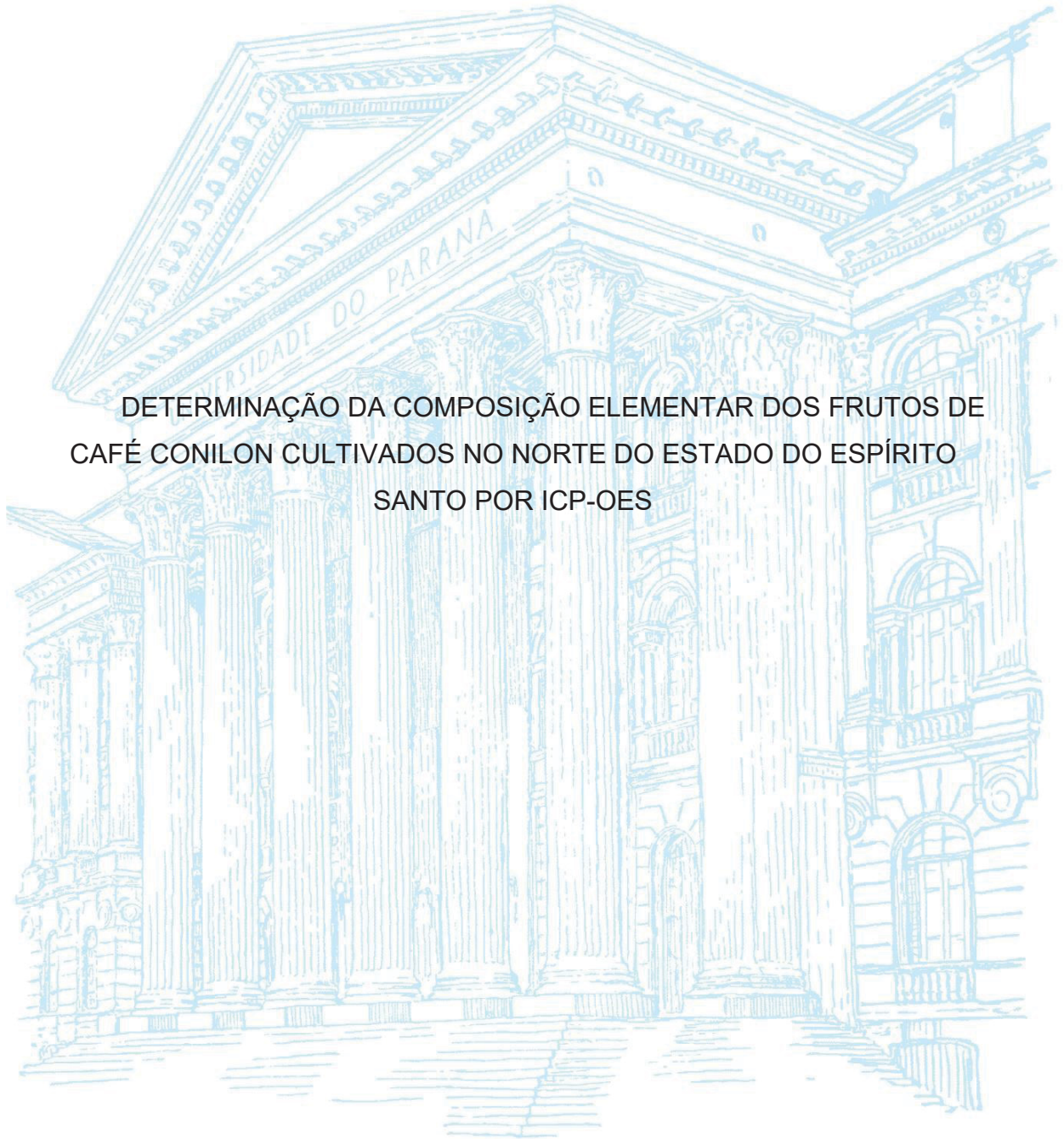


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIA JULIETE LUCINDO RODRIGUES

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO ELEMENTAR DOS FRUTOS DE
CAFÉ CONILON CULTIVADOS NO NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO
SANTO POR ICP-OES



CURITIBA

2022

MARIA JULIETE LUCINDO RODRIGUES

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO ELEMENTAR DOS FRUTOS DE
CAFÉ CONILON CULTIVADOS NO NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO
SANTO POR ICP-OES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Pós-Graduação *Lato Sensu*, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.

Orientador(a): Prof. PhD. Antônio Carlos Vargas Motta

CURITIBA

2022

A Deus, sem Ele nada sou.

Aos meus pais.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus, pela minha vida, por estar sempre guiando meus passos, dando proteção e forças para vencer os obstáculos da vida.

Aos meus pais (Maria Leandra e João Rodrigues) que desde a infância me ensinou a importância dos estudos, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreendem a minha ausência em todos esses anos dedicados aos estudos.

Aos meus irmãos, Juliana, Julierme e João Vitor, por sempre ser o meu suporte, meus eternos amigos.

Ao meu orientador, PhD. Prof. Antônio Carlos Vargas Motta, por ter aceito esse desafio e me orientado. Obrigada pelas correções e contribuições que serão levadas para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Ao meu coorientador e atual orientador do mestrado, prof. Dr. Fábio Luiz Partelli, por ter aceito e me apoiado neste projeto de desenvolver o trabalho em parceria com outra instituição de ensino. Obrigada por ter contribuído nas correções e disponibilizado o material para a realização da pesquisa.

A Ana Elisa, pela parceria durante todo o período do desenvolvimento da pesquisa, obrigada por ter contribuído nas realizações das análises no laboratório de nutrição de Plantas da Universidade Federal do Paraná, nas correções e orientações.

A Larícia, pelas correções e por ter contribuído muito durante esses últimos meses, a Queila e a Bruna, amigas de longas datas de pesquisas e vida pessoal, obrigada por estarem presente mesmo longe. Amo muito vocês.

À instituição de ensino Universidade Federal do Paraná (UFPR), essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos de curso. A todos os mestres e doutores que fizeram parte da minha formação, obrigada pelos ensinamentos e exemplo ao longo da jornada.

A Universidade Federal do Espírito Santo/ CEUNES- Campus São Mateus, pela parceria que foi desenvolvida com a Universidade Federal do Paraná (UFPR) para a realização do trabalho.

Enfim, a todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

RESUMO

O café é um dos produtos agrícolas de maior importância econômica para o Brasil. Compreender o comportamento de acúmulos de nutrientes nos frutos de diferentes genótipos de café cultivados em sequeiro poderá contribuir para que os programas de melhoramento genético possam indicar quais genótipos poderão constituir lavouras nesta condição. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi estudar a composição elementar na casca e no grão de diferentes genótipos de *C. canephora* no norte do Espírito Santo. O experimento está localizado no município de Vila Valério-ES, Brasil, em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições e com cinco plantas, totalizando 400 plantas. Para a quantificação da concentração dos elementos, os frutos foram colhidos no estágio de maturação completa, secos em estufa de ar forçado por um período de sete dias em temperatura de 50° C, separados e encaminhados para o laboratório onde foram realizadas as análises. A partir das variáveis analisadas foi estimado a distância euclidiana média entre os genótipos. Posteriormente foi gerado o agrupamento com base no método hierárquico (UPGMA), considerando o ponto de corte definido pelo método de Mojena. As análises foram conduzidas utilizando o *software* R, com auxílio das funções disponíveis no pacote 'facto extra'. Os 20 genótipos estudados foram agrupados em três grupos distintos para a composição elementar nos frutos. Os genótipos se destacaram por acumular maiores concentrações de K e Ca na casca, K e Mg nos grãos. Para os macronutrientes observou-se a seguinte ordem de acúmulo: K>Mg>P>Ca; K>Ca>P=Mg), e os micronutrientes, (Fe>Mn> Cu> Zn) para os grãos e casca, respectivamente. Já os elementos potencialmente tóxicos seguem a ordem: (Al>Se>As>Pb>Sb> Ni>Ba>Cr>Mo>Co>V>Cd para os grãos e Al>Se> Ni> As>Sb> Ba>Pb> Cr>Mo>Co> V> Cd) para a casca. Foi possível observar que existem diferenças no acúmulo de nutrientes na casca e no grão. Os resultados obtidos serão de grande contribuição para a espécie do café conilon, visto que os genótipos apresentam diversidade genética e contribuem com características de concentração de nutrientes.

