



**Caracterização nutricional e exportação de nutrientes de genótipos de
cafeiro conilon consorciado com coqueiro-anão**

**Nutritional characterization and nutrient exportation of genotypes of conilon
coffee intercropped with dwarf coconut palms**

DOI: 10.55905/rdelosv16.n46-026

Recebimento dos originais: 18/08/2023

Aceitação para publicação: 15/09/2023

Bruno Fardim Christo

Doutorando em Administração

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina

Endereço: Florianópolis - SC, Brasil

E-mail: brunochristo@hotmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3595-4691>

Wagner Nunes Rodrigues

Doutor em Produção Vegetal

Instituição: Centro Universitário Unifacig

Endereço: Manhuaçu - MG, Brasil

E-mail: wagner.nunes@sempre.unifacig.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4830-0040>

Marcelo Antonio Tomaz

Doutor em Fitotecnia

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Endereço: Alegre - ES, Brasil

E-mail: tomaz@cca.ufes.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9228-7541>

Abraão Carlos Verdin Filho

Doutor em Produção Vegetal

Instituição: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Endereço: Marilândia - ES, Brasil

E-mail: verdin.incaper@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8800-2382>

Dionicio Belisario Luis Olivas

Doutor em Produção Vegetal

Instituição: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Endereço: Huacho - Lima, Peru

E-mail: dluis@unjfsc.edu.pe

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5367-5285>



Tafarel Victor Colodetti

Doutor em Produção Vegetal

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Endereço: Alegre - ES, Brasil

E-mail: tafarelcolodetti@hotmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9233-5988>

Lima Deleon Martins

Doutor em Produção Vegetal

Instituição: Centro Universitário Unifacig, Centro Universitário São Camilo

Endereço: Manhuaçu - MG, Brasil

E-mail: lima.deleon@sempre.unifacig.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3921-8640>

RESUMO

O estudo de genótipos de *Coffea canephora* em diferentes ambientes, considerando as distinções de suas características edafoclimáticas e as técnicas utilizadas no sistema de produção, é uma ferramenta importante no processo de identificação de plantas adaptadas a determinado sistema de cultivo. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização do conteúdo nutricional de ramos plagiotrópicos e da extração de nutrientes pelos frutos do cafeeiro conilon em sistema de cultivo consorciado com coqueiro-anão. O experimento foi realizado no município de Colatina-ES, em lavoura de cafeeiro conilon consorciado com coqueiro-anão, em delineamento inteiramente casualizado, onde foram avaliadas características nutricionais de oito genótipos de cafeeiro conilon, em seis repetições. Foi possível verificar variação de resposta entre os genótipos para o conteúdo de N, P, K, Ca e Mg nos ramos plagiotrópicos e na exportação pelos frutos, evidenciando que alguns genótipos, melhorados e recomendados para o cultivo a pleno sol, também apresentam características desejáveis para embasar uma possível seleção para cultivos consorciados. O conteúdo nutricional dos ramos plagiotrópicos e dos frutos podem ser úteis para facilitar futuros estudos de variabilidade entre genótipos para sistemas consorciados.

Palavras-chave: *Cocos nucifera*, *coffea canephora*, variabilidade genética, consórcio.

ABSTRACT

The study of *Coffea canephora* genotypes at different environments, and the various edaphoclimatic characteristics and techniques used in the cropping systems is an important tool in the process of identifying those with higher adaptability to a particular scenario. The objective of this work was to characterize the nutritional content of plagiotropic branches and the extraction of nutrients by the fruits of the conilon coffee tree in an intercropping system with dwarf coconut trees. The experiment was carried out in the municipality of Colatina-ES, in a conilon coffee plantation intercropped with dwarf coconut palm, in a completely randomized design, where nutritional characteristics of eight conilon coffee genotypes were evaluated, in six replications. It was possible to verify response variation between the genotypes for the content of N, P, K, Ca and Mg in the plagiotropic branches and in the exportation by the fruits, showing that some genotypes, improved and recommended for the cultivation under full sun, also present desirable characteristics to support a possible selection for intercropping. The nutritional content of plagiotropic branches and fruits may be useful to facilitate future studies of variability between genotypes for intercropped systems.



