

SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL EM CAFEEIROS CLONAI

Marta Raiara Gomes Santos¹, Diogo Arthur Valiati Dantas², Izaac Alcion Alexandre Menezes de Miranda³; Fábio Luiz Partelli⁴, Marcelo Curitiba Espindula⁵, Aldo Max Custódio⁶, Jairo Rafael Machado Dias⁷

¹Engenheira Agrônoma, Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura-RO, martaagro_9@outlook.com

²Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura-RO, diogovaliat1@gmail.com

³Engenheiro Agrônomo, PLANTAE Agronegócios: projetos e consultoria, Rolim de Moura-RO, izaacmenezes@hotmail.com

⁴Professor, DSc., Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus-ES, partelli@yahoo.com.br

⁵Pesquisador, DSc., Embrapa Rondônia, Porto Velho-RO, marcelo.espindula@embrapa.br

⁶Professor, Ms., Instituto Federal de Rondônia, Colorado do Oeste-RO, aldo.custodio@ifro.edu.br.

⁷Professor, DSc., Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura-RO, jairorafaelmdias@unir.br.

RESUMO: O processo de produção de mudas caracteriza-se como uma das atividades mais relevantes na formação de novas lavouras cafezeiras comerciais, pois qualquer problema nessa fase pode afetar diretamente a formação e a produção do cafezal em condições campo. Neste sentido, conhecer as exigências nutricionais do cafeeiro permite-se definir práticas de manejo eficientes desde a sua fase juvenil até a sua maturidade. E, dentre as ferramentas que auxilia na obtenção de informações nutricionais, destaca-se a técnica do elemento faltante. Dessa forma, objetivou-se avaliar os sintomas visuais de deficiência nutricional em mudas de cafeeiros clonais, submetidas à omissão nutricional. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com dez tratamentos e quatro repetições, sendo cultivadas em solução nutritiva completa (testemunha) e em solução com omissão de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), zinco (Zn) e omissão total de nutrientes pela técnica do elemento faltante. Os sintomas de deficiência nutricional foram registrados com câmera digital (13 megapixels). A omissão dos nutrientes provocou mudanças nas características morfológicas das plantas. O N foi o elemento que mais limitou o crescimento e desenvolvimento das mudas.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea canephora*, omissão nutricional, solução nutritiva, técnica do elemento faltante.

NUTRITIONAL DEFICIENCY SYMPTOMS IN CLONAL COFFEE

ABSTRACT: The seedling production process is characterized as one of the most relevant activities in the formation of new commercial coffee crops, since any problem in this phase can directly affect the formation and production of coffee plantations in the field. In this sense, knowing the nutritional requirements of coffee allows to define efficient management practices from its juvenile phase to its maturity. And among the tools that assists in obtaining nutritional information, the missing element technique stands out. Thus, the objective was to evaluate the biometric behavior and visual symptoms of nutritional deficiency in seedlings of clonal coffee, submitted to nutritional omission. The experimental design was completely randomized with ten treatments and four replications, being cultivated in complete nutrient solution (control) and in solution with omission nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), boron (B), zinc (Zn) and total omission of nutrients by the missing element technique. The obtained data were subjected to analysis of variance and the Scott-Knott test at 5% probability. The omission of nutrients caused changes in plant morphological characteristics. N was the element that most limited the growth and development of seedlings.

KEY WORDS: *Coffea canephora*, nutritional omission, nutrient solution, missing element technique.

INTRODUÇÃO

A produção de mudas sadias e bem desenvolvidas são fatores de extrema importância para qualquer cultura (POZZA et al., 2002). A formação do sistema radicular e da parte aérea das plantas influencia diretamente na qualidade da muda e, consequentemente no comportamento da planta no campo, após o transplantio. Essas mudas devem ser cultivares produtivas, bem adaptadas, sadias e vigorosas, implantadas em períodos adequados para o bom desenvolvimento do cultivo (OLIVEIRA et al., 2012). A formação das mudas caracteriza-se por ser uma etapa fundamental do processo de produção e pode possibilitar a obtenção de plantas com melhor desempenho e qualidades para suportar as condições adversas no campo (MONTEIRO, 2017). Dentre os fatores que interferem na produção de mudas de qualidade, a nutrição é um dos mais importantes, além de afetar o crescimento e o desenvolvimento das mudas, a adubação correta poderá certamente influenciar no seu estabelecimento e desenvolvimento no campo (BERTANI et al., 2007).

