frutos, seguida pelos ramos e por fim as folhas.

A presença dos frutos nas duas últimas fases fenológicas corresponde a 60% e 85%, respectivamente, sendo que na fase de maturação os ramos são praticamente compostos apenas por frutos. Os ramos e as folhas, representam um total de 15% de todo o ramo plagiotrópico.

Ao longo das três fases fenológicas, observa-se que as folhas e os ramos vão apresentando queda. De modo contrário, observa-se que os órgãos produtivos (flores/frutos) aumentam a sua representatividade ao longo das fases fenológicas amostradas.

4 Discussão

4.1 Acúmulo de massa seca em órgãos produtivos, ramos e folhas em três fases fenológicas

Considerando as condições climáticas de São Mateus (ES) o ciclo produtivo do café teve duração média de 300 DAA (dias após a antese), tendo o florescimento principal ocorrido em 16/ 08/ 2021 e a colheita dia 14/ 06/ 2022. A duração do ciclo foi considerada longa quando comparada à observada por Partelli et al. (2014), (precoce 216 dias, média 244 dias) em Nova Venécia. É possível que fatores climáticos, altitudes, espaçamento e manejo da condução das lavouras sejam responsáveis pela diferença entre o ciclo produtivo em diferentes localidades.

O coeficiente de variação experimental (CV) apresenta a função de estimar a influência do ambiente em relação às características avaliadas no experimento (DUBBERSTEIN et al., 2020). No presente estudo, foram encontrados valores acima de 20% para os micronutrientes Fe, Mn, Zn e Cu, sendo estes valores similares ao de outros trabalhos conduzidos com a cultura do café (SANTOS et al., 2021; SILVA et al., 2021; SCHMIDT et al., 2022).

Por se tratar de variáveis relacionadas ao desenvolvimento vegetativo e reprodutivos das plantas, este valor é esperado, visto que este caráter é significativamente influenciado pelas características edafoclimáticas em cada fase fenológica.

Considerando as características biométricas, foliares e rendimento dos frutos e grãos, os genótipos Pirata, A1 e Clementino apresentam características similares, destacando como plantas com entrenós, largura e comprimento das folhas grandes (DUBBERSTEIN et al. 2020; PARTELLI et al. 2021; 2022). Com base nessas informações é possível justificar os maiores valores de massa seca em várias partes dos ramos plagiotrópicos quando comparados ao genótipo Verdim TA.

4.2 Concentração dos nutrientes nos órgãos produtivos, ramos e folhas em três fases fenológicas

A disponibilidade de nutrientes minerais deve suprir as demandas das plantas, atendendo os picos de maior exigência por cada nutriente (LAVIOLA et al., 2008; PARTELLI et al., 2014; DUBBERSTEIN et al., 2019). Essa demanda pode variar conforme as características genéticas e os órgãos vegetais (SERRANO et al., 2011; PARTELLI et al., 2014).

As avaliações nutricionais das folhas, flores, frutos e ramos são importantes para o conhecimento do comportamento nutricional dos genótipos em diferentes fases fenológicas e órgãos, e assim, definir o momento mais adequado para realizar as aplicações dos nutrientes ou até mesmo a complementação de aplicações foliares (MARRÉ et al., 2015; GOMES et al., 2016).

A translocação dos nutrientes através do floema depende da sua mobilidade na planta. Os macronutrientes N, P, K, Mg e S são altamente móveis no floema. O Ca e B, por serem nutrientes que constituem a parede celular, não são realocados pelo floema. Os micronutrientes Fe, Zn, Cu, Mo, Mn têm mobilidade moderada (WHITE, 2012; DA SILVA et al. 2021).

Em relação às fases fenológicas, observa-se que na primeira ocorre a formação da florada, período em que as flores exigem altas demandas de concentrações de nutrientes em relação a outros órgãos. Na segunda e terceira fase fenológica, início da formação e desenvolvimento dos frutos, a planta direciona grande parte dos nutrientes para estes órgãos, pois são os drenos preferenciais. Por isso, as folhas e ramos apresentam baixas concentrações de nutrientes quando comparados aos órgãos produtivos das plantas.