Palavras-chave: Acúmulo nutricional, diversidade genética, frutos, *Coffea canephora*

ABSTRACT

Coffee is one of the most economically important agricultural products for Brazil. Understanding the behavior of nutrient accumulation in the fruits of different genotypes of coffee cultivated in rainfed can contribute to the genetic improvement programs to indicate which genotypes can constitute crops in this condition. In this sense, the objective of the research was to study the elemental composition in the husks and beans of different genotypes of *C. canephora* in rainfed cultivation. The experiment is located in Vila Valério-ES, Brazil, in a randomized block design, with four replications and five plants, totaling 400 plants. For the quantification of the concentration of the elements, the fruits were harvested at the stage of complete maturation, dried in a forced-air oven for a period of seven days at a temperature of 50°C, separated and sent to the laboratory where the analyzes were carried out. From the analyzed variables, the average Euclidean distance between the genotypes was estimated. Subsequently, the grouping was generated based on the hierarchical method (UPGMA), considering the cutoff point defined by the method of Mojena. The analyzes were carried out using the R software, with the help of the functions available in the 'facto extra' package. The 20 genotypes studied were grouped into three distinct groups for the elemental composition in the fruits. The genotypes stood out for accumulating higher concentrations of K and Ca in the husk, K and Mg in the beans. For macronutrients, the following order of accumulation was observed: K>Mg>P>Ca; K>Ca>P=Mg), and micronutrients (Fe>Mn>Cu>Zn) for beans and husks respectively. The potentially toxic elements follow the order: (Al>Se>As>Pb>Sb> Ni>Ba>Cr>Mo>Co>V>Cd for beans and Al>Se> Ni> As>Sb> Ba>Pb > Cr>Mo>Co> V> Cd) to the husk. It was possible to observe that there are differences in the accumulation of nutrients in the husk and in the grain. The results obtained will be of great contribution to the conilon coffee species, since the genotypes present genetic diversity and contribute with characteristics of nutrient concentration.

Keywords: Nutritional accumulation, genetic diversity, fruits, *Coffea canephora*.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –DENDROGRAMA REPRESENTATIVO DA DISSIMILARIDADE GENÉTICA ENTRE 20 GENÓTIPOS DE *C. CANEPHORA*, OBTIDO PELO MÉTODO DE AGRUPAMENTO UPGMA, UTILIZANDO A DISTÂNCIA EUCLIDIANA

MÉDIA.....11

FIGURA 2 – (A E B) GRUPO I; (C E D) GRUPO II E (E E F) GRUPO III. CONCENTRAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES EM CASCA E GRÃO DE 20 GENÓTIPOS DE *C. CANEPHORA*, DIVIDIDOS EM GRUPO CONFORME O DENDROGRAMA.....16

LISTA DE TABELAS

TABELA 1–CARACTERIZAÇÃO DOS GENÓTIPOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO.....	09
TABELA 2–MÉDIAS DAS CONCENTRAÇÕES DA CASCA E GRÃOS DE MACRO E MICRONUTRIENTES EM <i>COFFEA CANEPHORA</i> PARA OS GRUPOS FORMADOS PELO MÉTODO UPGMA, UTILIZANDO A DISTÂNCIA EUCLIDIANA. NOVA VENÉCIA, ES–BRASIL.....	13
TABELA 3 –TEORES MÉDIOS DOS METAIS PESADOS ENCONTRADOS NOS GRÃOS DE CAFÉ CRU, EM MG KG ⁻¹ , DE 20 GENÓTIPOS DE <i>C. CANEPHORA</i> FORMADOS POR TRÊS GRUPOS PELO MÉTODO UPGMA, UTILIZANDO A DISTÂNCIA EUCLIDIANA. NOVA VENÉCIA, ES –BRASIL.....	17

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

Al	- Alumínio
As	- Arsênio
Ba	- Bário
Ca	- Cálcio
Cd	- Cádmi
Co	- Cobalto
Cr	-Cromo
Cu	- Cobre
Fe	- Ferro
G1	- Grupo 1
G2	- Grupo 2
G3	- Grupo 3
K	- Potássio
Mg	- Magnésio
Mn	- Manganês
Mo	- Molibdênio
Ni	- Níquel
P	- Fósforo
Pb	- Chumbo
RDC	- Resolução de Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária
Sb	- Antimônio
SDA	- Secretaria de Defesa Agropecuária
Se	- Selênio
V	- Vanádio
Zn	- Zinco

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	2
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	3
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	8
5	RESULTADOS	11
6	CONCLUSÃO.....	20
7	REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café (ICO, 2021), e caracteriza-se como o único país com elevada produção em larga escala das duas principais espécies mais atrativas para o mercado mundial, *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner (grupos conilon e robusta) e *Coffea arabica* L. (grupo arábica) (RODRIGUES et al., 2016). O café recebeu destaque por ter sido um dos produtos agrícolas que mais contribuiu para o aumento do PIB (2%) no setor agropecuário em 2020 (IBGE,2021).

As demais espécies de *Coffea* não apresentam expressão comercial, porém, são importantes fontes de variabilidade genética. As diferentes características agronômicas destas espécies são consideradas atrativas para o desenvolvimento do melhoramento genético do cafeeiro e precisam ser preservadas (LOOR SOLÓRZAN et al. 2017; GILES et al. 2019).

C. canephora possui origem no Congo, na África, distribuído em uma ampla região de clima quente e úmido, e de baixa altitude (CONAGIN e MENDES, 1961; BERTHAUD,1986; DAVIS et al., 2011). No Brasil, a espécie concentra-se nos estados do Espírito Santo, Rondônia e Bahia (CONAB, 2021).

O estado do Espírito Santo lidera o ranking de maior produtor do café conilon, responsável por mais de 70% da produção nacional (CONAB, 2021). O café é um dos produtos mais tradicionais e importantes para a economia do estado, sendo a principal fonte de renda para mais de 75 mil famílias (INCAPER, 2018).

Durante o ciclo, alguns nutrientes são indispensáveis para o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, além de desempenhar funções importantes no metabolismo das plantas (VILELA., 2021). Composto pelos macros e micronutrientes (nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), boro (B), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn), níquel (Ni), cloro (Cl), molibdênio (Mo).

Além desses, podemos encontrar outros elementos que não são benéficos como (alumínio (Al), selênio (Se), arsênio (As), chumbo (Pb), níquel (Ni), antimônio (Sb), bário (Ba), cádmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), molibdênio (Mo) e vanádio (V), de alguma forma, seja pelo tipo de solo ou através

das aplicações de fertilizantes indiretamente, são detectados em pequenas quantidades nos tecidos da planta.

Para o cafeeiro, as exigências ocorrem em diferentes fases de desenvolvimento e a quantidade varia de acordo com a expectativa de produtividade (GOMES et al., 2016). A assimilação dos nutrientes pela planta difere entre genótipos, duração do ciclo reprodutivo (precoce, intermediária, tardia ou super tardia), idade da planta, distribuição no sistema radicular, parte aérea e disponibilidade de água no solo (DALCOMO et al. 2017; GILES et al. 2019; DUBBERSTEIN et al., 2019; OLIOSI et al., 2021).

A técnica de propagação por via assexuada é uma metodologia fundamental utilizada no melhoramento genético dessa cultura em escala comercial no Brasil (PARTELLI et al., 2006; FERRÃO et al., 2007), pois tem como vantagens a precocidade das lavouras, colheitas programadas, produção mais uniforme além de melhorar a qualidade e tamanhos dos grãos (FERRÃO et al., 2012).

Em busca de novos materiais genéticos de alto potencial produtivo o objetivo deste trabalho é avaliar 20 genótipos de *C. canephora*, previamente selecionados em uma lavoura cafeeira sob área consorciada com seringueira e não irrigado no norte do estado do Espírito Santo com base nas características nutricionais dos frutos.

2 OBJETIVOS

Objetivo geral

- Efetuar caracterização química de frutos de *C. canephora*.
- Determinar a existência de variação na composição elementar da casca e grãos crus em função dos genótipos.

Objetivos específicos

- Determinar o acúmulo dos nutrientes em grãos de *C. canephora*.
- Determinar o acúmulo de nutrientes em casca de frutos de *C. canephora*
- Identificar materiais destaques em acúmulo de nutrientes e maior exigência nutricional.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 DIVERSIDADE GENÉTICA

A espécie *C. canephora* é uma planta diploide, heterozigótica ($2n = 2x = 22$ cromossomos), seu sistema reprodutivo apresenta autoincompatibilidade gametofítica, que favorece a alogamia (BERTHAUD, 1980; MORAES et al., 2018). Por essa razão, é muito utilizado em pesquisas de melhoramento, por ser uma espécie com alta variabilidade genética e morfológica entre as plantas (PARTELLI et al., 2021).

O acúmulo de matéria seca ao longo do ciclo da cultura, presente em frutos, crescimento vegetativo e na produtividade das plantas ocorre de forma distinta em cada genótipo (COVRE et al., 2016; PARTELLI et al., 2018). Tais características podem ser determinadas geneticamente e controladas por fatores relacionados com a absorção, transporte e distribuição dos nutrientes pelas plantas (MARTINS et al., 2014) bem como a capacidade de absorção de água no solo (RODRIGUES et al., 2016).

No cenário atual da produção de café, melhorar a qualidade dos grãos e conseqüentemente da bebida de forma sustentável, é indiscutível. Pensando nisso, a partir dos materiais disponíveis é possível selecionar quais características são desejáveis para tais fins, e qual é o desempenho delas em diversos genótipos, prezando por características de produtividade, tolerância à seca e qualidade dos frutos (BONOMO et al., 2017; BRAGANÇA et al., 2001; PARTELLI et al., 2020).