Estudos sobre nutrição mineral são essenciais para a eficiência de produção de mudas de cafeeiros por meio de uma nutrição equilibrada. O diagnóstico de deficiências nutricionais, mediante a observação de sintomas representa grande importância tanto na fase de viveiro quanto no campo. Uma das maneiras práticas de detectar o elemento limitante é por meio do aspecto visual, pois permite a tomada de decisões rápidas para a correção das deficiências, considerando que os minerais estão ligados a características morfofisiológicas das plantas (TOMAZ et al., 2008).

É necessário um balanço adequado de nutrientes para conseguir melhor qualidade de mudas. Desta forma, quando um dos elementos essenciais não está presente sua deficiência nas células promove alterações no metabolismo das plantas (POZZA et al., 2002). Em mudas de café arábica, a omissão de N; K; Ca; Mg e P; Ca foram aquelas que mais afetaram no crescimento da parte aérea e sistema radicular do cafeeiro, respectivamente (FERREIRA, 2017; BERTANI et al., 2007).

Diante destes fatores, a nutrição de mudas de cafeeiros merece destaque, pois o conhecimento dos sintomas de deficiências nutricionais pode auxiliar no manejo e consequentemente, reduzir as perdas de mudas no campo. Portanto, objetivou-se avaliar os sintomas visuais de deficiência nutricional em cafeeiros clonais, submetidos à omissão de nutrientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no município de Rolim de Moura/RO, por meio da técnica elemento falante. O trabalho foi conduzido entre outubro de 2017 e abril de 2018, utilizando-se como substratos areia tratada sob imersão, em uma solução contendo ácido clorídrico a 1M sob concentração de 2,1 ml L⁻¹ de água destilada, durante vinte dias, seguida de lavagem com água deionizada.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com 10 tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos: 1) Solução completa com macro e micronutrientes (Testemunha); 2) Solução completa com omissão de nitrogênio (-N); 3) Solução completa com omissão de fósforo (-P); 4) Solução completa com omissão de potássio (-K); 5) Solução completa com omissão de cálcio (-Ca); 6) Solução completa com omissão de magnésio (-Mg) 7) Solução completa com omissão de enxofre (-S); 8) Solução completa com Omissão de boro (-B); 9) Solução completa com omissão de zinco (-Zn); 10) Omissão total, solução sem nenhum nutriente. Cada parcela experimental foi constituída por uma planta, totalizando 40 parcelas.

Para calibração da solução nutritiva, utilizou-se uma modificação da metodologia proposta por Clark (1975). Utilizando-se dois tipos de solução nutritiva: i) Solução concentrada (estoque) e i) Solução diluída (solução de trabalho). No total, foram aplicados 300 ml de solução nutritiva em cada aplicação por planta. O pH da solução nutritiva foi mantido na faixa entre 5 e 7, ajustando-o com ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH) a 0,5 M, caso fosse necessário.

Utilizou-se mudas de *Coffea canephora* do genótipo 25 (Clone 25 – Geraldo Jacomin) com aproximadamente 100 dias de viveiro, obtidas de local idôneo (VIVEIRO VITÓRIA® - Rolim de Moura/RO). As mesmas foram transplantadas em vasos plásticos contendo 5 dm³ de areia tratada. As mudas foram nutridas a cada dez dias, após o plantio.

O pH da solução nutritiva foi mantido na faixa entre 5 e 7, ajustando-o com ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH) a 0,5 M, caso fosse necessário.

As irrigações dos vasos foram feitas diariamente com água destilada. Sendo que as umidades dos vasos sempre foram mantidas próximas à capacidade de campo, durante todo o período experimental. Para evitar o efeito de localização da casa de vegetação os vasos foram submetidos à rodízio periódico durante todo o período experimental. E, os sintomas de deficiência nutricional foram registrados com câmera digital (13 megapixels).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cafeeiros que cresceram e se desenvolveram nas soluções nutritivas em que houve omissão dos nutrientes apresentaram sintomas visuais típicos de deficiência nutricional, o que não foi visualizado na testemunha. A sintomatologia visual da deficiência de nitrogênio(-N) foi a primeira a ser observada, aos 30 dias após a implantação do experimento (Figura 1).

Os sintomas da ausência do nitrogênio foram caracterizados por clorose generalizada nas folhas mais velhas, seguida de necrose e abscisão nas folhas. Esse comportamento comprovou a alta mobilidade do nutriente no interior da planta, onde a deficiência se manifesta nas folhas velhas (TAIZ & ZEIGER, 2004). Sintomas semelhantes foram observados em mudas de café obata (VERTANI et al., 2007), mudas de ipê-amarelo (VIEIRA et al., 2016) e plantas de sorgo (PRADO et al., 2007). Essa sintomatologia está associada com a menor produção de clorofila, ocasionando modificação nos cloroplastos (BRAGANÇA et al., 2007).