Na primeira fase fenológica, as maiores concentrações de nutrientes são encontradas nas flores, evidenciando a importância desses minerais serem disponibilizados antes da florada. Santos et al. (2021) e Schmidt et al. (2022) em seus estudos relacionados à concentração de nutrientes em genótipos *C. canephora*, obteve maiores teores nas flores em relação a outros órgãos. Em *C. arabica* Malavolta et al. (2002) também observaram maiores teores de macronutrientes nas flores para cultivar Catuaí amarelo.

Para a segunda e terceira fase fenológica, definida como a fase de enchimento dos frutos até a maturação, ocorre o aumento das taxas de

crescimento, os macronutrientes foram encontrados em maiores concentrações nos frutos. Durante essa fase, ocorre com maior intensidade a mobilização do fluxo de translocação dos carboidratos para os frutos, diminuindo a mobilização em outras partes das plantas (LAVIOLA et al., 2007).

Conforme observado por Partelli et al. (2014) e Covre et al. (2016), os frutos apresentam um comportamento de baixos acúmulos na fase inicial de formação, seguidos por uma fase com maiores taxas de acúmulos, entre 100 a 250 DAF (dias após a florada), período que coincidiu com a segunda avaliação do atual trabalho (170 DAF), e uma fase final com menores taxas (maturação). Alguns fatores como temperatura e déficit hídrico são considerados os mais limitantes, por afetar os processos fisiológicos, fenológicos e acelerar o desenvolvimento dos frutos (PETEK et al., 2009; RODRIGUES et al., 2016).

Inversamente ocorre para as folhas e ramos, na segunda fase fenológica, observa-se que as taxas de concentração são mais baixas. Da mesma forma, Oliosí et al. (2020) relatou que as concentrações de N são maiores nos meses de junho - dezembro, seguido de queda no período de fevereiro, em *C. canephora*. Bragança et al. (2007) e Neto et al. (2011) também observaram declínio dos teores nutricionais ao nível foliar em café arábica.

Comparando as folhas em relação aos ramos, observa-se que os maiores teores de nutrientes estão presentes nas folhas, em função dos processos de fotossíntese. Por outro lado, os ramos ortotrópicos e plagiotrópicos já perderam uma quantidade de seus cloroplastos, e quando amadurecem, os nutrientes móveis, frequentemente, são mobilizados para os tecidos meristemáticos ativos, além de apresentarem aumento no tamanho, a proporção de massa seca das folhas diminuem, enquanto a dos ramos aumentam, isso justifica os menores teores de nutrientes (BRAGANÇA et al. 2007a).

O nitrogênio é um nutriente bastante requerido para o cafeeiro, importante na expansão foliar, formação dos botões florais, encontrado principalmente nos cloroplastos, presentes nas moléculas de clorofila (CARVALHO et al., 2010). A sua concentração pode ser influenciada conforme o ciclo de maturação dos genótipos, encontrados com maiores concentrações nos genótipos precoce e médio quando comparados aos tardios (OLIOSI et al., 2020).

O potássio é o segundo nutriente que apresenta expressiva importância na adubação mineral da cultura do café. A sua maior parte encontra-se nos frutos, pois é um dos principais nutrientes responsáveis no enchimento e formação dos frutos, refletindo diretamente no peso final dos grãos (CLEMENTE et al., 2015).

O K desempenha funções importantes durante a floração e enchimentos de frutos, envolvido diretamente no transporte de carboidratos para os frutos (CARVALHO et al., 2010). A sua deficiência reduz negativamente a produtividade, pois afeta a síntese de clorofila (TAIZ et al., 2017; BRAGANÇA et al., 2010). Em estudo em café arábica, mostraram que a deficiência de potássio pode reduzir a produção em 50%, devido à baixa uniformidade dos frutos (LIMA FILHO et al., 2003).