Keywords: *Cocos nucifera*, *coffea canephora*, genetic variability, intercropping.

1 INTRODUÇÃO

O café é um dos principais produtos agrícolas comercializados mundialmente, sendo verificado seu cultivo em mais de 80 países. O Brasil se destaca como sendo o maior produtor e exportador mundial do grão, além de ser o segundo maior mercado consumidor desse produto agrícola (International Coffee Organization, 2023).

Para enfrentar as implicações que as mudanças climáticas globais têm gerado no cenário agrícola mundial, os sistemas consorciados têm-se apresentado como alternativa interessante para o cultivo do cafeeiro, conferindo a possibilidade de mitigação dos efeitos nocivos das mudanças climáticas sobre a produção de café (DaMatta, 2004; DaMatta et al., 2007; DaMatta & Ramalho, 2006; Pezzopane et al., 2011; Rodríguez-López et al., 2013).

O cultivo consorciado do cafeeiro com espécies arbóreas gera a possibilidade de atenuação do efeito de estresses abióticos, que pode viabilizar o cultivo do cafeeiro em regiões onde as condições ambientais seriam limitantes ao desenvolvimento da monocultura, além de permitir a diversificação da produção agrícola (Camargo, 2010; V. A. Silva et al., 2013). Nesse sentido, análises sistemáticas de estratégias de mitigação e adaptação à vulnerabilidade climática indicam que o cultivo do cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) em sistemas agroflorestais ou arborizados podem ser recomendados para mitigação de alguns dos principais estresses frequentes nas regiões norte e noroeste do estado do Espírito Santo (Martins et al., 2017).

Além disso, o consórcio do cafeeiro pode fornecer ainda outros benefícios, tais como melhorias nas condições de conservação de umidade do solo, diminuição de danos causados pelos ventos (DaMatta & Ramalho, 2006; Pezzopane et al., 2010), possibilidade de melhoria na fertilidade do solo (Vaast et al., 2006), redução da ocorrência de plantas espontâneas (Silva et al., 2013), melhoria no aproveitamento da mão de obra e do retorno financeiro (Aparecido et al., 2014).

O uso do coqueiro-anão (*Cocos nucifera* L.) em consórcios com o cafeeiro já tem sido empregado em sistemas produtivos; possibilitando a observação que o coqueiro-anão modificou os padrões de incidência de radiação fotossinteticamente ativa sobre as plantas de café, promoveu diminuição da incidência dos ventos sobre os cafeeiros, alterações no regime térmico e de



umidade relativa do ar (Pezzopane et al., 2011), além de não causar impactos negativos na produtividade quando comparado a sistemas convencionais (Pezzopane & Camargo, 2007). Estudos demonstram a existência de variabilidade entre genótipos de *C. canephora* para diversas características, como taxas de crescimento (Rodrigues et al., 2015, 2016), aspectos nutricionais (Colodetti et al., 2015; Martins et al., 2016) e produtividade (Rodrigues et al., 2013).

Acredita-se que exista variabilidade na expressão de características fenotípicas dos genótipos de conilon quando cultivados em sistemas sombreados, o que possibilita, por meio da avaliação dessas características, a identificação dos materiais mais adaptados ao cultivo consorciado (Cavatte et al., 2012); porém, ainda há carência de informações sobre o potencial dos diferentes materiais genéticos de conilon nesses sistemas de cultivo. Além disso, embora muitos estudos referentes ao desenvolvimento e nutrição mineral de diferentes genótipos de cafeeiro conilon sejam relatadas na literatura (Colodetti et al., 2015; Martins et al., 2016), pouco se conhece sobre o desenvolvimento e a nutrição de genótipos de cafeeiro conilon em cultivos consorciados.