Na omissão de fósforo as mudas apresentaram nas folhas inferiores uma coloração amarelada com pouco brilho, posteriormente abscisão e tiveram seu crescimento reduzido.

Resultados semelhantes foram descritos em mudas de cafeeiros (POZZA et al., 2002) e mudas de ipê-amarelo (VIEIRA et al., 2016). Nestes estudos a deficiência de fósforo também ocasionou em folhas com coloração amarelada e pouco brilho. Isso se deve, porque, o fósforo participa da síntese e degradação de macromoléculas como amido, gorduras, proteínas. E, principalmente pelo fato do grupo do fosfato participar do armazenamento de energia e depois transferi-la para a promoção de processos endergônicos e o trifosfato de adenosina, o ATP (FAQUIN, 2005).

As primeiras manifestações morfológicas visuais resultantes da omissão de potássio apresentaram clorose marginal nas folhas mais velhas, seguida de necrose. Esses sintomas visuais de deficiência foram semelhantes aos encontrados para mudas de café obata (*Coffea arabica* L.) (BERTANI et al., 2007). Neste trabalho foi observado ocorrência de clorose ao longo das folhas mais velhas seguida de necrose. Em plantas com deficiência de potássio há redução da síntese proteica

e no acúmulo dos aminoácidos básicos, sendo que nas regiões lesadas (clorose e necrose) ocorre acúmulo de putrescina (FAQUIN, 2005).

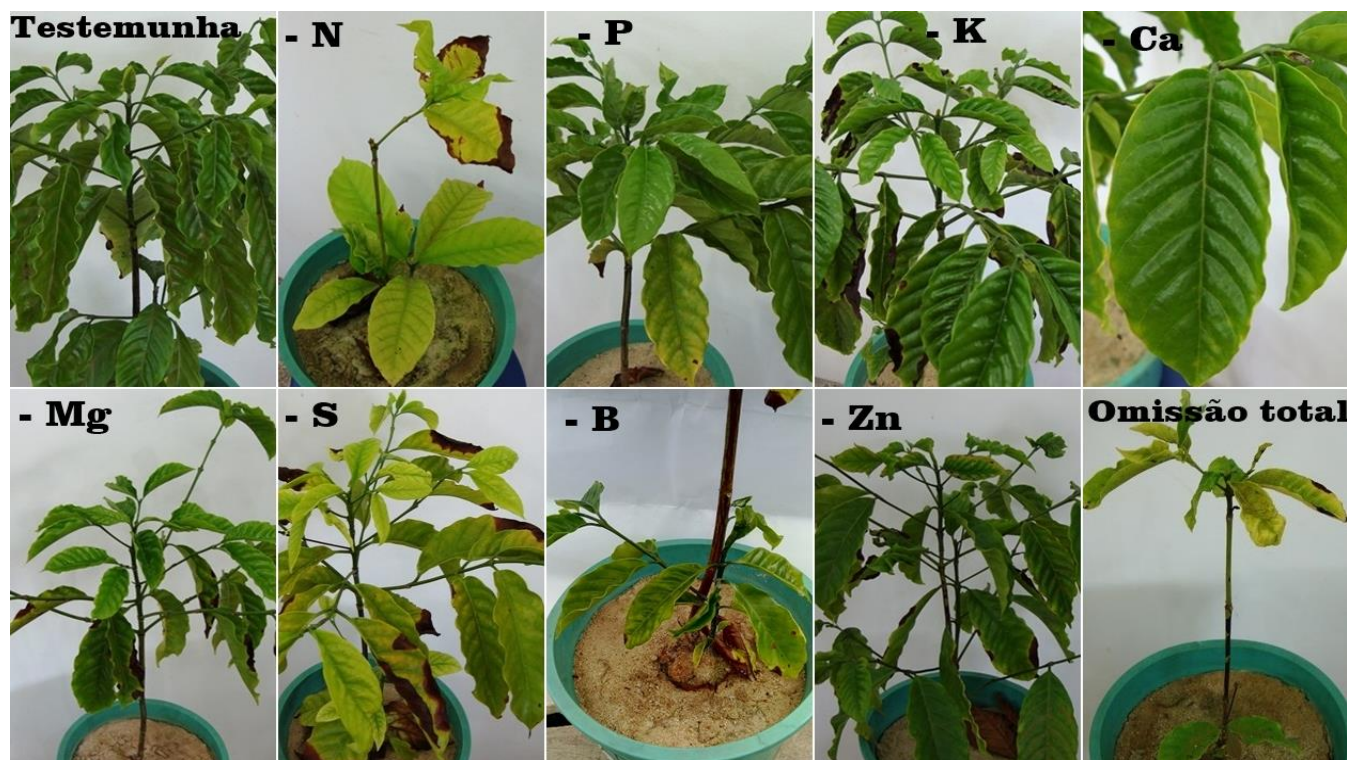


Figura 1. Sintomas visuais de deficiências nutricionais na parte aérea de *Coffea canephora* (Clone 25 – Geraldo Jacomin)

