

## REPARTIÇÃO DE MACRONUTRIENTES NA PALHA E NOS GRÃOS DE CAFÉ CONILON IRRIGADO E NÃO IRRIGADO

André Monzoli Covre<sup>1</sup>; Fábio Luiz Partelli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestrando, Bolsista Capes, Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical (PPGAT), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) / Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), São Mateus-ES, andre-covre@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor Adjunto, UFES/CEUNES, São Mateus-ES, partelli@yahoo.com.br.

**RESUMO:** O cafeeiro Conilon apresenta um grande potencial produtivo, consequentemente, possui alta exigência nutricional. Durante o processo de frutificação do cafeeiro os frutos são os drenos preferenciais por carboidratos e nutrientes minerais, acumulando grande quantidade de nutrientes em seus tecidos. Objetivou-se quantificar a concentração e o acúmulo de macronutrientes na palha e no grão de cafeeiro Conilon irrigado e não irrigado. O experimento foi conduzido no município de Itabela, Bahia. Foram utilizadas plantas de café Conilon, da variedade clonal Emcapa 8111, genótipo 02. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com dois tratamentos (irrigado e não irrigado) e 28 repetições (amostras). As amostras foram coletadas em dois anos, ou seja, nas safras de 2011/2012 e 2012/2013, sendo 14 amostras em cada safra. Durante a colheita da lavoura, foram coletados 50 frutos de café em cada planta. Para a caracterização química das partes vegetais foram homogeneizadas seis amostras de palha e seis amostras de grãos, em dois anos. Quantificou-se a matéria seca, a concentração e o acúmulo de macronutrientes na palha, nos grãos e nos frutos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O nitrogênio e o potássio foram os macronutrientes mais acumulados na palha e nos grãos do café Conilon. As plantas irrigadas apresentaram maior acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio nos frutos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Coffea canephora*, acúmulo de nutrientes, déficit hídrico.

### BREAKDOWN OF MACRONUTRIENTS IN STRAW AND THE GRAINS CONILON COFFEE IRRIGATED AND NOT IRRIGATED

**ABSTRACT:** The Conilon coffee has great productive potential, therefore, has a high nutritional requirement. During the coffee plant fruiting process the fruits are preferred drains for minerals and nutrients carbohydrates, accumulating large amount of nutrients in their tissues. This study aimed to quantify the concentration and accumulation of nutrients in straw and beans Conilon coffee irrigated and not irrigated. The experiment was conducted in the municipality of Itabela, Bahia. Conilon coffee plants were used, the variety clonal Emcapa 8111, genotype 02. The experimental design was completely randomized with two treatments (irrigated and not irrigated) and 28 repetitions (samples). The samples were collected in two years, in other words, harvests in 2011/2012 and 2012/2013, with 14 samples in each crop. During the crop harvest, 50 fruits were collected at each coffee plant. For the chemical characterization of plant parts were homogenized six straw samples and six grain samples in two years. Quantification of dry matter, concentration and accumulation of nutrients in the straw, in the grains and fruits. The results were submitted to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. The nitrogen and potassium were the macronutrients most accumulated in straw and grains of Conilon coffee. Irrigated plants showed greater accumulation of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium in the fruit.

**KEYWORDS:** *Coffea canephora*, nutrient accumulation, water deficit.

### INTRODUÇÃO

O gênero *Coffea* inclui pelo menos 124 espécies (Davis et al., 2011), das quais *Coffea arabica* e *C. canephora* são as principais espécies utilizadas na produção de café (Davis et al., 2012). O café é uma das commodities mais comercializadas nos mercados mundiais. Nos últimos anos, a produção mundial de café tem-se situado acima de 140 milhões de sacas beneficiadas (Ico, 2015), proveniente principalmente de países considerados em desenvolvimento.

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, com cerca de 45,3 milhões de sacas na safra de 2014, produzido em diversos Estados, desse total 13,04 milhões é da espécie *C. canephora* (Conab, 2015). A Bahia é um dos Estados brasileiros onde a cafeicultura se desenvolveu expressivamente nos últimos anos, principalmente quanto ao cultivo de café do grupo Conilon. Atualmente, o Estado o terceiro maior produtor nacional de Conilon, sendo este cultivado exclusivamente na região Atlântica da Bahia, que foi responsável por produzir 1,04 milhões de sacas de Conilon na safra de 2014, com produtividade superior à média nacional (Conab, 2015).