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização do conteúdo nutricional de ramos plagiotrópicos e da extração de nutrientes pelos frutos do cafeeiro conilon em sistema de cultivo consorciado com coqueiro-anão (*Cocos nucifera* L.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado (DIC) com seis repetições. Foram avaliados oito genótipos de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) oriundos de grupos de diferentes ciclos de maturação: 02, 03 e 48, de ciclo precoce; 16, 76 e 83, de ciclo intermediário; e 100 e 153, de ciclo tardio (Tabela 1); consorciados com coqueiro-anão, em seis repetições. Os genótipos foram selecionados de acordo com sua importância e adaptação ao local de cultivo e por indicações dos produtores locais e técnicos do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Os mesmos foram distribuídos proporcionalmente na área de maneira completamente ao acaso, visando explorar a diversidade de cada um como estratégia de promoção da polinização cruzada dentro do sistema (Conagin & Mendes, 1961; Lashermes et al., 1996), sendo realizada a identificação individual dos genótipos nas parcelas.



Tabela 1. Lista e descrição dos genótipos de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner empregados no ensaio experimental.

Genótipo	Pertencente à cultivar	Ciclo de maturação	Fonte
02	Emcapa 8111	Precoce	Bragança et al. (2001)
03	Emcapa 8111	Precoce	Bragança et al. (2001)
48	Incaper 8142 – Conilon Vitória	Precoce	Fonseca et al. (2004)
16	Emcapa 8121	Intermediário	Bragança et al. (2001)
83	Incaper 8142 – Conilon Vitória	Intermediário	Fonseca et al. (2004)
76	Incaper 8142 – Conilon Vitória	Intermediário	Fonseca et al. (2004)
100	Emcapa 8131	Tardio	Bragança et al. (2001)
153	Emcapa 8131	Tardio	Bragança et al. (2001)

Emcapa – Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária; Incaper – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O estudo foi realizado na localidade de Pau de Graça Aranha, no município de Colatina, região Noroeste do estado do Espírito Santo, localizado no Sudeste do Brasil (19°19'5,61" S, 40°36'13,64" W). A altitude local é de 116 m e o solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (Santos, 2018). A região se encontra na zona apta de cultivo do café conilon (Pezzopane et al., 2012).

O clima da região apresenta duas estações bem definidas durante o ano, sendo uma quente e chuvosa entre os meses de novembro a março e outra fria e seca nos meses abril a Setembro, sendo classificada como Aw (tropical seco no inverno) pela classificação de Köppen-Geiger (Alvares et al., 2013).

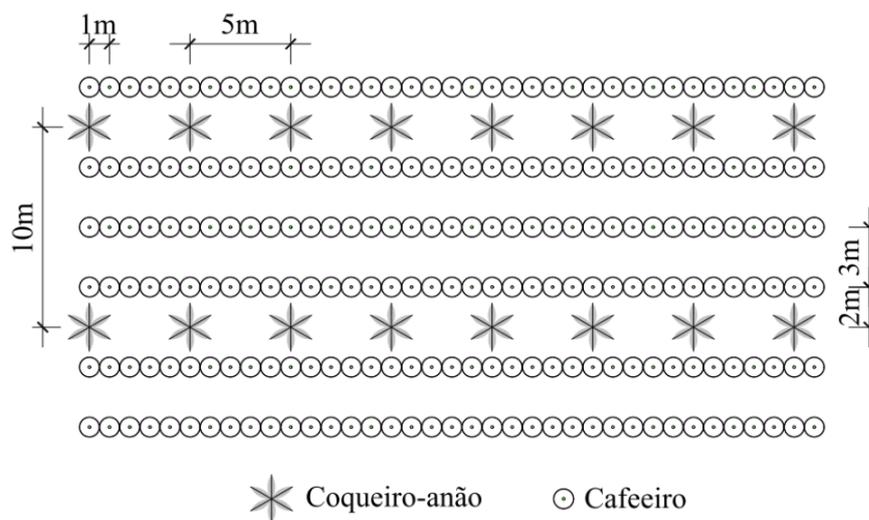
Durante o ensaio, dados, foi realizado o monitoramento da precipitação e da temperatura por meio de uma estação meteorológica automática localizada próxima ao experimento.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DO CONSÓRCIO

As plantas de café conilon foram cultivadas com espaçamento 3 × 1 m, com manutenção de quatro hastes por planta, consorciadas com as plantas de coqueiro-anão (*C. nucifera* L. var. *nana*), distribuídas em espaçamento de 10 × 5 m. As linhas de café foram dispostas afastadas 2 m das linhas de coqueiro-anão. O sistema foi composto pela distribuição sequencial de três linhas de café e uma linha de coco (Figura 1).