Em relação ao teor de Ca, ao longo das avaliações houve uma redução nas últimas fases fenológicas independentes do órgão avaliado, essa relação pode estar associada a baixa presença da área foliar, taxa transpiratória e redistribuição dos nutrientes para os frutos (COVRE et al., 2018). O Ca é imóvel no floema, após ser translocado via xilema é assimilado nas estruturas celulares; não há translocação (MARQUES et al., 2018). O mesmo comportamento foi observado por Oliosi et al. (2020) no período de fevereiro a abril para as folhas. Laviola et al. (2007), em trabalhos realizados com arábica, variedade Mundo Novo, também observou alta presença do Ca nas flores em relação a outro órgão vegetal.

O nutriente Ca foi o terceiro mais concentrado nos órgãos estudados, similar ao estudo de Covre et al. (2016) e Schmidt et al. (2022), embora, em alguns trabalhos, é considerado o segundo nutriente mais acumulado (BRAGANÇA et al., 2007).

O Fe foi o micronutriente mais acumulado para os órgãos produtivos, ramos e folhas durante as três fases fenológicas, resultado que também foi relatado por Dubberstein (2017) em frutos de café Robusta e Covre et al. (2016) em frutos de café conilon. Também corroboram com os trabalhos de Covre et al. (2013) com mudas de café e Santos et al. (2021) em estudos foliares de *C. canephora*.

No período de formação dos frutos, ocorre uma alta demanda de fotoassimilados para a formação dos frutos e também é considerada a fase de crescimento vegetativo, exigindo maior oferta nutricional nos períodos de janeiro/fevereiro (GOMES et al., 2016; OLIOSI et al., 2020; COVRE et al., 2018).

Visto que já é comprovado a maior demanda de nutrientes neste período, recomenda-se que as aplicações dos nutrientes sejam parceladas ao longo do ano conforme os períodos de maior demanda pela cultura (RAMÍREZ et al., 2002; COVRE et al., 2016).

4.3 Porcentagem dos órgãos produtivos, ramos e folha em três fases fenológicas

A maior presença proporcional de folhas registrada na primeira fase fenológica, é explicada devido ao período de maiores taxas de crescimento vegetativo dos ramos laterais, em que ocorre entre os meses de agosto a setembro em lavouras irrigadas (DUBBERSTEIN et al., 2017, OLIOSI et al., 2020). Outros fatores como aumento das temperaturas e dias longos também contribuem para as maiores taxas de crescimento, porém a irrigação é um dos fatores que mais contribuem para restabelecer o crescimento após o período de seca (COVRE et al., 2016).

Depois que os nutrientes são translocados, as folhas que foram consideradas a fonte, entram no processo de senescência. A senescência das folhas ocorre em maior intensidade no final da fase fenológica da seca, período em que é realizada a colheita/pós-colheita. Assim, os resultados obtidos no atual trabalho corroboram com os encontrados por Silveira (1996) e Silveira e Carvalho (1996), encontrados no município de Linhares, em lavouras irrigadas de genótipos de *C. canephora*.

Segundo Colodetti et al. (2019) em estudos com café arábica em Santa Teresa, na região serrana do estado do Espírito Santo, observou-se que a área foliar das plantas é um fator que pode influenciar a produção final. Em plantas com baixa área foliar, observou-se menores produtividades e uma menor classificação dos grãos em relação à peneira.

A disponibilidade dos nutrientes no início do período reprodutivo, são importantes para aumentar a área foliar das plantas e, posteriormente, garantir adequada granação dos frutos do café. Por outro lado, se o fruto for drenó preferencial, e não houver aumento significativo da área foliar até o final da fase de rápida expansão, pode haver o esgotamento da planta no período de maior demanda.

Após o florescimento, os frutos começam o seu crescimento por divisão celular ao longo dos ramos (RENA et al., 2001), nesta etapa o crescimento vegetativo é comprometido, pois a relação fonte: dreno da planta sofre um desbalanço, e passa a ser conduzido para a formação dos frutos (CHAVES et al., 2012).