No tratamento com omissão de cálcio, a deficiência nutricional resultou na deformação, redução de tamanho, aspectos de encarquilhamento e bordas ressecadas, das folhas mais novas da planta, e com a evolução da deficiência houve abscisão foliar. As modificações decorrentes da omissão de cálcio foram semelhantes ao resultado observado para mudas de café arábica (GONTIJO et al., 2008). Neste estudo o cálcio comprometeu o desenvolvimento das plantas, apresentando uma redução do crescimento meristemático, observada primeiramente na região do crescimento apical e nas folhas mais novas, que se tornam deformadas e cloróticas.

O cálcio é fundamental para a permeabilidade das membranas e manutenção da integridade celular, sendo requerido para a divisão e expansão das células. Estes sintomas causados pela deficiência do cálcio comprova a baixa mobilidade do nutriente na planta, indicando a característica do nutriente de não ser remobilizado das partes mais velhas para as mais novas (MESQUITA et al., 2016).

Os primeiros sintomas de deficiência de magnésio foram observados aos 105 dias. A restrição de magnésio ocasionou um amarelecimento das margens das folhas mais velhas e depois entre as nervuras. Quando a deficiência é mais severa, as áreas amarelas tornam-se escuras e posteriormente necrosadas (EMBRAPA, 2006). Sintomas semelhantes foram observados em abacaxizeiro com deficiência de magnésio (RAMOS, 2011). Neste trabalho a omissão do magnésio ocasionou amarelecimento, seguido de necrose da base das folhas. A clorose entre as nervuras ocorreu porque o magnésio constitui a molécula de clorofila e é ativador das transferências de fosfato e sua deficiência poderá reduzir a concentração de clorofila, reduzindo a fotossíntese e, possivelmente, o crescimento (COELHO et al., 2012).

Os sintomas foliares de deficiência de enxofre foram caracterizados por clorose de cor verde-amarela, verde pálido passando por uma clorose em toda a planta e uma diminuição do número de folhas. Estes resultados foram semelhantes aos observados em mudas de teca (BARROSO et al., 2005) e em plantas de milho híbrido (FERREIRA, 2012). Nestes estudos a ausência de enxofre provocou clorose generalizada nas plantas e crescimento reduzido do número de folhas.

Os sintomas de deficiência observados com a omissão de boro foram nas folhas mais jovens, que se apresentaram pequenas, com clorose irregular, deformadas e quebradiças. Resultados semelhantes foram observados em mudas de café arábica (JEZLER, 2016) e plantas de gengibres ornamentais (COELHO et al., 2012). Nestes estudos a deficiência de boro caracterizou-se em folhas jovens com deformação foliar. Segundo Bragança (2007) o B foi o terceiro micronutriente mais acumulado pelo cafeeiro conilon, sendo este elemento responsável pelo crescimento celular, componente da parede celular, ácidos nucleicos e ácido indol-3-acético (AIA).

As manifestações morfológicas das mudas com omissão de zinco surgiram somente, aos 135 dias após a implantação do experimento. Os primeiros sintomas foram visualizados nas folhas novas, que ocasionou a redução no tamanho das folhas, cujas ficaram contorcidas, quebradiças e com os internódios curtos. Resultados semelhantes foram observados em mudas de café arábica (GONTIJO et al., 2008) e para mudas de pau-brasil (VALERI et al., 2014). Nestes estudos a

deficiência de zinco caracterizou-se nas folhas jovens causando redução no tamanho das folhas. A deficiência de zinco é caracterizada pela redução no crescimento internodal, formando rosetas de folhas no ápice dos ramos, reduzindo crescimento das folhas. Devido às funções essenciais e vias metabólicas como associação ao metabolismo das auxinas, fito-hormônio responsável pelo crescimento da planta (TOLEDO, 2017).