Portanto, conhecer como é a distribuição dos nutrientes nos órgãos vegetativos e reprodutivos de diferentes genótipos de café conilon pode auxiliar na melhoria do manejo nutricional das plantas e na escolha de genótipos mais indicados às condições locais.

3.2 ACÚMULO DE NUTRIENTES EM FRUTOS

Considerados como nutrientes essenciais para a planta, os macronutriente nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e micronutriente ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn), boro(B), molibdênio (Mo), cloro (Cl), níquel (Ni) são exigidos em quantidades e em fases distintas. Ambos são indispensáveis para que a planta complete o seu ciclo, pois desempenham funções significativas no metabolismo, podendo ser estruturais, ativadores ou constituintes de enzimas, e necessários desde a fase do plantio (VILELA, 2021).

Geralmente, os minerais constituem 9% da estrutura de formação da planta e assumem funções essenciais durante o ciclo de desenvolvimento. Os macros e micronutrientes mais exigidos e acumulados nos frutos do café conilon são N> Ca> K> Mg> S> P e Fe> Mn> B> Zn> Cu, respectivamente (DUBBERSTEIN et al., 2017)

Características específicas de cada planta podem resultar em diferentes quantidades de nutrientes a serem absorvidos e acumulados nos órgãos vegetativos e reprodutivos. A absorção e preferência por determinados nutrientes está relacionado com características genéticas (DALCOMO et al., 2017; GILES et al., 2018; 2019).

A absorção dos nutrientes do solo a longo prazo segue os estádios vegetativos e reprodutivos da cultura. Inicialmente o crescimento e translocação dos nutrientes na planta de café ocorrem de forma lenta, seguida por um período de maior exigência, alta taxa de absorção/acúmulo de nutrientes, na qual, coincide com a época das chuvas, visto que os grãos passam por uma rápida expansão e enchimentos (LAVIOLA et al., 2009; PREZOTTI et al., 2013; PARTELLI et al., 2014; MARRE et al., 2015; DUBBERSTEIN et al., 2016; COVRE et al., 2018). Por fim, novamente a absorção estabiliza, encerrando o ciclo.

Além dessa fase fenológica, outros fatores como condições climáticas, espécie, época do ano, ciclos de maturação, idade da planta, manejo cultural, fitossanitário e nutricional pode influenciar na absorção e acúmulo dos nutrientes (COVRE et al., 2018; OLIOSE et al., 2021).

Ao longo da fase reprodutiva, o cafeeiro passa por diferentes estádios fenológicos até a produção dos frutos. Inicia-se com a floração, segue para o

desenvolvimento dos frutos, composta pela fase de chumbinho, expansão rápida, granação e maturação. Em cada fase, a planta desempenha funções fisiológicas e metabólicas específicas, necessárias para a formação deste órgão e espera-se, uma variação na exigência e acúmulo de conteúdos nutricionais em cada fase (DUBBERSTEIN, 2015; OLIOSI et al., 2021).

O cafeeiro é considerado uma planta que apresenta alta demanda por fertilizantes minerais, pois, na colheita dos frutos grande quantidade de nutrientes são extraídos da lavoura (GOMES et al., 2016). E para que a planta continue produtiva nos anos seguintes é necessário a reposição desses nutrientes no solo, através de adubos químicos e/ou orgânicos.

A adubação mineral deve ser bem planejada para que os nutrientes estejam disponíveis no solo, sejam absorvidos pela planta, nas fases de exigência. No período das inflorescências dos botões florais, necessita de elevadas concentrações de nutrientes, pois é a fase caracterizada por ser fonte de dreno temporário para o sucesso na florada da lavoura, neste sentido a planta redistribui os nutrientes aos órgãos de formação (DUBBERSTEIN, 2015).

Considerado um dos custos mais elevados da produção do café, a adubação com fertilizantes minerais é essencial e eleva a produção dos cafezais, e na sua ausência as plantas apresentam sintomas de deficiência (REIS et al. 2019). Durante a colheita, parte dos nutrientes são exportados pelos frutos, uma alternativa para a reposição desses nutrientes a lavoura, é utilizar a palha, subproduto gerado pelo beneficiamento dos frutos do café, material com grande diversidade de nutrientes, fonte de matéria orgânica para o solo (SERRANO et al., 2011; COVRE et al., 2016).

No trabalho realizado por Covre et al. (2016) a palha de café apresenta altas concentrações de $K > N > Ca > S$, por essa razão, este material pode ser aplicado na lavoura como fonte de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre. A palha é uma opção de baixo custo e com alta disponibilidade para os cafeicultores, visto que, é o subproduto do beneficiamento dos frutos de café produzidos na própria propriedade.

O acúmulo e quantidade dos nutrientes nos tecidos das plantas variam muito em função dos estádios. Para a formação dos frutos, verificam-se maiores necessidade dos nutrientes primários (nitrogênio, fósforo e potássio), nas fases de rápida expansão, granação e maturação. Já os macronutrientes secundários

(cálcio, magnésio e enxofre) encontram maior acúmulo no estágio de granação e maturação (LAVIOLA et al., 2008).

O nitrogênio é um dos nutrientes essenciais e mais exigidos pelo cafeeiro (PREZOTTI et al., 2013; DUBBERSTEIN et al., 2016; COVRE et al., 2018), desempenha várias funções fisiológicas e estimula o crescimento vegetativo (COLODETTI et al., 2015; MACHADO et al., 2016; TAIZ et al., 2017) formação e desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, aumenta o perfilhamento e é um componente estrutural de aminoácidos e proteínas (MALAVOLTA et al., 1997). A ausência desse nutriente pode reduzir a capacidade fotossintética (MENDES et al., 2013), o crescimento, a produção de biomassa e, conseqüentemente a produtividade (KRAISER et al., 2011).

O potássio é considerado o segundo nutriente mais acumulado ao final da fase de maturação fisiológica dos frutos do cafeeiro conilon irrigado e não irrigado (COVRE et al. 2016, BRAGANÇA et al., 2008), participa de vários processos bioquímicos da planta como fotossíntese e respiração (TAIZ e ZEIGER, 2013) e desempenha um papel importante na fase de formação dos frutos e atua como transportador de fotoassimilados no floema (MARSCHNER, 2012).

Ainda que seja um dos macronutrientes menos exigidos pela cultura do cafeeiro, o fósforo merece atenção, pois em sua maior parte, os solos brasileiros apresentam carência desse elemento (REIS et al., 2011). Depois do nitrogênio, é o nutriente que mais limita o desenvolvimento da planta (MARTINS et al. 2013). Exibem funções essenciais nos compostos vegetais e metabolismo energético da planta (TAIZ e ZEIGER, 2013).

O cálcio é o terceiro macronutriente mais acumulado pelo cafeeiro, BRAGANÇA et al., 2007). Apresenta baixa mobilidade no floema, sendo importante a suplementação via adubação foliar principalmente na época do florescimento até o enchimento de grãos. A sua ausência na planta, desempenha baixo desenvolvimento radicular, além de influenciar negativamente na estrutura e resistência da parede celular (MALAVOLTA, 1989; PERDONÁ, 2020).

Os micronutrientes são tão necessários quanto aos demais nutrientes, o que geralmente altera é a quantidade que a planta necessita e absorve, importante no crescimento, desenvolvimento e produtividade do cafeeiro (COVRE et al., 2018; DUBBERSTEIN et al., 2019). O acúmulo de

micronutrientes presentes no grão do café segue a seguinte ordem: Fe > B > Cu > Mn > Zn (COVRE et al., 2016; 2018). O Fe é um dos nutrientes que mais acumula, atua na síntese de clorofila nas redes de transporte de elétrons de ambos fotossistemas, os demais micronutrientes (B, Cu, Mn e Zn) atua especificamente nos processos de crescimento reprodutivos (TAIZ et al, 2010).

Portanto, ter um conhecimento das curvas de acúmulo e do total de nutrientes que foram alocados para o grão e palha do café conilon, tem a finalidade de auxiliar na tomada de decisões mais assertivas quanto às recomendações e ajuste no programa de adubação da lavoura, translocação dos nutrientes de um órgão para outro (DUBBERSTEIN, 2017; SILVA et al., 2021). Outra vantagem, é a complementação da palha de café como adubo orgânico, reduzindo os custos com a adubação química.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em parceria do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo-UFES/CEUNES com o Programa de pós-Graduação Ciências do Solo da Universidade Federal do Paraná – UFPR, atendendo as exigências do trabalho de conclusão de curso do programa de pós graduação *lanto sensu* PECCA-UFPR.

4.1 ÁREA EXPERIMENTAL E MATERIAL VEGETAL

A área experimental está localizada no município Vila Valério, em uma propriedade comercial privada, situada nas coordenadas 18° 57 '48" S e 40° 20' 08 " O, no noroeste do Espírito Santo. A região apresenta clima tropical, classificado como Aw, temperatura máxima de 31°C e mínima 17 °C, característico da região apresentar inverno seco e verão chuvoso (ALVARES et al.,2013). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (SANTOS et al., 2018).