5 Conclusão

Para todos os órgãos estudados, as concentrações dos nutrientes foram elevadas na floração, apresentando tendência de redução nas últimas avaliações.

As maiores concentrações de nutrientes foram observadas para os órgãos produtivos, consideradas os drenos temporários de nutrientes, variando conforme os genótipos

O N e K foram os macronutrientes encontrados em maiores concentrações para as três fases fenológicas e órgãos estudados, sendo o Fe o micronutriente mais acumulado nas mesmas condições.

Os genótipos apresentaram acúmulo acima de 50% de massa seca para as folhas na floração, e na fase de maturação mais de 70% dos ramos plagiotrópicos foram compostos por frutos.

O genótipo Verdim TA apresentou menores valores de massa seca para os ramos nas duas primeiras fases fenológicas.

6 Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

AMARAL, J. F. T.; MARTINEZ, H. E. P.; LAVIOLA, B. G.; FERNANDES FILHO, E. I.; CRUZ, C. D. Eficiência de utilização de nutrientes por cultivares de cafeeiro. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 621–9, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000027>.

BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; LANI, J. A.; SEDIYAMA, C. S.; ALVAREZ, V. V. H. Acumulação de matéria seca pelo

cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, v. 57, p. 48-52, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000100009>.

BRAGANCA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; SEDIYAMA, C. S.; ALVAREZ, V. V. H.; LANI, J. A. Acumulo de B, Cu, Fe, Mn E Zn pelo cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, v. 54, p. 398–404, 2007.

BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; LANI, J. A.; SEDIYAMA, C. S.; ALVAREZ, V. H. V.; MOSQUIM, P. R. Flutuação estacional dos teores de nutrientes e sua partição nos diferentes órgãos do cafeeiro conilon. In: simpósio de pesquisa dos cafés do brasil, 5., 2007, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, p.5, 2007a.

CHAVES, A. R. M; MARTINS, S. C. V; BATISTA, K. D; CELIN, E.F; DAMATTA, F. M. Varying leaf-to-fruit ratios affect branch growth and dieback, with little to no effect on photosynthesis, carbohydrate or mineral pools, in different canopy positions of fieldgrown coffee trees. **Environmental and Experimental Botany**, v.77, n.1, p.207– 218, 2012.

CARVALHO, J. G. de; GUIMARÃES, R. J.; BASTOS, A. R. R.; BALIZA, D. P.; GONTIJO, R. A. N. Sintomas de desordens nutricionais do cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. eds. **Semiologia do cafeeiro**. Lavras, MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, p. 30-66, 2010.

CARVALHO, J. P. F; CARVALHO, G. R; FERREIRA, A. D; REZENDE, J.C; DIAS, R. E. B. A; CARVALHO, A. M. Dinâmica de macronutrientes em genótipos de *Coffea canephora* com potencial para utilizaçãoç ~ ao como portaenxerto. *Ciência do Café* 10: 176 - 83. 2015. doi: 10.25186 / cs.v10i2.809 .

CLEMENTE, J. M.; MARTINEZ, H. E. P.; ALVES, L. C.; FINGER, F. L.; PAULO ROBERTO CECON, P. R. Effects of nitrogen and potassium on the chemical composition of coffee beans and on beverage quality. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 37, n. 3, p. 297-305, 2015. Doi: 10.4025/actasciagron.v37i3.19063.

COLODETTI, T. V.; RODRIGUES, W. N.; BRINATE, S. V. B.; MARTINS, L. D.; COGO, A. D.; APOSTÓLICO, M. A.; Verdin Filho, A. C.; AMARAL, J.F.T.; CAVATTE, P.C.; TOMAZ, M. A. Implicações do número de ramos ortotrópicos no enfolhamento e produção de *Coffea arabica*. 2019.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: Café**. Brasília: CONAB, v. 9, n. 1, safra 2022. P. 1-60. Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso em 21. nov 2022.

COVRE, A. M.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GONTIJO, I. Micronutrients in the fruits and leaves of irrigated and non-irrigated coffee plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 41, n. 9, p. 1119–29, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1431665>.