O cafeeiro Conilon apresenta um grande potencial produtivo, conseqüentemente, possui alta exigência nutricional e acumula grande quantidade de nutrientes em seus tecidos (Bragança et al., 2007; Serrano et al., 2011). As quantidades de nutrientes acumulados pelo cafeeiro variam de acordo com o local e época do ano, idade, órgãos e tecidos de uma mesma planta (Bragança et al., 2007) e com o ciclo de maturação dos genótipos (precoce, médio, tardio e super-tardio) (Partelli et al., 2014). Assim, as quantidades de nutrientes acumulados nos diferentes tecidos são crescentes de acordo com a idade da planta e a produção de matéria seca.

Além da diferenciação do ciclo de maturação do cafeeiro a extensão de cada uma das fases do ciclo fenológico também é variável (Laviola et al., 2008) e podem exercer grande influência sobre as taxas de acúmulo de matéria seca e nutrientes nos frutos (Laviola et al., 2007a; 2007b). Associado a isso, o período de formação de frutos no cafeeiro Conilon coincide com o período de maior crescimento vegetativo (Partelli et al., 2013), ou seja, de maior demanda por nutrientes (Partelli et al., 2014).

O processo de frutificação do cafeeiro compreende uma sequência de eventos fisiológicos e alterações morfológicas que vão desde a indução floral até a maturação dos frutos (Melo et al., 2011). Durante esta fase, os frutos são os drenos preferenciais por carboidratos e nutrientes minerais, levando, muitas vezes, à carência de nutrientes em outros órgãos das plantas (Rena & Maestri, 1985; Carvalho et al., 1993; Laviola et al., 2008). Malavolta et al. (2002) destacam que demanda de nutrientes pelo cafeeiro não varia em virtude da produção, pois quando a frutificação é baixa o crescimento de ramos plagiotrópicos e a formação de folhas e ramos novos substituem os frutos como drenos de carboidratos e nutrientes.

Os solos adequados à cafeicultura apresentam baixa disponibilidade de alguns nutrientes, devido à falta real ou mesmo a fatores que limitam a absorção, sendo comum a observação dos sintomas de deficiência nas lavouras (Martinez et al., 2003; Laviola et al., 2007b). Uma alternativa para reduzir as quantidades de adubos minerais utilizados na agricultura é o uso de fontes orgânicas de nutrientes, que podem ser conseguidas na própria propriedade rural, como a palha de café (Serrano et al., 2011), que além de fornecer nutrientes, também é fonte de matéria orgânica para o solo. Sendo a palha de café a fonte mais disponível e econômica para os cafeicultores, principalmente, quando o café produzido é beneficiado na própria propriedade.

Dessa forma, objetivou-se quantificar a concentração e o acúmulo de macronutrientes na palha e no grão de cafeeiro Conilon irrigado e não irrigado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade particular, no município de Itabela, no Sul do Estado da Bahia. A área está localizada a 16°42'13,96" Sul e 39°25'28,93" Oeste, com altitude inferior a 100 metros. O clima conforme classificação de Köppen, é Aw, tropical com estação seca. Foram utilizadas plantas de café Conilon, da variedade clonal Emcapa 8111, genótipo 02 (Bragança et al., 2001), irrigadas e não irrigadas, com cinco anos de idade, cultivadas sob espaçamento de 3,5 x 1,0 metros e a pleno sol.

As plantas foram devidamente manejadas, realizando-se adubações segundo as recomendações técnicas para a cultura e mantidas sem competição com plantas daninhas. A fertilização do solo foi realizada aplicando-se 500 Kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 400 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, parcelados durante todo o ano. Nas plantas irrigadas a aplicação destes nutrientes foi realizada semanalmente por meio da fertirrigação. Para as plantas não irrigadas as adubações foram realizadas a lanço nos meses mais chuvosos. O sistema de irrigação utilizado na parcela irrigada foi o de gotejamento superficial, com uma linha de emissores, espaçados a cada 0,5 m, e com uma vazão de aproximadamente 2,0 L h<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso (DIC), com dois tratamentos, ou seja, irrigado e não irrigado e 28 repetições (amostras). As amostras foram coletadas em dois anos, nas safras de 2011/2012 e 2012/2013, sendo coletadas 14 amostras em cada safra em ambos os tratamentos. Durante a colheita da lavoura foram coletados 50 frutos de café em cada planta, totalizando 100 frutos em duas safras. A colheita foi realizada quando mais de 75% dos frutos estavam maduros. Os frutos colhidos foram secos em estufa de ventilação forçada a 70 °C, até atingir massa constante. Após esse processo, os frutos foram beneficiados, para separar os grãos da palha. Em seguida os grãos e a palha foram pesados em balança de precisão e acondicionados em embalagens separadas.