Atualmente a lavoura está com quatro anos de idade e encontra-se na terceira colheita consecutiva, constituída por 20 genótipos de *C. canephora*. Dezenove desses genótipos foram selecionados em uma área de lavoura, sombreada com seringueiras e não irrigada, o outro genótipo que compõem o grupo, identificado como “genótipo 02”, pertence a cultivar Emcapa 8111 (BRAGANÇA et al., 2001). As mudas foram propagadas vegetativamente, sendo utilizados os brotos das plantas selecionadas a campo.

A implantação da lavoura seguiu o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições com cinco plantas, totalizando 400 plantas, conduzida a pleno sol e irrigada por gotejamento no período de estiagem. Para o manejo nutricional foram seguidas as recomendações técnicas sugeridas para a cultura (PAYE et al. 2019).

4.2 CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES DO GRÃO CRU

A colheita iniciou no mês de maio e seguiu até o mês de junho de 2021, acompanhando o ciclo de maturação precoce, médio e tardio (Tabela 1) dos genótipos em estudo.

TABELA 1: CARACTERIZAÇÃO DOS GENÓTIPOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO.

Maturação	Genótipos	Colheita
Precoce	11,14,16,18	Maio
Médios	1,5,7,8,9,10,15,20	Maio
Tardios	2,3,4,6,12,13,17,19	Junho

FONTE: O autor (2021).

Para cada genótipo foram realizadas a colheita manual das 20 plantas, quando atingiram 95% dos frutos no estágio de maturação cereja (coloração avermelhada), posteriormente, uma amostra homogênea de aproximadamente 2000 g de frutos, foram encaminhadas para o Laboratório de Pesquisas Cafeeiras da Universidade Federal de São Mateus/CEUNES. Esses materiais foram acomodados em bandejas de plásticos acondicionadas em estufa de ar forçado por um período de sete dias em temperatura de 50° C.

Após sete dias, as amostras foram retiradas e armazenadas em embalagens de papel modelo Kraft. Em seguida, os frutos passaram pelo processo de beneficiamento de forma manual separando a casca e grãos. O mesmo procedimento foi realizado para os 20 genótipos sucessivamente.

Após a separação dos 20 genótipos, foram encaminhadas uma amostra de casca e grãos, respectivamente para o Laboratório de Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Paraná, para analisar as concentrações dos elementos.

Para análise nutricional de casca e grão cru, as amostras foram moídas em moedor elétrico e acondicionadas em sacos plásticos tipo zip-lock para posterior análise.

As análises químicas foram realizadas por digestão no laboratório de nutrição mineral, por processo seco (MARTINS e REISSMAN, 2007) incinerando 1g da amostra em forno a 500 °C por um período de 3h e solubilizada por gotas de HCl 3 mols L⁻¹ e deixadas por mais 3h a 500 °C. Após o resfriamento das amostras, foi adicionado 10 ml de HCl 3 mols e colocadas em chapa quente para a melhor solubilização. O extrato foi filtrado com papel filtro faixa azul e diluído com água deionizada em um balão de 100 ml. Os extratos obtidos foram utilizados para determinar os teores de P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio), Fe (ferro), Al (alumínio), Mn (manganês), Cu (Cobre), Zn (zinco), Se (selênio), As (arsênio), Pb (chumbo), Ni (níquel), Sb (antimônio), Ba (bário), Cd (cádmio), Cr (cromo), Co (cobalto), Mo (molibdênio) e V (vanádio) em um

espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES).

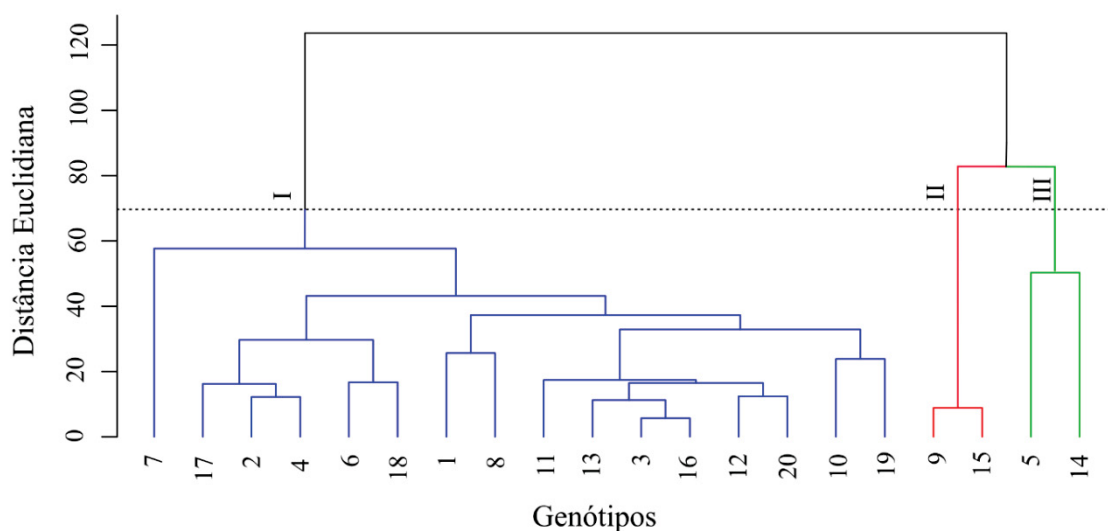
A partir das variáveis analisadas foi estimado a distância euclidiana média entre os genótipos. Posteriormente foi gerado o agrupamento com base no método hierárquico *Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages* (UPGMA), considerando o ponto de corte definido pelo método de Mojena. As análises foram conduzidas utilizando o *software* R (R CORE TEAM, 2013), com auxílio das funções disponíveis no pacote 'facto extra'.

5 RESULTADOS

Os 20 genótipos estudados, foram agrupados com base no método UPGMA formando um dendrograma composto por três grupos distintos, considerando-se o ponto de corte de 70% de acordo com Mojena (1977).

O primeiro grupo é formado por 16 genótipos (1,2,3,4,6,7,8,10,11,12,13,16,17,18,19,20), representando 80% dos genótipos avaliados, o segundo e terceiro grupo é composto por dois genótipos, sendo 9,15 e 5,14 respectivamente (FIGURA 1).

FIGURA 1: DENDROGRAMA REPRESENTATIVO DA DISSIMILARIDADE GENÉTICA ENTRE 20 GENÓTIPOS DE *C. CANEPHORA*, OBTIDO PELO MÉTODO DE AGRUPAMENTO UPGMA, UTILIZANDO A DISTÂNCIA EUCLIDIANA MÉDIA.



FONTE: O autor (2021).

A formação de grupos entre os 20 genótipos de café conilon indica a variabilidade entre os genótipos para a composição elementar nos frutos utilizando o método (UPGMA), em outros trabalhos como Gomes et al. (2016), Martins et al. (2019) e Silva et al. (2019), também foi observada a formação de diferentes grupos quanto às características nutricionais dos genótipos de *C. canephora*.

Para programas de melhoramento genético, a diversidade encontrada entre os genótipos é importante para o planejamento e estratégias para o desenvolvimento de novos trabalhos (IVOGLO et al., 2008). Identificar genótipos com melhor capacidade de absorção de nutrientes em condições de sequeiro é importante também principalmente para os produtores que não podem realizar irrigação.

Os genótipos 7 e 14 foram os que apresentaram maior dissimilaridade, ou seja, para as características nutricionais avaliadas foram considerados os genótipos mais distintos. Para a constituição de uma lavoura é interessante que se escolha genótipos como estes, devido ao fato de cruzamentos entre indivíduos de genótipos de grupos distintos apresentarem formação de plantas altamente heterozigotas (FONSECA et al., 2006).

Já os genótipos mais similares foram 3 e 16, os quais foram agrupados no grupo que foi constituído por 80% dos genótipos. Baseado nas características avaliadas neste trabalho, esses dois genótipos apresentaram proximidade e menor diversidade genética entre si. Para o cruzamento entre indivíduos não compatíveis diminui a eficiência da polinização e não são interessantes para estudo no melhoramento genético (SOUZA et al. 2019).

O genótipo 20, que já é amplamente cultivado na região noroeste do estado, foi agrupado no grupo 1 e apresentou similaridade ao genótipo 12, possivelmente esses genótipos compartilham características que tornam o genótipo 12 potencial para o cultivo.

De acordo com os grupos formados pelo método UPGMA, calculou-se as médias das características das plantas analisadas, permitindo assim, conhecer as concentrações no grão e na casca que diferenciam os grupos (TABELA 2).

Para as médias no grão, os elementos K, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn correspondem aos dados encontrados no estudo realizado por Morgano et al. (2002) em que avaliou amostra de grãos cru de café arábica, os teores variaram para os nutrientes Potássio (12222-16899 mg kg⁻¹), Fósforo (1172-1805 mg kg⁻¹), Cálcio (925-1889 mg kg⁻¹), Magnésio (1619-2059 mg kg⁻¹), Ferro (23,3-366,6 mg kg⁻¹), Manganês (19,1-60,4 mg kg⁻¹), Cobre (8,4- 368,9 mg kg⁻¹) e Zinco (4,2-57,00 mg kg⁻¹)

TABELA 2: MÉDIAS DAS CONCENTRAÇÕES DA CASCA E GRÃOS DE MACRO E MICRONUTRIENTES EM *COFFEA CANEPHORA* PARA OS GRUPOS FORMADOS PELO MÉTODO UPGMA, UTILIZANDO A DISTÂNCIA EUCLIDIANA. NOVA VENÉCIA, ES – BRASIL.