COVRE, A. M.; Partelli, F. L.; MAURI, A. L.; DIAS, M. A. Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café Conilon. **Agro@ambiente On-line**, v. 7, p. 193-202, 2013.

COVRE, A. M.; RODRIGUES, W. P.; VIEIRA, H. D.; BRAUN, H.; RAMALHO, J.C.; PARTELLI, F. L. Nutrient accumulation in bean and fruit from irrigated and nonirrigated *Coffea canephora* cv. Conilon. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, p. 1-9, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.9755/ejfa.2016-04-341>.

DA MATTA, F.M.; RONCHI, C.P. MAESTRI, M.; BARROS, R.S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, p.485- 510, 2007. Doi: 10.1590/S1677-04202007000400014.

DA SILVA, C. D.; CAVALCANTE, A. C. P.; FRANCO, M. F. S., FARINA, P. R. V.; ANDRADE, G. A. V. D.; DE AQUINO, L. A. Retranslocation of nutrients in coffee leaves of cultivars Red Catuai IAC 144 and IAC 125 RN. **Australian Journal of Crop Science**, v. 15, n. 4, p. 586-593, 2021. Doi: 10.21475/ajcs.21.15.04.p3019.

DUBBERSTEIN, D.; PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C.; DIAS, J. R. M. Concentration and accumulation of micronutrients in robust coffee. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 41, 2019. Doi: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v41i1.42685>.

DUBBERSTEIN, D.; PARTELLI, F. L.; GUILHEN, J. H. S.; RODRIGUES, W. P.; RAMALHO, J. C.; RIBEIRO-BARROS, A. I. Biometric traits as a tool for the identification and breeding of *Coffea canephora* genotypes. **Genetics and Molecular Research**, v.19, n. 2, 2020. Doi: <https://doi.org/10.4238/gmr18541>.

DUBBERSTEIN, D.; PARTELLI, F. L.; DIAS, J. R. M.; ESPINDULA, M.C. Influência da adubação no crescimento vegetativo de cafeeiros na Amazônia sul ocidental. **Coffee Science**, v. 12, n. 2, p. 197-206, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.25186/cs.v12i2.1228>.

FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, F.; FERREIRA, R. T.; SANTINATO, R. Redução da adubação mineral do cafeeiro arábica com a utilização de palha de café. **Coffee Science**, Lavras-MG, v. 8, n. 3, p. 324-336, 2013.

GILES, J. A. D.; FERREIRA, A. D.; PARTELLI, F. L.; AOYAMA, E. M.; RAMALHO, J. C.; FERREIRA, A.; FALQUETO, A. R. Divergence and genetic parameters between *Coffea* sp. genotypes based in foliar morpho-anatomical traits. **Scientia Horticulturae**, v. 245, p. 231-236, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.038>.

GOMES, W. R.; RODRIGUES, W. P.; VIEIRA, H. D.; OLIVEIRA, M. G.; DIAS, J. R. M.; PARTELLI, F. L. Genetic diversity of standard leaf nutrients in *Coffea canephora* genotypes during phenological phases. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 4, p.1–13, 2016. Doi: <https://doi.org/10.4238/gmr.15048839>.

- LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D.; MENDONÇA, S. M.; ROSADO, L. D. S. Acúmulo em resultados e A concentração foliar de PK em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, p. 19-31, jan./mar. 2008
- LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, R. B.; VENEGAS, V. H. A. Dinâmica de P e S em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 1, p. 29-40, 2007.
- LIMA FILHO, O. D.; MALAVOLTA, E. Studies on mineral nutrition of the coffee plant (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho): Remobilization and reutilization of nitrogen and potassium normal and deficient plants. **Braz. J. Biol.** 2003; 63:481-490. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842003000300014>.
- MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J. L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C. P.; HEINRICH, R.; SILVEIRA, J. S. M. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1017-1022, 2002. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000700016>.
- MARQUES, L. F.; SOUTO, J. S.; CAVALCANTE, F.; MESQUITA, E. F.; NASCIMENTO, J. A. M. Composição mineral e redistribuição de nutrientes em plantas de gravioleira. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 23, n. 1, p. 5, 2018.
- MARRÉ, W. B.; PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C.; DIAS, J. R. M.; GONTIJO, I.; VIEIRA, H. D. Micronutrient Accumulation in Conilon Coffee Berries with Different Maturation Cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1456-1462, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbcS20140649>.
- MARTINEZ, H. E.P.; SOUZA, R. B.; BAYONA, J.A.; VENEGAS, V.H.A; SANZ, M. Coffee-Tree Floral Analysis as a Mean of Nutritional Diagnosis. **Journal of Plant Nutrition**, v. 26, n. 7, p. 1467-1482, 2003. Doi: <https://doi.org/10.1081/PLN-120021055>.
- MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. N.; MACHADO, L. S.; BRINATE, S. V. B.; COLODETTI, T. V.; FERREIRA, D. S.; COGO, A. D.; APOSTOLICO, M. A.; TEODORO, P. E.; TOMAZ, M. A. Genotypes of conilon coffee can be simultaneously clustered for efficiencies of absorption and utilization of N, P and K. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 3633-42, 2016. Doi: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11418>.
- NETO, A. P.; FAVARIN, J. L.; DE ALMEIDA, R. E. M.; DOS SANTOS DIAS, C. T.; TEZOTTO, T.; ALVES, A. L. G.; MORAES, M. F. Changes of nutritional status during a phenological cycle of coffee under high nitrogen supply by fertigation. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 42, n. 19, p. 2414-2425, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1080/00103624.2011.607731>.
- OLIOSI, G.; PARTELLI, F. L.; SILVA, C. A.; DUBBERSTEIN, D.; GONTIJO, I.; TOMAZ, M. A. Seasonal variation in leaf nutrient concentration of conilon coffee

genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 44, n. 1, p. 74-85, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1080/0190416720201792492>.

PARTELLI, F. L.; ESPINDOLA, M. C.; MARRE, W. B.; VIEIRA, H. D. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of Conilon coffee with different ripening cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 214–22, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1590/S010006832014000100021>.

PARTELLI, F. L.; OLIOSI, G.; DALAZEN, J. R.; DA SILVA, C. A.; VIEIRA, H. D.; ESPINDOLA, M. C. Proportion of ripe fruit weight and volume to green coffee: Differences in 43 genotypes of *Coffea canephora*. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 2, p. 1050-1057, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1002/agj2.20617>.

PARTELLI, F. L.; OLIVEIRA, H. F.; GOMES, W. S.; OLIOSI, G.; SALVADOR, H. **Registro fotográfico e caracterização de 41 genótipos de Café conilon**. Dados eletrônicos. São Mateus, ES, P.70, 2022.

PAYE, H. S.; PARTELLI, F. L.; MARTINS, A. G.; SIEBENEICHLER, E. A. **Recomendação de adubação e calagem**. In: PARTELLI, F. L.; ESPINDOLA, M. C. CAFÉ CONILON: Conhecimento para Superar Desafios. Alegre, ES: CAUFES, p. 75- 98, 2019.

PETEK, M. R.; SERA, T.; FONSECA, I. C. de B. Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. **Bragança**, v. 68, p. 169-181, 2009. DOI: 10.1590/ S0006-87052009000100018.

PREZOTTI, L. C.; BRAGANÇA, S. M. Acúmulo de massa seca, N, P E K em diferentes materiais genéticos de café conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 284-294, 2013.

RAMÍREZ, F.; BERTSCH, F.; MORA, L. consumo de nutrimentos por los frutos y bandolas de café caturra durante um ciclo de desarrollo y maduración en Aquiares, Turrialba, Costa Rica. **Agronomia Costarricense**, San Jose, v. 26, n. 1, p. 33-42, 2002.

RENA, A. B.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M. **Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro**. In: ZAMBOLIM L. Tecnologias de produção de café com qualidade. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, p.101-128, 2001.