Figura 1. Distribuição representativa das linhas do cafeeiro conilon e do coqueiro-anão no sistema consorciado.



Fonte: Os autores.

Foi realizada irrigação por aspersão a fim de atender a demanda hídrica da planta somente em períodos críticos (irrigação de salvação). O manejo das plantas de cafeeiro foi realizado seguindo as recomendações para o café conilon no estado do Espírito Santo (Ferrão et al., 2019; Prezotti et al., 2007).

O nível de interceptação de irradiância promovido pelo consórcio foi quantificado pela mensuração da irradiância incidente sobre as plantas de cafeeiro e de coqueiro, utilizando-se uma barra medidora de irradiância portátil (LI-COR, modelo LI-191A, precisão: $1 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

2.4 QUANTIFICAÇÃO DOS CONTEÚDOS NUTRICIONAIS

O sistema foi cultivado até que ambas as culturas estivessem formadas, com plantas adultas, dossel formado, em plena produção e sombreamento configurado, o que resultou nas avaliações durante o oitavo ano de idade das plantas. Em cada planta estudada, foi selecionado um ramo plagiotrópico da porção mediana da copa, de um ramo ortotrópico intermediário, representativos do crescimento e da produção das plantas durante o presente ciclo.

Os ramos plagiotrópicos foram coletados e separados em folhas, caule e frutos para mensuração da biomassa. Após a avaliação, as folhas, caules e frutos dos ramos plagiotrópicos avaliados foram separados e acondicionados em sacos de papel, levados para secagem, em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de $65 \text{ }^\circ\text{C}$, até obtenção de massa constante. Esse procedimento permitiu determinar a massa de matéria seca de cada órgão vegetal. Após a



secagem em estufa, o material vegetal foi triturado em moinho de facas tipo Wiley (malha: 20 mesh), separadamente, para obtenção de um pó homogêneo, e então acondicionado em sacos de papel até a realização das análises químicas dos teores nutricionais. A determinação dos teores dos nutrientes foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Silva (2009).

De posse dos resultados das análises nutricionais, foram calculados os conteúdos de nutrientes nos ramos e nos frutos, a partir dos dados de acúmulo de matéria seca dos ramos e frutos, sendo assim, foi possível estimar a exportação de nutrientes pelos frutos do cafeeiro.

2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e, quando observada significância das fontes de variação, aplicou-se o critério de Scott-Knott (5% de probabilidade) para comparação dos genótipos. A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa computacional GENES (Cruz, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média do ar durante o período foi cerca de 2,1 °C acima do relatado historicamente para a região (24,2 °C) e se observou apenas 215,2 mm de precipitação acumulada, enquanto que a média esperada para a região é de 1.147 mm (Feitosa et al., 1979).

Na Tabela 2, observam-se os conteúdos de nutrientes por ramo plagiotrópico dos genótipos de cafeeiro conilon estudados em consórcio. Notam-se diferenças estatísticas entre os genótipos quanto ao conteúdo nutricional dos ramos, evidenciando que os clones acumularam N, P, K, Ca e Mg diferentemente.

Tabela 2. Conteúdos de nutrientes por ramo plagiotrópico produtivo de genótipos de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner cultivados em consórcio com coqueiro-anão (*Cocos nucifera* L.)

Genótipos	N	P	K	Ca	Mg
	----- (mg) -----				
02	820,36 c	29,92 c	391,90 d	146,52 d	41,39 d
03	536,73 d	20,27 d	327,44 d	121,37 e	34,41 e
48	1124,93 b	33,94 b	558,83 b	185,53 c	55,47 b
16	802,99 c	29,10 c	475,80 c	133,81 d	44,87 d
83	1495,24 a	49,50 a	714,00 a	460,92 a	87,65 a
76	506,78 d	19,07 d	325,16 d	189,23 c	42,67 d
100	712,89 c	29,08 c	461,55 c	176,47 c	39,15 d
153	811,08 c	27,58 c	449,08 c	229,24 b	50,82 c



QM	623792,16*	534,64*	99300,08*	68295,16*	1677,21*
CV (%)	9,39	10,27	10,84	7,09	6,63

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

De maneira geral, o genótipo 83 foi o que se destacou dos demais em relação ao conteúdo de nutrientes no ramo plagiotrópico, visto ser o único genótipo a integrar o grupo de médias superiores para os nutrientes estudados (Tabela 2).