		Nutrientes	Grupos					
			----- Casca -----			----- Grãos -----		
			G1	G 2	G 3	G1	G 2	G 3
Macronutrientes	-----g kg ⁻¹ -----	P	0,77	0,78	0,66	1,61	1,56	1,61
		K	17,25	17,09	16,29	14,39	14,47	14,28
		Ca	3,15	3,05	3,65	1,33	1,07	1,37
		Mg	0,77	0,73	0,83	2,00	1,93	2,06
		Fe	39,74	43,41	116,06	39,68	36,83	33,10
		Al	59,98	76,78	136,40	23,77	16,44	16,35
		Mn	9,34	8,03	13,55	12,05	10,29	13,25
		Cu	7,61	7,64	8,31	11,82	10,84	12,89
		Zn	2,05	2,55	13,95	5,20	6,11	5,08
		Se	3,27	3,13	4,02	3,22	4,53	2,07
Micronutrientes	-----mg kg ⁻¹ -----	As	2,27	2,27	2,79	2,59	2,31	1,83
		Pb	1,01	0,99	0,91	1,90	1,49	1,42
		Ni	2,38	2,47	22,11	1,20	1,01	1,08
		Sb	1,84	1,73	1,75	1,70	1,89	1,86
		Ba	1,58	1,53	1,27	0,93	0,53	1,05
		Cd	0,07	0,07	0,07	0,15	0,15	0,16
		Cr	0,70	0,75	0,57	0,82	0,78	0,70
		Co	0,31	0,36	0,45	0,29	0,17	0,25
		Mo	0,45	0,42	0,45	0,46	0,45	0,33
		V	0,14	0,13	0,08	0,15	0,20	0,16

P- Fósforo; K- Potássio; Ca-Cálcio; Mg- Magnésio; Fe- Ferro; Al (Alumínio), Mn Manganês; Cu-Cobre; Zn- Zinco; Se- Selênio; As- Arsênio; Pb- Chumbo; Ni- Níquel; Sb-Antimônio; Ba- Bário; Cd-Cádmio; Cr- Cromo; Co- Cobalto; Mo- Molibdênio; V- Vanádio; G1- grupo 1; G2- grupo 2; G3- grupo 3.

FONTE: O autor (2021).

Para os macronutrientes estudados, o potássio foi o nutriente que apresentou maiores teores na casca do café, seguido pelo cálcio, fósforo e magnésio (FIGURA 2). Para os grãos, os macronutrientes com maiores teores foram o potássio, o magnésio, fósforo e cálcio, respectivamente. Considerado o mais exigido, o potássio, apresenta alta exportação na colheita dos frutos, quanto maior a produção maior a exportação do nutriente da lavoura,

consequentemente maior será a necessidade de reposição para atender a demanda da cultura.

Estes resultados condizem com os encontrados por Covre et al. (2016) em macronutrientes em frutos de *C. canephora* cultivados no sul da Bahia. No entanto, esses resultados foram diferentes dos encontrados por Laviola et al. (2009) em frutos de *C. arabica* realizado no estado de Minas Gerais, que segue a sequência: $K > N > Ca > Mg > S > P$.

O K destaca nos teores entre os macronutrientes na casca e no grão. Apresenta importância no crescimento meristemático, translocação de fotoassimilados, transporte e armazenamento de carboidratos e participa do movimento estomático da planta (TAIZ et al. 2013). A casca é rica em carboidratos, proteínas e minerais (especialmente potássio) e também contém grande quantidade de taninos e polifenóis (WOJCIECHOWSKI et al., 2000; LIMA et al., 2014).

Produzido a partir do beneficiamento dos frutos do café, a casca, em algumas propriedades chega até ser descartada, ou aproveitada para outros fins durante a secagem do café em um secador, como matéria prima nas fornalhas. Covre et al. (2016) ressaltam que este subproduto contém quantidade satisfatórias de alguns macronutrientes. Neste contexto, a casca pode ser utilizada como fonte alternativa de adubo orgânico e retornar um pouco dos nutrientes que foram extraídos da lavoura.

Conforme Fernandes et al. (2013) esse material pode ser utilizado na lavoura como fonte principalmente de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, reduzindo assim os custos com a adubação química, após a sua decomposição ocorre um aumento da matéria orgânica no solo, consequentemente o aumenta a CTC (Capacidade de Troca de Cátions) do solo principalmente em solos argilosos (PAES et al. 1996).

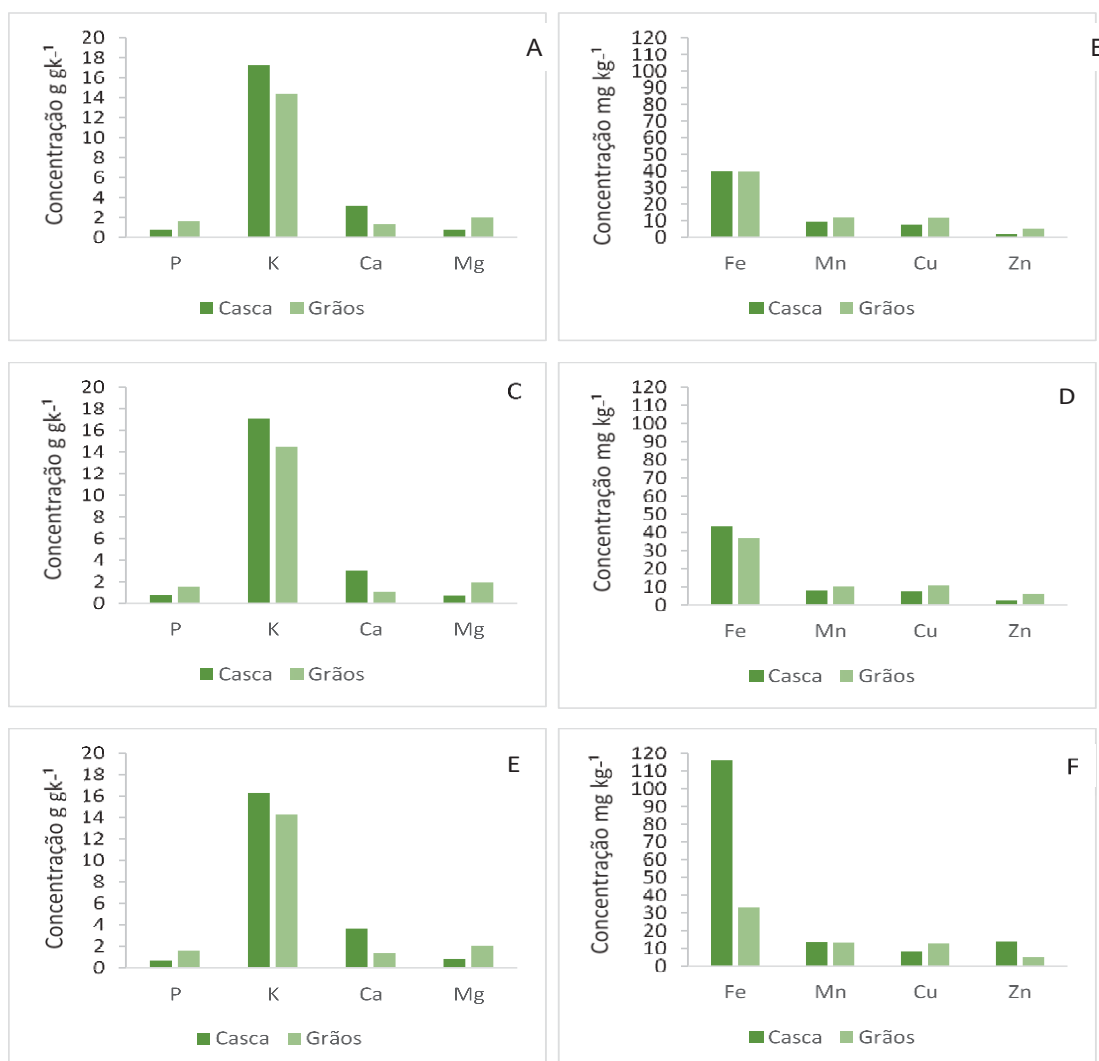
O Ca é o terceiro macronutriente mais acumulado pelo cafeeiro (BRAGANÇA et al., 2007). Nas plantas, é absorvido como Ca^{2+} e apresenta pouca mobilidade no floema, sendo importante a complementação de fontes de fertilizantes foliares na fase reprodutiva. Covre et al. (2016) observaram que este nutriente apresenta comportamento variado ao longo da fase fenológica da planta de café conilon para diferentes genótipos em lavoura irrigada e não irrigada no Sul da Bahia, sendo que as plantas irrigadas apresentaram as

maiores taxas de acúmulo de Ca nos frutos, ao longo do período avaliado. Alguns genótipos apresentam preferência por certos nutrientes, também a disponibilidade hídrica permite uma maior translocação dos nutrientes na planta, (MARRÉ 2012; COVRE et al. 2016; GILES et al., 2019).