Neste sentido é válido inferir que os sintomas de deficiência nutricional em uma planta correspondem à expressão da desordem metabólica resultante do suprimento insuficiente de um elemento essencial. É importante destacar que o sintoma é a expressão final da desordem metabólica, ou seja, antes do aparecimento dos sintomas visuais, o metabolismo vegetal e o crescimento da planta já podem estar comprometidos. Para contornar esses problemas deve-se proceder, periodicamente, a análise de solo e, em muitos casos análise de tecidos vegetais da planta (análise foliar).

Com relação aos sintomas visuais de deficiência nutricional no sistema radicular do cafeeiro, observou-se que as omissões de nitrogênio, enxofre e cálcio foram aquelas que mais limitaram o crescimento (Figura 2).



Figura 2. Sintomas visuais de deficiências nutricionais no sistema radicular de *Coffea canephora* (Clone 25 – Geraldo Jacomin)

Estes sintomas também foram observados em estudos que usaram a técnica do elemento faltante, para mudas de paricá (MARQUES et al., 2004) e mudas de castanha-do-maranhão (CAMACHO et al., 2014). O N, em quantidades adequadas, pode favorecer o crescimento das rizes devido ao fato de que o crescimento da parte aérea aumenta a área foliar e a fotossíntese e, com isso, maior fluxo de carboidratos para raízes favorecendo seu crescimento (GUSMÃO, 2010).

As raízes com omissão de cálcio mostram-se com poucas raízes laterais e de coloração escura. Os sintomas de deficiência ocorrem nos pontos de crescimento da parte aérea e da raiz, comprovando a baixa translocação do Ca nas plantas, sendo assim, as regiões de maior expansão celular são as mais afetadas pela deficiência do nutriente (MARQUES et al., 2004).

O cálcio é requerido no alongamento e divisão mitótica celular, e isto se reflete no crescimento radicular, pois na ausência do suprimento deste elemento, cessa o crescimento radicular. Assim para manter um ótimo crescimento radicular, é preciso manter a concentração mínima de cálcio no solo (MALAVOLTA, 2006).

A omissão do boro causou coloração escura nas raízes principais. Isso, porque, o boro tem como função fisiológica na formação de ligações na parede celular, sua deficiência inibe ou paralisa o crescimento dos tecidos meristemáticos das folhas e raízes, por interromper a divisão celular. A omissão desse nutriente prejudica o transporte e a ação de reguladores de crescimentos, provoca distúrbio no desenvolvimento da planta, em virtude do aumento do nível de ácido indolacético e redução de síntese de proteínas (VIÉGAS et al., 2004).