Outro que merece destaque é o genótipo 48, pois, visto que integrou o segundo grupo de médias superiores para o conteúdo dos nutrientes N, P, K e Mg nos ramos e o terceiro grupo de médias para o conteúdo de Ca nos ramos, mostrando boa capacidade de alocação de nutrientes nos ramos (Tabela 2).

Com destaque mediano, citam-se os genótipos 16, 100 e 153, visto que, para a maioria dos nutrientes, integraram o terceiro grupo de médias de conteúdo nutricional dos ramos (Tabela 2).

Os genótipos 02, 03 e 76 foram materiais com pouca capacidade de alocação de nutrientes nos ramos em cultivo consorciado do conilon com o coqueiro-anão, apresentando, durante o período de estudo, menores médias de conteúdo nutricional nos ramos, integrando, de maneira geral, os últimos grupos de médias para os nutrientes estudados (Tabela 2).

Em relação a variável de exportação dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg pelos frutos, observa-se na Tabela 3 que os materiais genéticos estudados também apresentaram variabilidade de resposta para os conteúdos de nutrientes nos frutos.



Tabela 3. Conteúdos de nutrientes em frutos maduros de genótipos de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner cultivados em consórcio com coqueiro-anão (*Cocos nucifera* L.)

Genótipos	N	P	K	Ca	Mg
	----- (mg) -----				
02	618,12 c	25,11 b	333,29 c	30,17 c	15,77 d
03	325,64 d	14,72 d	238,77 d	16,62 d	12,34 e
48	838,33 b	28,54 b	462,83 b	80,15 a	29,78 b
16	616,63 c	25,88 b	417,35 b	37,13 c	23,80 c
83	995,92 a	39,34 a	585,34 a	81,29 a	34,94 a
76	355,97 d	15,38 d	258,20 d	39,81 c	15,77 d
100	540,04 c	23,80 c	386,90 c	37,70 c	16,35 d
153	594,44 c	21,54 c	363,54 c	53,03 b	21,70 c
QM	298314,84*	369,57*	75457,82*	3051,59*	365,11*
CV (%)	12,66	12,54	12,79	17,44	12,32

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

No presente trabalho, o genótipo 83 foi o material que se destacou dos demais em relação à exportação de nutrientes pelos frutos de cada ramo plagiotrópico, visto ser o único genótipo que integrou o grupo de médias superiores para os nutrientes estudados, sendo indício de ser um material com maior potencial de extração e acumulação dos referidos nutrientes em frutos, quando na condição de consórcio com coqueiro-anão.

Dentre os genótipos estudados, outro que merece destaque é o 48, visto que integrou o segundo grupo de médias para exportação dos nutrientes N, P, K e Mg e o primeiro grupo de médias para a exportação de Ca, mostrando capacidade de acumulação de nutrientes no órgão de interesse econômico (Tabela 3).

Nesse sentido, os genótipos 48 e 83 foram os que apresentaram os maiores conteúdos nutricionais para a maioria dos nutrientes analisados, e este fato é importante, pois consideráveis conteúdos nutricionais interferem direta e indiretamente na qualidade final do café, seja pelo seu papel no metabolismo da planta e acúmulo de compostos químicos desejáveis, ou na produção de compostos que desfavorecem o desenvolvimento microbiano nos grãos (Martinez et al., 2014).

Genótipos intermediários em relação ao conteúdo de nutrientes nos frutos foram: 02, 16, 100 e 153; visto que, para a maioria dos nutrientes, integraram o terceiro grupo de médias de acumulação dos nutrientes (Tabela 3).