RODRIGUES, W. P.; MARTINS, M. Q.; FORTUNATO, A. S.; RODRIGUES, A. P.; SEMEDO, J. N.; SIMÕES-COSTA, M. C.; PAIS, I. P.; LEITÃO, A. E.; COLWELL, F.; GOULAO, L.; MÁGUAS, C.; MAIA, R.; PARTELLI, F. L.; CAMPOSTRINI, E.; SCOTTI-CAMPOS, P.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; LIDON, F. C.; DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. C. Long-term elevated air [CO₂] strengthens photosynthetic functioning and mitigates the impact of supra-optimal temperatures in tropical *Coffea arabica* and *C. canephora* species. **Global Change Biology**, v. 22, n. 1, p. 415–431, 2016.

RONCHI, C. P.; Da MATTA, F. M. **Aspectos fisiológicos do Café Conilon**. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A.F.A. (Ed.). *Café Conilon*. Vitória, ES: INCAPER, p. 95- 119, 2007.

SANTOS, M. M. D.; SILVA, C. A. D.; OZA, E. F.; GONTIJO, I.; AMARAL, J. F. T. D.; PARTELLI, F. L. Concentration of Nutrients in Leaves, Flowers, and Fruits of Genotypes of *Coffea canephora*. **Plants**, v. 10, n. 12, p. 2661, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10122661>.

SCHMIDT, R.; SILVA, C. A. D.; DUBBERSTEIN, D.; DIAS, J. R. M.; VIEIRA, H. D.; PARTELLI, F. L. Genetic Diversity Based on Nutrient Concentrations in Different Organs of Robusta Coffee. **Agronomy**, v. 12, n. 3, p. 640, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12030640>.

SERRANO, L. A. L.; DA SILVA, V. M.; FORMENTINI, E. A. Use of organics compounds in the planting coffee conilon trees. **Rev. Ceres**, v. 58, p. 100-107, 2011.

SILVA, C. A.; SANTOS, E. A.; VIANA, A. P.; DIAS, J. R. M.; PARTELLI, F. L. Genetic diversity in *Coffea canephora* genotypes for leaf nutrient concentration. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCUYO**, 2021.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2009.

SILVEIRA, J. S. M. Irrigação em café: café conilon irrigado no Espírito Santo. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DO CAFÉ, 1., 1995, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: Cetcaf, p. 66-83, 1996.

SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S. de. Efeito da época de irrigação sobre o crescimento do ramo plagiotrópico e da longevidade foliar do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22., 1996, Águas de Lindóia. *Trabalhos apresentados... Águas de Lindóia, SP: SDR/Procafé/Embrapa*, p. 99-100. 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLE R, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 858, 2017.

WHITE, P.J. Transporte de longa distância no xilema e floema. In: MARSCHNER, P. *Marschner's nutrição mineral de plantas superiores*. Imprensa Acadêmica, Croydon, p. 49-70. 2012.

ZABINI, A. V.; MARTINEZ, H. E. P.; NEVES, J. C. L.; CRUZ, C. D.; VALADARES, S. V. Chemical analyses of flowers and leaves for nutritional diagnoses of coffee trees. **Ciência Rural**, v. 51, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190796>.

ANEXO I**Capítulo I**

Figura 1. Lavoura de café conilon no município Vila Valério - ES, composta por 20 genótipos de café conilon, plantio set. 2017, espaçamento 3x1m.



Figura 2. Frutos colhidos no ponto de maturação completa dos genótipos.



Figura 3. (A) Frutos de *C. canephora* secos em estufa de ar forçada a 50°C. (B, C) casca/palha e grãos do café após o beneficiamento dos frutos secos.

Capítulo II



Figura 1. Lavoura de café conilon no município São Mateus - ES, Fazenda Experimental - CEUNES/UFES, plantio em 2018, espaçamento 2 x 1m.