CONCLUSÕES

- 1 - O nitrogênio é o elemento essencial que mais limita o crescimento do cafeeiro, tanto na parte área quanto no sistema radicular.
- 2 - E, cálcio e enxofre foram os elementos que visualmente apresentaram maior limitação no crescimento do sistema radicular das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANCHES, J. L. **Resposta da cultura do café arábica à aplicação de ureia revestida.** (Dissertação mestrado em Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, 2018.
- ARGETA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 715-722, 2001.
- BARRETO, C. F.; SILVA, P. S. da; NAVROSKI, R.; BENATI, J. A.; NAVA, G.; ANTUNES, L. E. C. Deficiência de nutrientes com efeitos no desenvolvimento de morangueiros. *Revista Scientia Agraria*, Curitiba, v. 18, n. 4, p. 63-71, out/dez, 2017.
- BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; BRAGA FILHO, L. J. Determinação da área de folhas de café (*Coffea arabica* L., cv. Bourbon amarelo). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 20, n. 107, p. 44-53, jan./mar. 1973.
- BARROSO, G. D.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A. de; PEREIRA, R. C. de; MENDONÇA, A. V. R.; SILVA, L. C. da. Diagnóstico de deficiência de macronutrientes em mudas de teca. *Revista Árvore*, Viçosa-Mg, v. 29, n. 5, p. 671-679, 2005.
- BATISTA, L. A.; GUIMARÃES, R. J.; PEREIRA, F. J.; CARVALHO, G. R.; CASTRO, E. M. de. Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 3, p. 475-481, jul./set, 2010.
- BERTANI, R. M. A.; SILVA, D. P.; FERNADES, D. M.; ALMEIDA, A. M.; FISCHER, I. H.; GARCIA, M. J. D. M.; ARRUDA, M. C.; PINOTTI, R. N.; SPADOTTI, D. M. A. Caracterização de sintomas de deficiência de macronutriente em mudas de café obata (*Coffea arabica* L.) cultivadas em solução nutritiva. Simpósio de Pesquisa dos Café do Brasil, 2007.
- BRAGANÇA, S. M. Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro Conilon (*Coffea canephora* Pierre). 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.
- BRAGANÇA, S. M.; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, L. P.; SEDIYAMA, C. S.; ALVAREZ, 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.
- CAMACHO, M. A.; CAMARA, A. P.; ZARDIN, A. R. Diagnose visual de deficiência de nutrientes em mudas de *Bombacopsis glaba*. *CERNE*, v.20, n. 3, p. 427-431, 2014.
- CARVALHO, E. Melhoramento genético do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) visando resistência durável a ferrugem e estabilidade por meio de seleção recorrente. Lavras: UFLA, 2011. 45p.
- CLARK, J. Characterization of phosphatase of intact maize roots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.23, p.458-460, 1975.
- CLEMENTE, J. M. Nutrição nitrogenada e potássica afetando crescimento, produção, composição química e qualidade da bebida de *Coffea arabica* L. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2010.
- COELHO, V. A.; RODAS, C. L.; COELHO, L. C.; CARVALHO, J. G. de; ALMEIDA, E. F. A.; FIGUEIREDO, M. A. de. Caracterização de sintomas visuais de deficiências de macronutrientes e boro em plantas de gengibre ornamental. *Revisita Brasileira de Horticultura Ornamental*, v.18, N°1, 2012.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Acompa. Safra brasileira de café. Segundo levantamento, Safra-2018, Brasília, v.5, n.2, p.1-66, maio 2018.
- CONSTANTINO, V. Nutrição de mudas e morfogênese da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktza. Submetida à enxertia. (Tese Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Federal do Paraná, 2017.
- COVRE, A. M.; PARTELLI, F. L.; GONTIJO, I.; ZUCOLOTO, M. Distribuição do sistema radicular de cafeeiro conilon irrigado e não irrigado. *Pesq. Agropec. Bras.* Brasília, v. 50, n. 11, p. 1006-1016, 2015.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas. Trad. Maria Edna Tenório Nunes. Londrina: Editora Planta, 2006. 401p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. Mineral nutrition of plants. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. 403p.
- ESPÍNDULA, M. C.; MARCOLAN, A. L.; BRAGANÇA, S. M.; PARTELLI, F. L.; DIAS, J. R. M. Clorose típicas em folhas de cafeeiros *Coffea canephora*. Comunicado Técnico. Porto Velho-RO, 2012.
- FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Dissertação (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu”. Universidade Federal de Lavras, 2005.
- FERNANDES, M. S. (Ed.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 342p.
- FERREIRA, J. G. Recomendação de nutrientes para a produção de mudas de cafeeiro pelo método requerimento – suprimento. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2017.
- FERREIRA, M. M. M. Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010. *Revista Agro@ambiente On-line*, v.6, n.1, p. 74-83, jan/abr, 2012.
- FRANCO, I. A. L. de; MARTINEZ, H. E. P.; ZABINI, A. V.; FORTES, P. C. R. Translocação e compartimentalização de Zn aplicado via ZnSO₄ e ZnEDTA nas folhas de cafeeiro e feijoeiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 332-339, 2005.
- GAMA, T. C. P. da; SALES JUNIOR, J. C.; CASTANHEIRA, D. T.; SILVEIRA, H. R. O. de; AZEVEDO, H. P. A. de. Anatomia foliar, fisiologia e produtividade de cafeeiros em diferentes níveis de adubação. *Coffee Science*, Lavras, v.12, n.1, p. 42-48, jan/mar. 2017.
- GOMES, S. S.; MOREIRA, E. R.; VISCONCIN, K. C. L.; MELO, B. M. R. de; SILVA, J. S. M. da. Estimativa da área foliar em mudas de *coffea Arabica* com aplicação de urina bovina e borra de café. 14º Congresso Nacional de Meio Ambiente, Poços de calda, 2017.
- GONTIJO, R. A. N.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, J. G. de. Crescimento e teor foliar de nutrientes em cafeeiro da omissão isolada e simultânea de Ca, B, Cu e Zn. *Coffe Science*. Lavras, v.3, n.2, p.124-132, jul/dez. 2008.
- GUERRA, R. A. T.; LUCHIARI, A. C.; SANTOS, C. B.; MEDEIROS, L. G. S. da; LOPEZ, L. C. S.; GEGLIO, P. C.; FARIAS, S. T. de; QUIRINO, Z. G. M. Ciências biológicas. João Pessoa, Ed, Universitária, 2010. 422p.