Os genótipos 03 e 76 foram materiais com menor capacidade de acumulação de nutrientes em frutos no sistema de cultivo consorciado do conilon com o coqueiro-anão, apresentaram,



durante o período de estudo, menores valores de exportação nutricional, integrando, de maneira geral, as menores médias para esta variável (Tabela 3).

Diante desses resultados, observa-se uma grande variação de resposta para a exportação de nutrientes entre os materiais genéticos estudados. A partir da identificação de genótipos com maiores potenciais de exportação de nutrientes, deve-se atentar para suas necessidades nutricionais, uma vez que, quanto maior a exportação de nutrientes por um genótipo, maior deve ser o fornecimento nutricional para o mesmo, visando atender a demanda nutricional e, minimizando a possibilidade de quedas na produtividade devido à baixa disponibilidade de nutrientes no solo. Além disso, a existência de variabilidade mostra que a nutrição dos genótipos pode ser levada em consideração nos programas de melhoramento, sendo o primeiro passo para melhoria da eficiência nutricional das cultivares.

De modo geral, foi possível notar capacidade diferenciada entre os genótipos de conilon em relação aos conteúdos nutricionais (N, P, K, Ca e Mg) nos ramos e frutos, o que evidencia características intrínsecas aos materiais na condição de consórcio para as respostas nutricionais. Colodetti et al. (2015) e Martins et al. (2016) também observaram respostas diferenciadas entre genótipos de conilon quanto à nutrição, sendo observado variabilidade entre os materiais quanto ao desenvolvimento e à eficiência nutricional, em condições de adubação padrão e variável.

4 CONCLUSÕES

Dentre os genótipos avaliados, é possível identificar genótipos com melhores aspectos nutricionais, evidenciando que alguns genótipos, melhorados e recomendados para o cultivo a pleno sol, também apresentam características desejáveis para embasar uma possível seleção para cultivos consorciados.

O conteúdo nutricional dos ramos plagiotrópicos e dos frutos, para os elementos N, P, K, Ca e Mg, podem ser úteis para facilitar futuros estudos de variabilidade entre genótipos para sistemas consorciados.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 711-728.
- Aparecido, L. E. O., Rolim, G. S., & Souza, P. S. (2014). Épocas de florescimento e colheita da noqueira-macadâmia para áreas cafécoladas da região sudeste. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36, 170-178.
- Camargo, M. B. P. (2010). The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. *Bragantia*, 69, 239-247.
- Cavatte, P. C., Oliveira, Á. A. G., Morais, L. E., Martins, S. C. V., Sanglard, L. M. V. P., & DaMatta, F. M. (2012). Could shading reduce the negative impacts of drought on coffee? A morphophysiological analysis. *Physiologia Plantarum*, 144(2), 111-122.
- Colodetti, T. V., Rodrigues, W. N., Martins, L. D., Brinate, S. V. B., Tomaz, M. A., Amaral, J. F. T., & Verdin Filho, A. C. (2015). Nitrogen availability modulating the growth of improved genotypes of *Coffea canephora*. *African Journal of Agricultural Research*, 10(32), 3150-3156.
- Conagin, C. H. T. M., & Mendes, A. J. T. (1961). Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de Coffea: Auto-incompatibilidade em *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. *Bragantia*, 20, 788-804.
- Cruz, C. D. (2013). GENES: A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35, 271-276.
- DaMatta, F. M. (2004). Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: A review. *Field Crops Research*, 86(2), 99-114.
- DaMatta, F. M., & Ramalho, J. D. C. (2006). Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: A review. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18, 55-81.
- DaMatta, F. M., Ronchi, C. P., Maestri, M., & Barros, R. S. (2007). Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19, 485-510.
- Feitosa, L. R., Scárdua, J. A., Sedyama, G. C., & Valle, S. S. (1979). Estimativas das temperaturas médias mensais e anuais do Estado do Espírito Santo. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, 9(3), 79-91.
- Ferrão, R. G., Fonseca, A. F. A., Ferrão, M. A. G., & DeMuner, L. H. (2019). *Conilon coffee* (3^o ed). Incaper.
- International Coffee Organization. (2023). *Historical data on the global coffee trade*. International Coffee Organization.