O P apresentou o mesmo comportamento de teores para os grãos e casca. É considerado um macronutriente pouco exigido pelo cafeeiro, porém é importante nos processos metabólicos da planta, limita a produção principalmente em solos tropicais (MARTINS et al. (2013) e merece atenção por ser comum a carência na maioria dos solos que se cultivam café (PARTELLI et al., 2006; LAVIOLA et al., 2007).

O Mg e P, foram os dois nutrientes que apresentaram os teores mais baixos e similares para a casca. Resultado semelhante foi encontrado por Covre et al (2016), o Mg foi o nutriente menos acumulado nos tecidos casca e grão, para lavouras de *C. canephora* irrigadas e não irrigadas no Sul da Bahia.

FIGURA 2: (A E B) GRUPO I; (C E D) GRUPO II E (E E F) GRUPO III. CONCENTRAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES EM CASCA E GRÃO DE 20 GENÓTIPOS DE *C. CANEPHORA*, DIVIDIDOS EM GRUPO CONFORME O DENDROGRAMA.



FONTE: O autor (2021).

Neste trabalho foram encontrados a seguinte ordem de acúmulos de micronutrientes Fe>Mn> Cu>Zn para os grãos e casca. Comportamento semelhante foi observado por Bragança et al. (2007) em cafeeiro conilon, porém só inverteu a ordem do Cu e Zn.

Dentre todos os micronutrientes, o Ferro é um nutriente caracterizado por ser o mais acumulado na planta de *C.canephora*, tendo importância na realização da fotossíntese, na biossíntese de proteínas e clorofila, seguido do manganês, boro, zinco e cobre (DUBBERSTEIN et al. 2017).

Para o Mn, segundo micronutriente mais acumulado na casca e grãos, esses dados do trabalho corroboram com os encontrados por Sarruge et al.

(1966) observaram que o Mn foi o segundo micronutriente que mais se acumulou na casca do café.

O cobre é classificado como um dos micronutrientes menos acumulados pelo cafeeiro, Bragança et al. (2007) também observou esse comportamento em lavouras de café conilon aos 72 meses de idade. Apresenta baixa taxa de translocação entre os órgãos da planta. Está envolvido em vários processos fisiológicos da planta, como fotossíntese, respiração e é usado no controle de doenças fúngicas, como controle de ferrugem (CARVALHO et al., 2010).

Para o Zinco, considerado o quarto micronutriente mais acumulado, o que corresponde ao encontrado por Bragança et al. (2008) e Covre et al. (2016), porém a sequência encontrada (Fe, Mn, B e Zn) foi diferente da estudada com os 20 genótipos.

Os principais elementos, considerados potencialmente metais pesados, estudados no grão cru de café conilon mostraram a seguinte ordem de concentração: Al>Se>As>Pb>Sb>Ni para a casca e grãos, o elemento Ni foi o menos acumulado neste estudo. Os demais (Ba, Cr, Co, Mo, Cd e V) apresentaram valores abaixo de 1 para ambas avaliações (TABELA 3).

TABELA 3: TEORES MÉDIOS DOS METAIS PESADOS ENCONTRADOS NOS GRÃOS DE CAFÉ CRU, EM MG KG⁻¹, DE 20 GENÓTIPOS DE *C. CANEPHORA* FORMADOS PELOS TRÊS GRUPOS. NOVA VENÉCIA, ES - BRASIL.

Elementos	Grupos		
	G1	G 2	G 3
Grãos - mg kg ⁻¹			
Alumínio	23,77	16,44	16,35
Selênio	3,22	4,53	2,07
Arsênio	2,59	2,31	1,83
Níquel	1,20	1,01	1,08
Antimônio	1,70	1,89	1,86
Chumbo	1,90	1,49	1,42
Bário	0,93	0,53	1,05
Cromo	0,82	0,78	0,70
Molibdênio	0,46	0,45	0,33
Cobalto	0,29	0,17	0,25
Vanádio	0,15	0,20	0,16
Cádmio	0,15	0,15	0,16

G1- grupo 1; G2- grupo 2; G3- grupo 3.

FONTE: O autor (2021).

Na utilização de fertilizantes industriais, para atender à exigência de micronutrientes das plantas, além dos elementos desejáveis, também, contém certos elementos considerados metais potencialmente tóxicos em sua composição, principalmente Cádmio, Chumbo, Cromo (GONÇALVES et al., 2002). Desde 2006, o Brasil segue a instrução normativa SDA nº 27, em que define os limites máximos de metais pesados tóxicos aceitáveis em fertilizantes minerais.

Verificou-se que os valores mais elevados apresentaram as seguintes concentrações: alumínio (23,77-16,44-16,35 mg kg⁻¹), selênio (3,22-4,53-2,07 mg kg⁻¹), arsênio (2,59-2,31-1,83 mg kg⁻¹), chumbo (1,90-1,49-1,42 mg kg⁻¹), antimônio (1,70-1,89-1,86 mg kg⁻¹), níquel (1,20-1,01-1,08 mg kg⁻¹), referente às médias dos três grupos de café conilon, diante disso, podemos citar o trabalho de Morgano et al. (2002) estudo realizado com grãos cru de café arábica, encontraram teores mais elevados para os nutrientes Al (0,6-26,6 mg kg⁻¹) e Ni (0,5-44,2 mg kg⁻¹).

Os elementos encontrados em menor quantidade nas amostras de grão cru foram cádmio, vanádio, cobalto, molibdênio, cromo e bário. Dentre os contaminantes tóxicos, temos que o cádmio e o cromo são os mais tóxicos, esses elementos seguem a legislação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC nº 42 de 2013), que permite uma quantidade de no máximo até 0,1mg kg⁻¹ para o Cádmio e 0,5 mg kg⁻¹ para o cromo nos alimentos (BRASIL, 2013)

A concentração de Cromo em plantas alimentícias que crescem em solos não contaminados fica na faixa de não detectável até 0,19 mg kg⁻¹ (SCHROEDER et al., 1962). Nas amostras realizadas neste trabalho com café conilon, os valores encontrados foram superiores ao aceitável (0,7-0,8 mg kg⁻¹), resultados que corroboram com Schmidt et al. (2009), em pesquisa realizada em amostras de grãos cru de *Coffea arábica* cultivados no estado do Paraná.

Para o Cobalto os teores médios encontrados foram 0,29; 0,17; 0,25 mg kg⁻¹ respectivamente para os três grupos, para este elemento podemos citar os dados obtidos por Pauluci et al (2000) estudo realizado nos estados de São Paulo, Bahia, Minas Gerais e Paraná, encontrou-se teores médios variando de 0 e 1,16 mg kg⁻¹ para grãos de café arábica, Schmidt et al. (2009) e Morgano et al. (2002) que encontrou entre 0 e 0,56 mg kg⁻¹; 0 e 1,2 mg kg⁻¹ em grãos de café

cru, respectivamente. Os teores apresentados foram inferiores ao encontrado no trabalho desenvolvido com os 20 genótipos no estado do Espírito Santo, houve uma variação entre os dados em relação a região, espécie e idade dessas plantas.

É importante destacar que nem todos os elementos estudados neste trabalho são maléficos ao organismo, pelo contrário, alguns deles são considerados essenciais à saúde humana e animal, como exemplo o selênio (Se) que participa de reações antioxidantes no combate aos radicais livres (SCHMITD et al., 2009; MAGNA et al., 2013, SILVA, 2015; KIELISZEK et al. 2019).

Para o cafeeiro, alguns desses nutrientes são necessários para o desenvolvimento da planta como cobre, manganês, níquel, aplicados via solo ou foliar, no entanto, podem apresentar concentrações nos grãos.

6 CONCLUSÃO

Existe diferenças no acúmulo dos elementos na casca e no grão, ainda entres os 20 genótipos de café conilon estudados.

Os genótipos apresentaram a seguinte ordem de acúmulo para os macronutrientes ($K > Mg > P > Ca$; $K > Ca > P = Mg$), e elementos potencialmente tóxicos: ($Al > Se > As > Pb > Sb > Ni > Ba > Cr > Mo > Co > V > Cd$; $Al > Se > Ni > As > Sb > Ba > Pb > Cr > Mo > Co > V > Cd$) para grãos e casca respectivamente.

Para os micronutrientes segue a mesma sequência de ordem de acúmulo para grãos e casca ($Fe > Mn > Cu > Zn$).