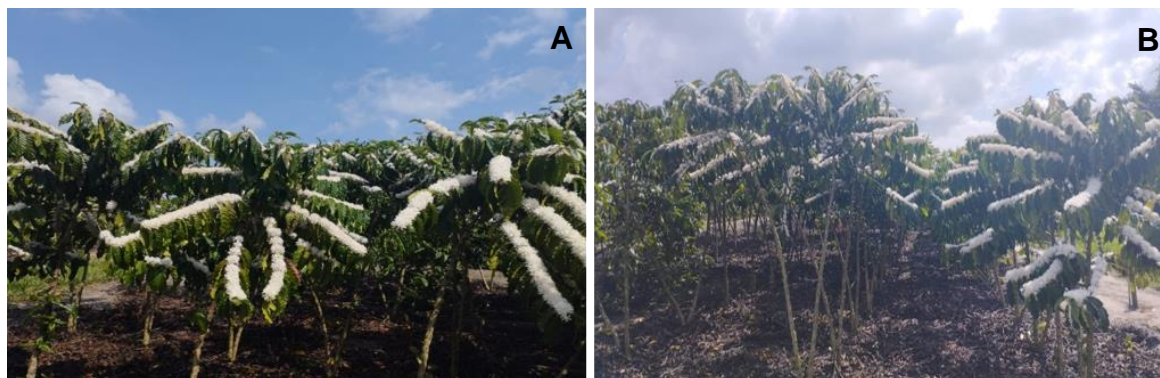


Figura 2. (A e B) Lavoura na floração principal (mês de agosto/2021).

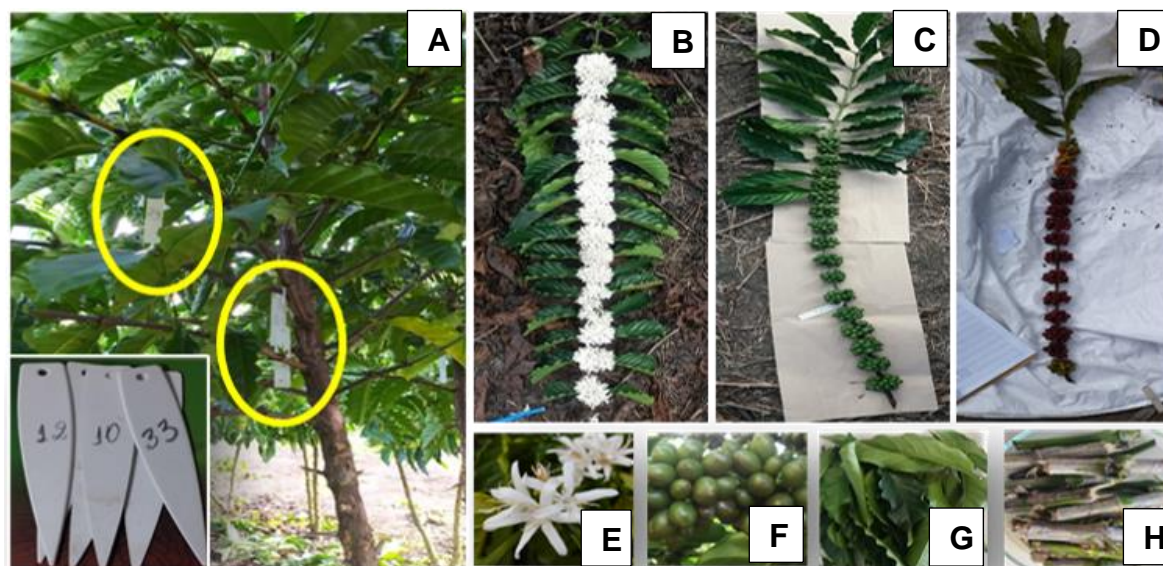


Figura 3. Coleta dos ramos plagiotrópicos. (A) Marcação ao acaso de 36 ramos plagiotrópicos por genótipo com etiquetas. (B, C e D) Coleta de ramos plagiotrópicos nas respectivas fases fenológicas – Floração (ago-2021), Granação (fev-2022) e Maturação (jun-2022). (E, F, G e H) Separação das flores, frutos, folhas e ramos, respectivamente.