Lashermes, P., Couturon, E., Moreau, N., Paillard, M., & Louarn, J. (1996). Inheritance and genetic mapping of self-incompatibility in *Coffea canephora* Pierre. *Theoretical and Applied Genetics*, 93(3), 458-462.

Martinez, H. E. P., Clemente, J. M., Lacerda, J. S., Neves, Y. P., & Pedrosa, A. W. (2014). Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. *Revista Ceres*, 61, 838-848.

Martins, L. D., Eugenio, F. C., Rodrigues, W. N., Jesus Júnior, W. C., Tomaz, M. A., Ramalho, J. D. C., & Santos, A. R. (2017). *Climatic vulnerability in robusta coffee: Mitigation and adaptation*. CAUFES.

Martins, L. D., Rodrigues, W. N., Machado, L. S., Brinate, S. V. B., Colodetti, T. V., Ferreira, D. S., Cogo, A. D., Apostólico, M. A., Teodoro, P. E., Tomaz, M. A., Amaral, J. F. T., Partelli, F. L., & Ramalho, J. D. C. (2016). Genotypes of conilon coffee can be simultaneously clustered for efficiencies of absorption and utilization of N, P and K. *African Journal of Agricultural Research*, 11(38), 3633-3642.

Pezzopane, J. E. M., & Camargo, M. B. P. (2007). Arborização de cafezais: Informações técnicas. *O Agrônomo*, 28-29.

Pezzopane, J. E. M., Castro, F. S., Pezzopane, J. R. M., & Cecílio, R. A. (2012). *Agrometeorologia: Aplicações para o Espírito Santo*. CAUFES.

Pezzopane, J. R. M., Marsetti, M. M. S., Ferrari, W. R., & Pezzopane, J. E. M. (2011). Alterações microclimáticas em cultivo de café conilon arborizado com coqueiro-anão-verde. *Revista Ciência Agrônoma*, 42, 865-871.

Pezzopane, J. R. M., Marsetti, M. M. S., Souza, J. M., & Pezzopane, J. E. M. (2010). Condições microclimáticas em cultivo de café conilon a pleno sol e arborizado com noqueira macadâmia. *Ciência Rural*, 40, 1257-1263.

Prezotti, L. C., Gomes, J. A., Dadalto, G. G., & Oliveira, J. A. (2007). *Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação*. SEEA/INCAPER/CEDAGRO.

Rodrigues, W. N., Colodetti, T. V., Martins, L. D., Brinate, S. V. B., & Tomaz, M. A. (2016). Biometric evaluation of monthly growth rate as a criterion to study the genetic diversity in *Coffea canephora*. *African Journal of Agricultural Research*, 11(28), 2499-2507.

Rodrigues, W. N., Tomaz, M. A., Ferrão, M. A. G., Ferrão, R. G., & Fonseca, A. F. A. (2015). Diversity among genotypes of conilon coffee selected in Espírito Santo state. *Bioscience Journal*, 31(6), Artigo 6.

Rodrigues, W. N., Tomaz, M. A., Ferrão, R. G., Ferrão, M. A. G., Fonseca, A. F. A., & Martins, L. D. (2013). Crop yield bienniality in groups of genotypes of conilon coffee. *African Journal of Agricultural Research*, 8(34), 4422-4426.

Rodríguez-López, N. F., Cavatte, P. C., Silva, P. E. M., Martins, S. C. V., Morais, L. E., Medina, E. F., & Damatta, F. M. (2013). Physiological and biochemical abilities of robusta coffee leaves for acclimation to cope with temporal changes in light availability. *Physiologia Plantarum*, 149(1), 45-55.

Santos, H. G. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos* (5º ed). Embrapa.

Silva, F. C. (2009). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Embrapa Solos.

Silva, V. A., Colares, M. F. B., Andrade, F. T., & Lima, L. A. (2013). *Viabilidade técnica e econômica da cafeicultura consorciada com mamão no norte de Minas Gerais*.

Vaast, P., Bertrand, B., Perriot, J. J., Guyot, B., & Génard, M. (2006). Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(2), 197-204.