Para a caracterização química das partes vegetais foram homogeneizadas três amostras de palha e três amostras de grãos para cada safra, totalizando seis amostras de cada material em ambos os tratamentos. As análises químicas foram realizadas em laboratório conforme metodologias descritas por Silva et al. (2009), para a quantificação dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S). O acúmulo dos macronutrientes na palha e nos grãos de café foi calculado levando-se em consideração a matéria seca de ambos os materiais e a concentração de cada nutriente. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se verificou diferença estatística em relação às variáveis, matéria seca da palha, matéria seca dos grãos e matéria seca dos frutos (matéria seca da palha + matéria seca dos grãos), evidenciando que estas variáveis não foram influenciadas pela irrigação e pelo déficit hídrico ao final da fase de maturação fisiológica dos frutos de cafeeiro

Conilon (Tabela 1). Verifica-se que do total de matéria seca presente nos frutos, cerca de 65,60% encontra-se nos grãos e 34,40% na palha, apresentando uma proporção de aproximadamente 2:1. No entanto, alguns autores descrevem que a quantidade de resíduos gerados no processo de beneficiamento do café ocorre na proporção de 1:1 em relação à produção, ou seja, a cada safra a quantidade de café beneficiado é igual à quantidade de resíduos gerados pelo seu beneficiamento (Brum, 2007; Lima et al., 2014).

Tabela 1. Médias de matéria seca (g), da palha, dos grãos e dos frutos de cafeeiro Conilon irrigado e não irrigado, obtidas a partir de uma amostra de 100 frutos, no município de Itabela – BA.

Tratamento	Matéria seca		
	Palha	Grão	Fruto
Irrigado	5,00 a	9,68 a	14,67 a
Não irrigado	4,86 a	9,11 a	13,97 a
CV (%)	20,40	11,86	11,86

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A concentração dos macronutrientes na palha, nos grãos e nos frutos foi igual entre os tratamentos, com exceção do fósforo, que apresentou maior concentração na palha de café proveniente de plantas cultivadas em regime de sequeiro (Tabela 2). Os maiores teores dos macronutrientes avaliados foram observados para o potássio, nitrogênio e cálcio, em ordem decrescente, tanto na palha quanto nos frutos do cafeeiro. Nos grãos, foram observados maiores concentrações para os nutrientes, nitrogênio, potássio e fósforo, em ordem decrescente. Não foram observadas diferenças significativas, quanto à concentração de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na palha (Tabela 2).

O potássio foi o macronutriente com maior taxa de concentração e acúmulo na palha de café, seguido pelo nitrogênio e pelo cálcio. Já o nitrogênio, seguido pelo potássio foram os nutrientes que apresentaram maior concentração nos grãos (Tabela 2), e maior acúmulo tanto nos grãos, quanto nos frutos (Tabela 3). Segundo Arzolla et al. (1963), o grão de café possui maior quantidade de nitrogênio em relação à palha, que por sua vez apresenta maior quantidade de potássio. A casca (palha) de café é rica em carboidratos, proteínas e minerais (especialmente potássio) e também contém quantidade considerável de taninos e polifenóis (Woiciechowski et al., 2000; Lima et al., 2014).

Tabela 2. Média das concentrações de macronutrientes (g kg<sup>-1</sup>), na palha, nos grãos e nos frutos de cafeeiro Conilon irrigado e não irrigado, obtidas a partir de uma amostra de 100 frutos, no município de Itabela – BA.