7 REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J.C.; RODELLA, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N. et al. Tópicos em ciência do solo. Campinas: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, V.3, p.291-334, 2003.
- 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, p.711-728, 2013.
- BERTHAUD, J. L. Incompatibility in *Coffea canephora*: test method and genetic determinism. **Café Cacao** Thé, v. 24, n.4, p. 167-174. 1980. Disponível em: https://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_02-03/03730.pdf.
- BERTHAUD, J. Les ressources génétiques pour L'améliorations des caféiers africains diploïdes. Evaluation de la richesse génétique des populations sylvestres et de ses mécanismes organisateurs. Conséquences pour l'application. Paris: ORSTOM, 379 p, 1986.
- BONOMO, D.Z.; BONOMO, R.; PARTELLI, F, L.; & SOUZA, J. M. Genótipos de café Conilon sob ajuste de diferentes coeficientes de cultura ajustados. **Irriga**, 22, 236–248, 2017.
- 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.
- BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; SEDIYAMA, C. S.; ALVAREZ, V. V. H.; LANI, J. A. Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn E Zn pelo cafeeiro Conilon. **Revista Ceres**, v. 54, n. 314, p. 398-404, 2007.
- BRAGANÇA, S.M.; MARTINEZ, H.E.P.; LEITE, H.G.; SANTOS, L.P.; SEDIYAMA, C.S.; ALVAREZ V, V.H.; LANI, J.A. Accumulation of macronutrients for the Conilon Coffee Tree. **Journal of Plant Nutrition**, Estados Unidos, v.31, n.1, p.103-120, 2008.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013, que dispõe sobre o regulamento técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. Brasília: ANVISA, 2013.
- CARVALHO, C.H.S.; RENA, A.B.; PEREIRA, A.A. & CORDEIRO, A.T. Relação entre produção, teores de N, P, Ca, Mg, amido e seca de ramos do Catimor (*Coffea arabica* L.). **Pesq. Agropec. Bras.**, 28:665-673, 1993.
- REIS, T. H. P; GUIMARÃES, P. T. G; DE OLIVEIRA, C.H. C. Construção da fertilidade do solo para altas produtividades do cafeeiro de forma sustentável. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 2019.

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.

LOOR SOLÓRZANO, R. G., DE BELLIS, F., LEROY, T., PLAZA, L., GUERRERO, H., SUBIA, C., ... & VERA, D. Revealing the diversity of introduced *Coffea canephora* germplasm in Ecuador: towards a national strategy to improve robust. **The Scientific World Journal**, 2017.

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.

COLODETTI, T. V., RODRIGUES, W. N., MARTINS, L. D., TOMAZ, M. A. Differential tolerance between genotypes of conilon coffee (*Coffea canephora*) to low availability of nitrogen in the soil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 8, n. 12, p. 1648-1657, 2014.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.

Acompanhamento da safra brasileira: Café. Brasília: CONAB, v. 8, n. 1, 2021. 28p. e 32p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>>. Acesso em: 21 jun. 2021.

CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- **Série histórica das safras:** Café conilon. Brasília. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?limitstart=0>. Acesso em: 21 jun. 2021.

CONAGIN, C. H.T.M e MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea* Autoincompatibilidade em *Coffea canephora* Pierre exFroehner. **Bragantia**. 20: 787-807, 1961.

COVRE, A. M.; CANAL, L.; PARTELLI, F. L.; ALEXANDRE, R. S.; FERREIRA, A.; VIEIRA, H. D. Development of clonal seedlings of promising Conilon coffee (*Coffea canephora*) genotypes. **Australian Journal of Crop Science**, v.10, n.3, p.385-392, 2016.

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.

CUNHA, A.R & VOLPE, C.A. Curvas de crescimento do fruto de cafeeiro cv. Obatã IAC 1669-20 em diferentes alinhamentos de plantio. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p.49-62, 2011.

DALCOMO, J.M, VIEIRA, H.D; FERREIRA, A; PARTELLI, F.L. Comparação de crescimento de 22 genótipos de conilon café após o ciclo de poda regular. **Jornal Africano de Pesquisa Agrícola** 12:63-70,2017.

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.

DUBBERSTEIN, D. **Crescimento vegetativo e acúmulo de nutrientes em Coffea canephora na Amazônia Ocidental**. 2015. 86 p. Diss. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2015.

DUBBERSTEIN, D, PARTELLI, F. L, DIAS, J. R. M; ESPINDOLA, M. C. Programa de pos-graduação em Genética e Melhoramento, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, CCAUFES, Alegre, ES, Brasil. Concentration and accumulation of macronutrients in leaf of coffee berries in the Amazon. **Australian Journal of Crop Science** 10 (5):701–10,2016.

DUBBERSTEIN, D., DIAS, J. R. M., ESPINDOLA, M.C., RAMALHO, J.C. & PARTELLI, F.L. Acúmulo de micronutrientes em frutos de Coffea canéfora cultivado na Amazônia. **Res Net Health** 3, spta20, 2017.

DUBBERSTEIN, D., PARTELLI, F. L., ESPÍNDULA, M. C., & DIAS, J. R. M. (2019). Concentration and accumulation of micronutrients in robust coffee. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 41(1), e42685,2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília, DF, 353 p ,2013.

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

FERRÃO, R.G., FERRÃO, M.A.G., FONSECA, A.F.A. da PACOVA, B.E.V.) Melhoramento genético de Coffeacanephora. In: Ferrão, R.G., Fonseca, A.F.A. da, **Bragança**, S.M., Ferrão, M.A.G., DeMuner, L.H. (eds.). Café conilon. Vitória, ES: Incaper, Cap.5, p.123-173,2007.

FERRÃO, R.G., FONSECA, A.F.A. DA, FERRÃO, M.A.G., DEMUNER, L.H., VERDIN FILHO, A.C., VOLPI, P.S., MARQUES, E.M.G., ZUCATELI, F. Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas. Vitória, ES: INCAPER, (INCAPER: **Circular Técnica**, 03), 60p,2012.

FONSECA A.F.A. DA, 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, Brasília**. 41(4):599-605,2006.

GILES, J. A. D.; PARTELLI, F. L.; FERREIRA, A.; RODRIGUES, J. P.; OLIOSI, G.; SILVA, F. H. L. 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.

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 coffee sp. genotypes based in foliar morphoanatomical traits. **Scientia Horticulturae** 245:231–6, 2019.

GOMES, W. R.; RODRIGUES, W. P.; VIEIRA, H. D.; OLIVEIRA, M. G.; DIAS, J. R. M.; PARTELLI, F. L. Genetic diversity of standard leafnutrients in Coffeacanephoragenotypes during phenological phases. **Genetics and Molecular Research**, v.15, n.4, p.1-13, 2016.

GONÇALVES., J.R., PESSOA, A.C. dos S. Fitodisponibilidade de Cádmiu, Chumbo e crômio, em soja cultivada em argissolo vermelho eutrófico a partir de adubos comerciais. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.3, n.1-2, p.19-23, 2002.

ICO. INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Dados Históricos** – abril de 2021. Disponível em: http://www.ico.org/pt/new_historical_p.asp?section=Estat%EDstica. Acesso em: 22 jun. 2021.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Cafeicultura**. 2018. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/cafeicultura>. Acesso em: 22 jun. 2021.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas do Brasil 1961-1990. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas> Acesso em 07 jun. 2021

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística .Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/30166-pib-cresce-3-2-no-4-tri-mas-fecha-2020-com-queda-de-4-1-a-maior-em-25-anos>>. Acesso em: 07 jun. 2021

IVOGLO, M. G.; FAZUOLI, L. C.; OLIVEIRA, A. C. B.; GALLO, P. B.; MISTRO, J. C.; SILVAROLLA, M. B.; TOMA-BRAGHINI, M. Divergência genética entre progênies de café robusta. **Bragantia**, v.67, n.4, 823-831, 2008.

KIELISZEK, M. et al. (A) Effect of selenium on growth and antioxidative system of yeast cells. **Molecular biology reports**, v. 46, n. 2, p. 1797-1808, 2019.

KRAISER, T.; GRAS, D. E.; GUTIÉRREZ, A. G.; GONZÁLEZ, B.; GUTIÉRREZ, R. A. A holistic view of nitrogen acquisition in plants. **Journal of Experimental Botany**, v.62, p.1455–1466. 2011.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D.; MENDONÇA, S. M.; ROSADO, L. D. S. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em duas altitudes de cultivo: Micronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1439-1449, 2007.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA, S.M.; ROSADO, L. Acúmulo em frutos e variação na

concentração foliar de NPK em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.1, p.19-31, 2008.

LAVIOLA, B. G., MARTINEZ, H. E. P., DE SOUZA, R. B., SALOMAO, L. C. C., CRUZ, C. D. Macronutrient accumulation in coffee fruits at Brazilian Zona da Mata conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 32, n. 6, p. 980-995, 2009.

LIMA, A. C.de., DELPUPO, M., DA SILVA, B. F. P., DO SACRAMENTO, B. F., MADUREIRA, C. C., ALVARENGA, H. M., ... & ALMEIDA, P. V. D. **A energia solar no Espírito Santo: tecnologias, aplicações e oportunidades**. Vitória: ASPE, 2013. 120 p. il., mapas, 32cm, 2013.

LIMA, L. K. S.; SANTOS, C. C.; MOURA, M. C. F.; DUTRA, A. S.; OLIVEIRA FILHO, A. F. Utilização de resíduo oriundo da torrefação do café na agricultura em substituição a adubação convencional. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, n. 1, p. 14-19, 2014.