- GUSMÃO, C. A. G., Desempenho do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) de segundo ano submetido a diferentes doses e relações NPK. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes, 2010.
- HENRIQUE, P. C. de; ALVES, J. D.; DEUNER, S.; GOULART, P. F. P. de; LIVRAMENTO, D. E. do. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 46, n. 5, p. 458-465, 2011.
- JEZLER, C. N. Avaliação anatômica e ultraestrutural de *coffea arabica* L. em resposta ao boro e ao cobre. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Mg, 2016.
- LIMA FILHO, O. F. de. Guia de diagnose visual de deficiências nutricionais em sorgo-sacarino. Circular técnica, Dourados, MS, dez, 2014.
- LOBO, D. M.; SILVA, P. C. C.; COUTO, J. L. do; SILVA, M.A. M.; SANTOS, A. R. dos. Características de deficiência nutricional do amendoineiro submetidos à omissão de N, P, K. *Biosci. J.*, Uberlândia, v.28, n.1, p.69-76, jan/fev, 2012.
- MACHADO FILHO, J. A. Condutividade hidráulica (raiz e folha) e capacidade fotossintética de mudas de clones de *Coffea canephora* Pierre EX A. Froehner. (Dissertação doutorado em produção vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2017.
- MAIA, J. T. L. S.; BONFIM, F. P. G.; GUANABENS, R. E. M.; TRENTIN, R.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONTES, P. C. R. Omissão de nutriente em plantas de pinhão-mansão cultivadas em solução nutritiva. *Rev. Ceres*, Viçosa, v.61, n. 5, p. 723-731, set/out, 2014.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631 p.
- MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. Café na Amazônia. Ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 474 p.
- MARQUES, T. C. L. I. S. M. de; CARVALHO, J. G. de; LACERDA, M. P. C.; MOTA, P. E. F. da. Crescimento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum*) sob omissão de nutriente e de sódio em solução nutritiva. *Cerne*, Lavras, v.10, n.2, p.184-195, jul/dez. 2004.
- MELO, A. S. de.; SILVA JÚNIOR, C. D. da.; FERNANDES, P. D.; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, J. D. M. Alterações das características da bananeira sob condições de fertirrigação. *Ciência Rural*, Santa Maria, online, 2009.
- MESQUITA, C. M. de.; REZENDE, J. E. de.; CARVALHO, J. S.; FABRI JÚNIOR, M. A.; MORAES, N. C.; DIAS, P. T., CARVALHO, R. M. de., ARAÚJO, W. G. de. Manual do café: manejo de cafezais em produção. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 72 p.
- MONTEIRO, R. S. dos. Crescimento inicial de mudas de café arábica em função de dose de fósforo. Dissertação (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.
- MOREIRA, M. F. Distribuição do sistema radicular de cafeeiro conilon irrigado e não irrigado. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- NOGUEIRA, N. O.; MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; ANDRADE, F. V.; PASSOS, R. R. Teor de nitrogênio, clorofila e relação clorofila-carotenoide em café arábica em solo submetido a diferentes corretivos de acidez. *Ver. Brasi. Ciênc. Agrár.* Recife, v. 8, n. 3, p. 390-395, 2013.
- NUNES, A. J.O.; EXLER, R. B.; NUNES, F. M.; PAULILLO, L. C. M. S. Diagnose visual de deficiência minerais em mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função de diferentes doses de macro e micronutrientes. *Energ. Agric., Botucatu*, v.31, n.3, p.231-236, jun/set, 2016.
- OLIVEIRA, I. P. de; OLIVEIRA, L. C.; MOURA, C. S. F. F. T. de. Cultura de café: histórico, classificação botânica e fases de crescimento. *Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos*, v. 5, n. 4, 2012.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; SANTIAGO, A. R.; BARROSO, D. G. Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café ‘Conilon’ propagadas por sementes e por estacas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 6, p. 949-954, 2006.
- PAULA, P. W. R. de; VIÉGAS, I. J. M. de; FRAZÃO, D. A. C.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; THOMAZ, M. A. A.; GAMA, J. R. N. F. Efeito da omissão de nutriente no crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivadas em terra roxa estruturada. *Rev. Ciênc. Agrar.*, Belém, n. 39, p. 123-133, jan/jun, 2003.
- POLTRONIERI, Y. MARTINEZ, H. E. P.; CLEMENTE, J. M.; FERREIRA, A. O. de. Fornecimento de boro, cobre e zinco ao cafeeiro via inserção de comprimidos no ramo ortótopo. *Coffee Science*, Lavras, v. 11, n. 4, p. 521-529, out/dez. 2016.
- POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; ROMANIELLO, M. M.; POZZA, E. A.; MARTINS, M. F. Suprimento de fósforo na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. *Simpósio dos cafés do Brasil (2002)*.
- PRADO, R. M. de; ROMUALDO, L. M.; ROZANE, D. E. Omissão de macronutrientes no desenvolvimento e no estado nutricional de plantas de sorgo (cv. BRS 3010) cultivadas em solução nutritiva. *Científica*, Jaboticabal, v.35, n.2, p.122-128, 2007.
- RAMOS, M. J. M.; MONNERAT, P. H.; PINHO, L. G. R. da; SILVA, J. A. da. Deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro ‘imperial’: composição mineral. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.33, n.1, p. 261-271, Mar, 2011.
- REIS, E. L. Nutrição e adubação da pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K) no estado da Bahia. *Boletim Técnico* N° 204, 2013.
- SANTOS, J. O. dos. Deficiência e excesso de zinco em mudas de cafeeiros: metabolismo de carboidratos e respostas antioxidantes. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 2014.
- SANTOS, L. L. dos. Restrições hídrica e nutricional afetam aspectos fisiológicos e crescimento de mudas de cedroaustraliano (*Toona ciliata* M. Roem. var. *australis* (F. Muell.) Bahadur). Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Mg, 2016.
- SANTOS, T. B. dos; MEDA, A. R.; SITTA, R. B.; VESPERO, E. B.; PAVAN, M. A.; CHARMETANT, P.; PEREIRA, L. F. P.; VIERIRA, L. G. E. DOMINGUES, D. S. Concentração de nutrientes minerais em acessos da etiópia de *Coffea arábica*. Embrapa Café-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: simpósio de pesquisa dos cafés do brasil, Araxá. Anais. Brasília, DF: Embrapa Café, 2011.
- ESFREDO, G. J.; LANTMANN, A. F. Enxofre Nutriente necessário para maiores rendimentos da soja. Circular Técnica, Londrina/PR. Setembro, 2007.
- SILVA, B. F. Teores de boro e zinco no cafeeiro recepado em diferentes concentrações e fontes de P₂O₅. Dissertação (Curso de Graduação em cafeicultura) – Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, 2008.
- SILVA, D. M. da. Deficiência de magnésio na fisiologia e no metabolismo antioxidante de cultivares de cafeeiro. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

- SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. J. Agric. Res.*, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.
- SILVA, W. Z. de; BRINATE, S. V. B.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. do; RODRIGUES, W. N.; MARTINS, L. D. Métodos de estimativas de área foliar em cafeeiro. *Enciclopédia Biosfera*, v. 7, n.13, p. 746-759, 2011.
- SOUZA, F. de F., SANTOS, J. C. F., COSTA, J. N. M., SANTOS, M. M. Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 21p.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre, Artmed, 2004. 719p.
- TOLEDO, R. L. Deficiência de micronutrientes e efeito do níquel no estado nutricional de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims). Dissertação (Mestrado em ciência do solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP), Jaboticabal, 2017.
- TOMAZ, M. A.; MARTINEZ, H. E. P.; CRUZ, C. D.; FERRARI, R. B.; ZAMBOLIM, L.; SAKIYAMA, N. S. Diferenças genéticas na eficiência de absorção, na translocação e na utilização de K, Ca e Mg em mudas enxertadas de cafeeiro. *Cienc. Rural*. Vol.38, n.6, 2008.
- VALERI, S. V.; PIZZAIA, L. G. E.; SÁ, A. F. L. de; CRUZ, M. C. P. da. Efeito da omissão de nutrientes em plantas de *Caesalpinia echinata*. *Cerne*, Lavras, v. 20, n. 1, p. 73-80, jan/mar, 2014.
- VASCONCELOS, R. T. de. Adubação fosfatada e potássica na implantação de *Khaya senegalensis* A. Juss. Dissertação (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2016.
- VIECELLI, C. A. Guia de deficiência nutricional em plantas. Toledo/PR. 2017. 112p.
- VIÉGAS, I. J. M. de; THOMAZ, M. A. A.; SILVA, J. F. da; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; NAIFF, A. P. M. Omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal – SP, v. 26, n. 2, p. 315-319, Ago, 2004.
- VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S. dos; SCARAMUZZA, J. F. Omissão de macronutrientes no crescimento inicial de *Tabebuia achraceae*. *Ambiência* Guarapuava, v.12, n.4, p. 869-883, Set/Dez. 2016.
- YAMADA, T. Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas. *Informações Agronômicas* N°90, Jun/ 2000.