Tratamento	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Palha</b>						
Irrigado	12,78 a	0,81 b	17,61 a	4,50 a	0,82 a	1,79 a
Não irrigado	12,54 a	1,20 a	16,46 a	4,02 a	0,83 a	2,21 a
CV (%)	9,38	26,57	9,37	32,35	40,23	64,35
<b>Grão</b>						
Irrigado	26,67 a	2,74 a	16,88 a	2,10 a	1,30 a	1,76 a
Não irrigado	25,85 a	1,86 a	16,98 a	1,46 a	1,28 a	1,64 a
CV (%)	10,59	73,70	18,10	68,11	44,09	22,71

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na maioria das regiões cafeeiras o nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos para a produção (Malta et al., 2003), sendo este o macronutriente mais acumulado pelo cafeeiro Conilon, o que demonstra a alta exigência deste grupo à este nutriente (Bragança et al., 2008). O potássio é o segundo nutriente mineral mais requerido pelas plantas em termos de quantidade (Marschner, 2012).

Observa-se maior acúmulo de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre nos grãos das plantas irrigadas, em relação às plantas não irrigadas (Tabela 3). Já em relação aos frutos, não foram observadas diferenças significativas quanto ao acúmulo de enxofre. O magnésio foi o macronutriente menos acumulado nos tecidos (Tabela 3).

Juntamente com a matéria seca, os nutrientes são extraídos pelos frutos na época da colheita em diferentes quantidades, sendo observado neste trabalho uma ordem decrescente de extração para a palha com K > N > Ca > S > P > Mg e para os grãos com N > K > P > Ca > S > Mg (Tabela 3).

De maneira geral, os locais de maior concentração de alguns nutrientes no solo coincidem com os locais de maior umidade, evidenciando seu caminhamento por fluxo de massa. Portanto, a irrigação contribuiu para que as plantas irrigadas apresentassem maiores acúmulos de alguns destes nutrientes nos tecidos avaliados, em relação às plantas não irrigadas (Tabela 3).

Durante a fase de frutificação os frutos são considerados como drenos preferenciais por carboidratos e nutrientes minerais, levando, muitas vezes, à carência de nutrientes em outros órgãos das plantas (Rena & Maestri, 1985; Carvalho et al., 1993; Laviola et al., 2008), sendo este um fator limitante para a produção.

A adubação é a segunda prática que gera mais custos durante o processo de produção de café, ficando atrás somente do custo da mão de obra (Conab, 2014). Devido ao seu alto custo o fornecimento das quantidades corretas de nutrientes é

um entrave para os produtores rurais (Serrano et al., 2011).

Tabela 3. Acúmulo médio de macronutrientes (mg), na palha, nos grãos e nos frutos de cafeeiro Conilon irrigado e não irrigado, obtido a partir de uma amostra de 100 frutos, no município de Itabela – BA.

Tratamento	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	<b>Palha</b>					
Irrigado	63,88 a	4,05 b	88,04 a	22,51 a	4,12 a	8,97 b
Não irrigado	60,98 a	5,85 a	80,02 a	19,55 b	4,05 a	10,76 a
CV (%)	20,46	20,60	20,50	20,54	20,53	20,48
	<b>Grão</b>					
Irrigado	258,13 a	26,49 a	163,36 a	20,34 a	12,61 a	17,02 a
Não irrigado	235,48 b	16,90 b	154,68 a	13,25 b	11,66 b	14,92 b
CV (%)	11,75	11,40	11,81	11,38	11,76	11,68
	<b>Fruto</b>					
Irrigado	322,01 a	30,54 a	251,40 a	42,85 a	16,73 a	25,99 a
Não irrigado	296,46 b	22,75 b	234,70 b	32,80 b	15,71 b	25,68 a
CV (%)	11,28	11,00	11,88	13,58	11,43	12,17

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A palha de café é um subproduto gerado no processo de beneficiamento de café, que em muitas propriedades é descartada, ou então é utilizada para alimentação de fomalhas, no processo de secagem do café em secadores rotativos. De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, percebe-se a palha detém quantidades satisfatórias de alguns macronutrientes.

Dessa forma, a palha de café quando aplicada na lavoura é uma excelente fonte de nutrientes e também de matéria orgânica. De acordo com Fernandes et al. (2013), a palha de café pode ser utilizada como fonte de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, com conseqüente redução destes nutrientes na adubação mineral da lavoura, permitindo aumentos de até 25% na produtividade. Paes et al. (1996) destacaram, que a decomposição da palha de café pode aumentar CTC do solo, principalmente os que apresentam maior quantidade de argila.