MACHADO, L.S.; MARTINS, L.D.; RODRIGUES, W.N.; FERREIRA, D.S.; CÔGO, A.D.; TOMAZ, M.A.; AMARAL, J.F.T. (2016). Eficiência e resposta de genótipos de café conilon ao fornecimento de nitrogênio. **African Journal of Biotechnology** 15 (35): 1892-1898.

MAGNA, G. A. M.; MACHADO, S.L.; PORTELA, R.B.; CARVALHO, M.F. Chumbo e cádmio detectados em alimentos vegetais e gramíneas no município de Santo Amaro – Bahia. **Química Nova**, v. 36, n. 7, p. 989-997, 2013

MALAVOLTA, E. Função dos nutrientes na planta e qualidade dos produtos agrícolas. In: Simpósio sobre adubação e qualidade dos produtos agrícolas, 1, Ilha Solteira, 1989. **Anais**, Ilha Solteira, FEIS/UNESP/ANDA/Potafos, 1989. 42p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In: Malavolta, E (ed). Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: **Potafos**, p.115- 230, 1997.

MARRE, 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.

MARRÉ, W.B. Crescimento e acumulação de nutrientes por Café conilon, com distintos períodos de maturação [Crescimento vegetativo e acúmulo de nutrientes em diferentes genótipos do cafeeiro Conilon] [Port.]. Mestre. Dissertação, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória (ES) Brasil. 2012

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2nd ed. London: Academic Press, 889p, 1995.

MARSCHNER, P. Marschner 's mineral nutrition of higher plants. 3rd ed. New York, **Academic Press**, 651p, 2012.

- MARTINEZ, H.E.P.; MENEZES, J.F.S.; SOUZA, R.B.; ALVAREZ, V.V.H.; GUIMARÃES, P.T.G. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 703-713, 2003.
- MARTINS, A. P. L.; REISSMANN, C. B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.1, p.1-17, 2007.
- MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; BRAGANÇA, S. M.; RODRIGUES, W. N. & REIS, E. F. Nutritional efficiency in clones of conilon coffee for phosphorus. **Journal of Agricultural Science**, 5:130-140, 2013.
- MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; LIDON, F. C.; DAMATTA, F.; RAMALHO, J.C. Efeitos combinados de [CO₂] e alto temperatura no balanço mineral da folha em Coffea spp. plantas. **Climatic Change** 126: 365-379, 2014.
- MARTINS, Q. M.; PARTELLI, F. L.; GOLYNSKI, A.; PIMENTEL, N. S.; FERREIRA, A.; BERNARDES, C. O.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; RAMALHO, J. C. Adaptability and stability of Coffea canephora genotypes cultivated at high altitude and subjected to low temperature during the winter. **Scientia Horticulturae**, v.252, p.238-242, 2019.
- MEDINA FILHO, H.P.; CARVALHO, A.; SONDAHL, M.R.; FAZUOLI, L.C.; COSTA, W.M. Coffee breeding and related evolutionary aspects. In: JANICK, J. (Ed.). **Plant Breeding Reviews**. Westport: AVI Publishing, v.2, p.157-193, 1984.
- MENDES, K. R.; MARENCO, R. A.; MAGALHÃES, N S. Crescimento e eficiência fotossintética de uso do nitrogênio e fósforo em espécies florestais da Amazônia na fase juvenil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 4, p. 707-716, 2013.
- MOJENA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**. 20(4):359-363,1977.
- MORAES, M. S.; TEIXEIRA, A. L.; RAMALHO, A. R.; ESPÍNDULA, M. C.; FERRÃO, M. A. G; ROCHA, R. B. Characterization of gametophytic self-incompatibility of superior clones of Coffea canephora. **Genetics and Molecular Research**, v. 17, p. 1-11, 2018.
- MORGANO, M. A.; PAULUCI, L. F.; MANTOVANI, D. M. B.; MORY, E. E. M. Determinação de minerais em café cru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p. 19-23, 2002.
- 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**, 44:1, 74-85, 2021.
- PAES, J. M. V.; ANDREOLA, F.; BRITO, C. H. de; LOURES, E. G. Decomposição da palha de café em três tipos de solo e sua influência sobre a CTC e o pH. **Revista Ceres**, v. 43, n. 249, p. 674-683, 1996.

PARTELLI, F. L., VIEIRA, H. D., SANTIAGO, A. R. BARROSO, D. H. Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café 'Conilon' propagadas por sementes e por estacas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 949-954, 2006.

PARTELLI, F.L.; ESPÍNDULA, M.C.; MARRÉ, 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**, Viçosa, v.38, n.1, p.214-222, 2014.

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. Espírito Santo. **Ciência do Café** 11: 544-54,2016.

PARTELLI, F.L; OLIOSI, G; DALAZEN, J.R; DA SILVA, C.A; VIEIRA, H.D; ESPINDULA; M.C. Proporção de peso e volume de frutos maduros para café verde: diferenças em 43 genótipos de *Coffea canephora*. **Agronomy Journal**. 1–9, 2021.

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

PARTELLI, F.L; GILES, J. A. D.; OLIOSI, G.; COVRE, A.M.; FERREIRA, A.; & RODRIGUES, V. M. Tributun: uma cultivar de café desenvolvida em parceria com os agricultores. Melhoramento de safras e biotecnologia aplicada, 20, e30002025, 2020.

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. 75-98, 2019.

PAULUCI, L.F et al. Minerais em café cru do Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. Anais... Brasília: **EMBRAPA Café**; Belo Horizonte: MINASPLAN, 2v., p.726-729. 1490p, 2000.

PERDONÁ, P. F. Fatores bióticos e abióticos que afetam a produtividade do café arábica nas regiões de cafeicultura de montanha. 2020

PREZOTTI, L.C; BRAGANÇA. S.M. Acúmulo de massa seca, N, P e K em diferentes materiais genéticos de café Conilon. **Coffee Science** 8:284–94. doi: 10.25186/cs. v8i3.435,2013.

R CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: Acesso em: 10 out. 2021.

REIS, T. H. P. GUIMARÃES, P. T. G. FURTINI NETO, A. E.; GUERRA, A. F.; CURTI, N. Dinâmica do fósforo no solo, disponibilidade e produtividade do

cafeeiro irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.503-512, 2011.

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.

SARRUGE, J.R., ANDRADE, R. G., GOMES, L., ARZOLLA, S., GRANER, E.A., MALAVOLTA, E. E. Estudos sobre a nutrição mineral do café, XIX. Extração de micronutrientes em variedades de cultivo pelo Mundo novo, Caturra Amarelo e Bourbon Amarelo. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**. São Paulo, Brasil, 1966

SCHMIDT, C. A.P, da., MIGLIORANZA, E., NAGASHIMA, G., GRECCO, F. "Concentrações De Metais Pesados Em Grãos De Café Produzidos Em Lavouras Sobre Solos Originados Do Basalto E Do Arenito Caiuá." **Ciência Rural** 39.5,1591-594,2009.

SCHROEDER, H.A., BALASSA, J. J., TIPTON, I. H. Abnormal trace metals in man: chromium. **Journal of Chronic Disease**, Washington, v.15, n.1, p. 941-964, 1962.

SERRANO, L. A. L.; SILVA, V. M. da; FORMENTINI, E. A. Uso de compostos orgânicos no plantio do cafeeiro Conilon. **Revista Ceres**, v. 58, n. 1, p. 100-107, 2011.

SILVA, C. A.de., SANTOS, E. A., VIANA, A. P., DIAS, J. R. M., & PARTELLI, F. L. (2021). Genetic diversity in *Coffea canephora* genotypes for leaf nutrient concentration. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo**, p. 53(1), 22–34. 2021.

SILVA, S.A. D. Determinação de elementos tóxicos em café: grãos torrados e em infusão. 2015.

SOUZA, C. A. D., VIEIRA JÚNIOR, J. R., SANTOS, M. R. A. D., TEIXEIRA, A. L., RAMALHO, A. R., ESPINDULA, M. C., ... & ROCHA, R. B. Caracterização da autoincompatibilidade gametofítica de acessos de banco ativo de germoplasma de *Coffea canephora*. 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre, Artmed, 819p,2010.

TAIZ, L., ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal, 5ª Edição. Editora Artmed, Porto Alegre, Brasil. 954p.2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER I.A, Murphy A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6º edn. Artmed, Porto Alegre pp. 1-858,2017.

VILELA, D. J. M.; COELHO, L. S.; SILVA, D. R. G.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E. FERREIRA, A. D. Nutritional efficiency in phosphorus of arabica coffee genotypes. **Coffee Science - ISSN 1984-3909**, [S. l.], v. 16, p. e161831, 2021. DOI: 10.25186/.v16i.1831. Disponível em: <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1831>. Acesso em: 15 ago. 2021.

WOICIECHOWSKI, A. L.; SOCCOL, C. R.; CAMARGO, F.; PANDEY-CSIR, A. Produção de goma xantana a partir de resíduos da agroindústria do café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 1., 2000, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas. 677-680, 2000.