## CONCLUSÕES

1. O nitrogênio e o potássio foram os macronutrientes mais acumulados na palha e nos grãos do café Conilon.
2. As plantas irrigadas apresentaram maior acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nos frutos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), aos produtores Ademir Trevizani, Daniel Trevizani e Luiz Antônio Covre pelo apoio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARZOLLA, S.; GOMES, L.; SARRUGE, J. R.; ANDRADE, R. G.; GRANER, E. A.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro, X. Extração de macronutrientes na colheita pelas variedades Mundo Novo, Caturra e Bourbon Amarelo. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*. Piracicaba, v. 20, p. 41-52, 1963.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S.; 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. H. 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 Plant Nutrition*, v. 3, n. 1, p. 103-120, 2008.
- BRUM, S. S. *Caracterização e modificação química de resíduos sólidos do beneficiamento do café para produção de novos materiais*. Lavras: UFLA, 2007. p. 138.
- 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.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 28, p. 665-673, 1993.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da Safra Brasileira de Café*. Safra 2015. Primeiro Levantamento. Brasília, Janeiro de 2015. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_01\\_14\\_11\\_57\\_33\\_boletim\\_cafe\\_janeiro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_14_11_57_33_boletim_cafe_janeiro_2015.pdf)>. Acesso em: 19 de março de 2015.

- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Custo de produção estimado, café Conilon**, Safra 2014/2015. Brasília: CONAB. 2014. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_05\\_30\\_16\\_00\\_36\\_cafe\\_-\\_resumos\\_site\\_-\\_abr\\_2014.xls](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_05_30_16_00_36_cafe_-_resumos_site_-_abr_2014.xls)>. Acesso em: 19 de março de 2015.
- CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- DAVIS, A. P., TOSH, J., RUCH, N. FAY, M. F. Growing coffee: *Psilanthus (Rubiaceae)* subsumed on the basis of molecular and morphological data 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.
- DAVIS, A. P.; GOLE, T. W.; BAENA, S.; MOAT, J. The impact of climate change on indigenous arabica coffee (*Coffea arabica*): predicting future trends and identifying priorities. **PLOS ONE**, v. 7, n. 11, p. 01-13, 2012.
- 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.
- ICO - International Coffee Organization. **Statistics**. Disponível em <[http://www.ico.org/historical/2010-19/PDF/TOT\\_PRODUCTION.pdf](http://www.ico.org/historical/2010-19/PDF/TOT_PRODUCTION.pdf)>. Acesso em: 19 de março de 2015.
- LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SALOMÃO, L. C. C.; CRUZ, C. D.; MENDONÇA, S. M. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em quatro altitudes de cultivo: Cálcio, magnésio e enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1451-1462, 2007a.
- 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, 2007b.
- 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**, v. 24, n. 1, p. 19-31, 2008.
- LIMA, L. K. S.; SANTOS, C. C.; MOURA, M. C. F.; DUTRA, A. S.; OLIVEIRA FILHO, A. F. de. 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.
- 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**, v. 37, n. 7, p. 1017-1022, 2002.
- MALTA, M.; NOGUEIRA, F. D.; QUIMARÃES, P. T. G. Composição química, produção e qualidade do café fertilizado com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1246-1252, 2003.
- MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3<sup>rd</sup> ed. New York, Academic Press, 2012, 651p.
- 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.
- MELO, B. de; SOUSA, L. B. de. Biologia da reprodução de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 01-07, 2011.
- 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.; ESPINDOLA, M. C.; MARRÉ, W. B.; VIEIRA, D. V. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of Conilon coffee with different ripening cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 214-222, 2014.
- PARTELLI, F. L.; MARRÉ, W. B.; FALQUETO, A. R.; VIEIRA, H. D.; CAVATTI, P. C. Seasonal Vegetative growth in genotypes of *Coffea canephora*, as related to climatic factors. **Journal of Agricultural Science**, v.5, n.8, p.108-116, 2013.
- RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 126, p. 26-40, 1985.
- 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, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627p.
- 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, 2000. p. 677-680.